MINISTERO
DELLE INFRASTRUTTURE
E DEI TRASPORTI

E.N.A.C
ENTE NAZIONALE per
L'AVIAZIONE CIVILE

Committente Principale

AEROPORTO INTERNAZIONALE DI FIRENZE AMERIGO VESPUCCI

Opera

PROJECT REVIEW – PIANO DI SVILUPPO AEROPORTUALE 2035

Titolo Documento Completo

Relazione Tecnica Involucro Architettonico

Livello di Progetto

PIANO DI SVILUPPO AEROPORTUALE 2035 – MASTERPLAN (PSA)

LIV	REV	DATA EMISSIONE	SCALA	CODICE FILE COMPLETO
PSA	03	Novembre 2024	N/A	FLR-MPL-PSA-TRM1-007-AR-RT_Rel Tec Inv Arc
				TITOLO RIDOTTO Rel Tec Inv Arc

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
03	11/2024	Aggiornamento per recepimento osservazioni MASE	MC&P	D. Perri / C. Grouman	L. Tenerani
02	03/2024	Emissione per Procedura VIA-VAS	TAE	D. Perri	L. Tenerani
01	03/2023	Emissione per approvazione in linea tecnica di ENAC	TAE	D. Perri	L. Tenerani
00	10/2022	Emissione per Dibattito Pubblico	TAE	D. Perri	L. Tenerani

COMMITTENTE PRINCIPALE		GRUPPO DI PROGETTAZIONE	SUPPORTI SPECIALISTICI
ACCOUNTABLE MANAGER Dott. Vittorio Fanti		**DIRETTORE TECNICO** Ing. Lorenzo Tenerani Ordine degli Ingegneri di Massa Carrara N° 631	**RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE** Ing. Lorenzo Tenerani Ordine degli Ingegneri di Massa Carrara N° 631
POST HOLDER DI AREA	**POST HOLDER PROGETTAZIONE** Ing. Lorenzo Tenerani	**PROGETTISTA SPECIALISTICO ARCHITETTONICO** Arch. David Perri Ordine degli Architetti di Lucca N° 1157	**SUPPORTO SPECIALISTICO** MC&P
		PROGETTISTA SPECIALISTICO ARCHITETTONICO Arch. Celiana Grouman Ordine degli Architetti di Firenze N° 9750	
	POST HOLDER MANUTENZIONE Ing. Nicola D'Ippolito	**PROGETTISTA SPECIALISTICO IMPIANTI** Ing. Andrea Bonciani Ordine degli Ingegneri di Firenze N° 4150	
		PROGETTISTA SPECIALISTICO INFRASTRUTTURE AIRSIDE Ing. Raffaello Sorrentino Ordine degli Ingegneri di Perugia N° A-2813	
	POST HOLDER AREA DI MOVIMENTO/TERMINAL Geom. Luca Ermini	**PROGETTISTA SPECIALISTICO ARCHITETTONICO** Arch. Filippo Bosi Ordine degli Architetti di Firenze N° 9004	
		PROGETTISTA SPECIALISTICO INFRASTRUTTURE CIVILE Ing. Claudia Naldi Ordine degli Ingegneri di Firenze N° 7122	

È SEVERAMENTE VIETATA QUALSIASI RIPRODUZIONE CON QUALUNQUE MEZZO E/O PER QUALSIASI USO NON AUTORIZZATA DALLA CESSIONE DELLA COMMITTENTE

INDICE

1 Introduzione 2

1.1. Scopo 3

1.2. Sito 4

1.3. Elementi critici del design 6

1.4. Codici e normative di riferimento 8

2. Tipologie di Rivestimento esterno 11

2.1. Descrizione dei sistemi 11

2.2. Aerostazione, facciata continua (A.a e A.b) 11

2.3. Aerostazione, facciata in pannelli in cemento armato prefabbricato (A.c) 21

2.4. Parcheggio Multipiano, facciata composta da elementi di fibrocemento (P.a e P.b) 23

2.5. Palazzina per uffici, facciata elementi prefabbricati in cemento e pannellature vetrate (U.a) 29

2.6. Copertura del loggiato, pannellature in alluminio e EFTE (L.b) colonnato acciaio verniciato (L.a). 29

3. Prestazioni e criteri di progettazione 37

3.1. Carico strutturale 37

3.2. Prestazioni energetiche 40

4. Prossimi sviluppi del design 45

1 Introduzione

L'edificio del terminal si svilupperà su tre piani e sarà sormontato da un grande copertura. Lo spazio che si genera sotto questo loggiato sarà il fulcro del sistema dei flussi, sia pedonali che carrabili, e la sua identità sarà riconoscibile e riconducibile agli stilemi della spazialità fiorentina. La struttura sarà realizzata a moduli di 18mt x 18mt, e ciascun modulo formato da una piramide tronca a base ottagonale che richiama le cupole degli edifici monumentali della città di Firenze. L'intradosso di questo loggiato sarà decorato con tasselli policromi che comporranno immagini delle opere d'arte più iconiche della città. Sulla superficie estradossata, invece, sarà dislocato un campo fotovoltaico.

Tale loggiato ricopre l'area del parcheggio esterno adibito alla sosta breve, il drop-off delle macchine private, la corsia del taxi e la fermata della tramvia sia per la zona arrivi che partenze.

Osservando il loggiato, si percepisce come l'ottagono diventi un elemento decorativo ed iconico che si ritrova sia nella grande hall delle partenze sia negli elementi brise-soleil che vengono utilizzati per la ventilazione del parcheggio multipiano.

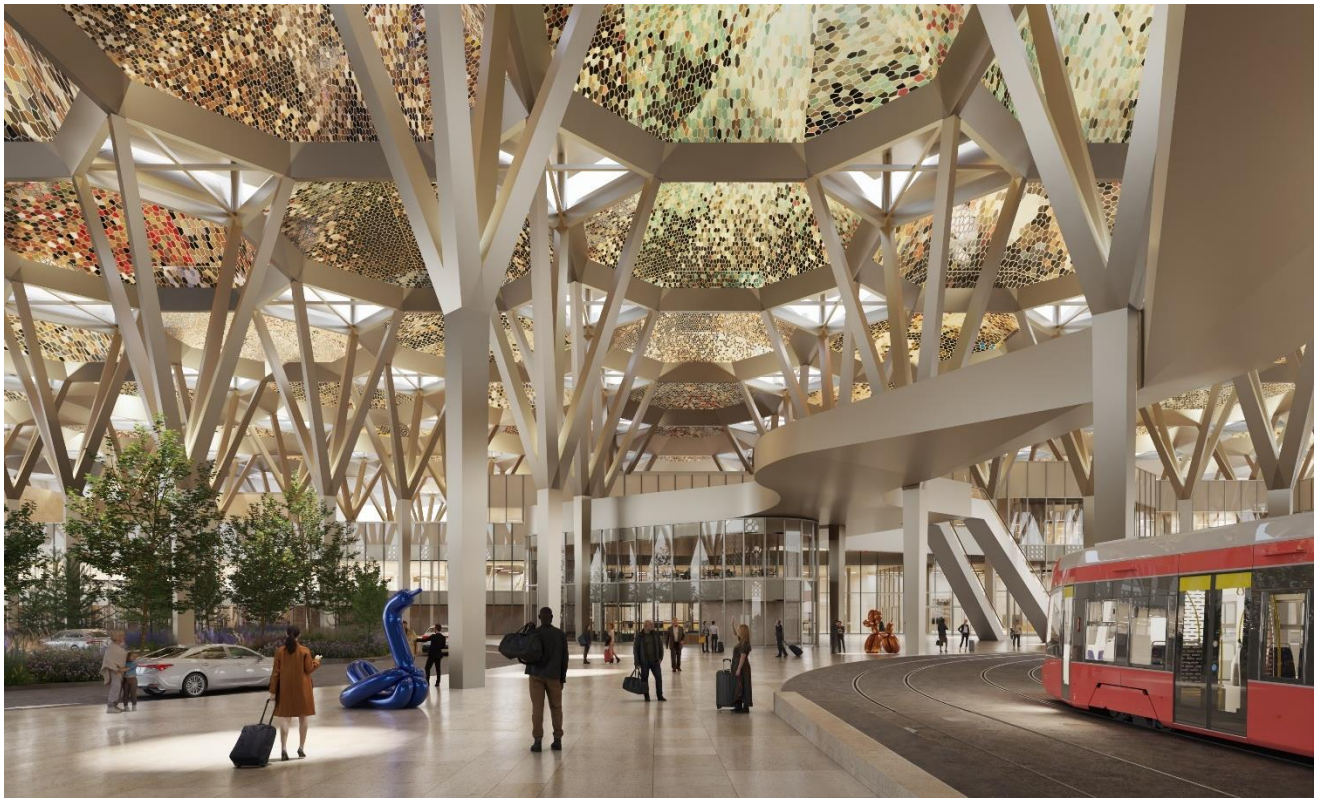


Figura 1. Vista del loggiato di copertura

1.1. Scopo

Il seguente report tratta gli aspetti ingegneristici concettuali della facciata comprendendo una descrizione preliminare dei tipi di rivestimento ipotizzati a progetto. Come delineato nei dettagli prodotti per la rappresentazione del progetto, il processo di definizione e di affinamento continuerà con il team di progettazione e gli appaltatori fino alla finalizzazione durante le successive fasi di progettazione e costruzione del progetto.

Nelle pagine seguenti alcune parti di facciata evidenziata nei prospetti identificano le diverse tipologie di rivestimento mostrando i principali sistemi di costruzione e le descrizioni tecniche per ogni tipologia.

Le implicazioni costruttive sono state analizzate e descritte per illustrare lo sviluppo del progetto proposto e per discutere le questioni che influenzeranno il processo di progettazione nella fase successiva.

Le informazioni contenute in questo documento sono preliminari e saranno soggette a perfezionamento durante la progettazione ma contengono comunque una stima economica che consenta una adeguata flessibilità per accomodare le diverse soluzioni tipologiche applicabili.

La relazione tende infatti a esplicitare le strategie progettuali e deve essere letta insieme agli altri documenti prodotte dal gruppo di progettazione nel suo insieme.

1.2. Sito

Il sito dell'Aeroporto di Firenze si trova in via del Termine 11, nell'area individuata sulla mappa ed evidenziata nell'immagine seguente.



Figura 2. Planimetria stato di fatto Aeroporto esistente.

Il nuovo terminal passeggeri sarà situato in un'area a cavallo della linea della tramvia esistente. La parte di espansione si troverà infatti a Nord Est dell'attuale tracciato della linea T2. Il Terminal esistente, in particolare quello di più recente costruzione, verrà ristrutturato e rifunzionalizzato per connettersi al nuovo terminal che si svilupperà nella sopracitata area come mostrato nell'immagine seguente.



Figura 3. Planimetria sviluppo futuro Aeroporto.

1.3. Elementi critici del design

Il nuovo complesso aeroportuale è composto dal Terminal Passeggeri, dal parcheggio multipiano, dall'edificio dedicato alla riprotezione degli uffici. Tutti questi elementi sono collegati al piano terra, dal sistema viario e pedonale anch'esso oggetto di rivisitazione progettuale. Il sistema è infatti adesso composto da un sistema viario a senso unico e doppia corsia.

Selezione del sistema di facciata e dei materiali di rivestimento

Come accennato in precedenza al fine di tracciare una strategia di intervento sugli involucri edilizi sono stati selezionati alcuni potenziali sistemi di facciata come indicato nei seguenti capitoli. Allo stesso modo sono stati identificati diversi materiali di rivestimento possibilmente applicabili tenendo conto sia della resa estetica che della durata. I metodi utilizzati per la valutazione sono esplicitati in seguito. Tutti questi studi prendono inoltre in considerazione sia le prestazioni di isolamento termico e acustico sia la resistenza ai carichi del vento dettando quindi il dimensionamento totale delle varie soluzioni proposte.

Design dell'involucro trasparente

Parte dell'involucro edilizio sarà interessato da superfici trasparenti e come tale avranno delle implicazioni tecniche di particolare rilevanza che al contempo richiedono il rispetto dei requisiti estetici del progetto architettonico.
Tra gli elementi da attenzionare sono inclusi i requisiti per le prestazioni tecniche e la facilità di manutenzione e sostituzione. Per gli aspetti tecnici dovranno rispettare i valori di isolamento termico, acustico e di sicurezza oltre che un adeguato livello di protezione da abbagliamento a seconda delle categorie funzionali degli spazi che dovranno contenere. Sarà necessario quindi un futuro approfondito coordinamento con i consulenti impiantistici ed energetici per stabilire le relative prestazioni da raggiungere nei vari ambiti.

Coordinamento Strutturale

Fondamentale per la finalizzazione delle soluzioni di facciata sarà il coordinamento tra la pelle esterna degli edifici e lo studio della parte strutturale con particolare attenzione alla modularità di entrambi. Inoltre a livello termico sarà importante gestire tutti i dettagli per evitare eventuali ponti termici..

Acustica

I requisiti acustici da rispettare saranno dettati anche dalla vicinanza di strade ad alto traffico e dalla diretta interfaccia con i piazzali aeromobili.

Requisiti di resistenza al fuoco

La parte relativa ai requisiti antincendio e di resistenza al fuoco dovrà rispettare i requisiti necessari per questa tipologia di infrastrutture. Questi aspetti verranno approfonditi nei seguenti livelli di progettazione.



Figura 4. Vista aerea da Ovest

1.4. Codici e normative di riferimento

Tutti gli aspetti tecnici del progetto rispettano la normativa legata alle NTC Italiana, gli Eurocodici e i CWTC standard. Di seguito vengono riportate le linee guida prese a riferimento per lo sviluppo progettuale:

Regolamento edilizio

Generale

- UNI EN 1990: 2006: Criteri di progettazione strutturale

Carichi

- UNI EN 1991-1-1:2002 Eurocodice1: Azioni sulle strutture – Parte 1-1: Criteri generali di progettazione strutturale
- UNI EN 1991-1-3: 2003 Eurocode 1: Azioni sulle strutture – Parte 1-3: Azioni generali- Carichi da neve
- UNI EN 1991-1-4:2010 Eurocode 1: Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni generali- Azioni del vento
- UNI EN 1991-1-5:2003 Eurocode 1: Azioni sulle strutture – Parte 1-5: Azioni generali– Azioni termiche

Acciaio e acciaio inossidabile

- UNI EN 1090:1-2012: Esecuzione di strutture in acciaio e in alluminio. Parte 1: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali
- UNI EN 1993-1-:2014: Eurocodice 3: Progettazione delle strutture in acciaio- Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1993-1-4:2021: Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-4: Regole generali - Regole supplementari per acciai inossidabili

Alluminio

- UNI EN 1090-3:2019. Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-4: Regole generali - Regole supplementari per acciai inossidabili
- UNI EN 1999-1-1:2007 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-4: Regole generali - Regole supplementari per acciai inossidabili

Vetro

- UNI EN 1863- Tutte le parti: Vetro per edilizia - Vetro di silicato sodo-calcico indurito termicamente
- UNI EN 14179- Tutte le parti: Vetro per edilizia - Vetro di sicurezza di silicato sodo calcico temprato termicamente e sottoposto a "heat soak test"
- UNI EN ISO 12543- Tutte le parti: Vetro per edilizia - Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza
- UNI EN 1279- Tutte le parti. Vetro per edilizia - Vetrate isolanti
- UNI EN 12600: 2004: Vetro per edilizia - Prova del pendolo - Metodo della prova di impatto e classificazione per il vetro piano
- UNI EN 1036-2:2008: Vetro per edilizia - Prova del pendolo - Metodo della prova di impatto e classificazione per il vetro piano
- UNI 10805:1999: Ringhiere, balaustre o parapetti prefabbricati - Determinazione della resistenza meccanica a carico statico di colonne e colonne-piantone.

Facciate continue, finestre e porte

- UNI EN 13830:2020. Facciate continue - Norma di prodotto
- UNI EN 13051:2002. Facciate continue - Tenuta all'acqua - Prova in sito
- CWCT Standards
- CWCT Technical notes
- UNI EN 12207: 2017. Finestre e porte - Permeabilità all'aria - Classificazione
- UNI EN 12208: 2000. Finestre e porte - Tenuta all'acqua - Classificazione
- UNI EN 12210: 2000. Finestre e porte - Resistenza al carico del vento - Classificazione

Performance termiche

- UNI EN ISO 6946: 2018: Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodi di calcolo
- UNI EN 673: 2011 Vetro per edilizia - Determinazione della trasmittanza termica (valore U) - Metodo di calcolo
- UNI EN ISO 10077: Tutte le parti. Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica
- UNI EN ISO 10211:2007 – Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali - Calcoli dettagliati
- UNI EN ISO 13788:2012. Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo

Normative antincendio

- DM 25/01/2019: Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro

2. Tipologie di Rivestimento esterno

2.1. Descrizione dei sistemi

I principali sistemi di facciata presenti nel progetto sono riassunti nel seguente elenco:

1) Aerostazione (A)
   a) Facciata continua vetrata trasparente a celle (A.a)
   b) Facciata continua vetrata opaca a celle (A.b)
   c) Facciata in pannelli in cemento armato prefabbricato (A.c)
2) Parcheggio multipiano (P)
   a) Facciata continua composta da elementi di fibrocemento (P.a)
   b) Facciata continua composta da elementi di fibrocemento con parete vetrata. (P.b)
3) Edificio uffici (U)
   a) Composta da elementi prefabbricati in cemento e pannellatura vetrate. (U.a)
4) Copertura del loggiato (L)
   a) Acciaio verniciato (L.a)
   b) Pannellature in alluminio e EFTE (L.b)

2.2. Aerostazione facciata continua (A)

Studio e principi del design

Dall'analisi del progetto architettonico sono state individuate due principali tipologie di facciate continue:

- A.a con pannelli trasparenti
- A.b con pannelli opachi

Questa è una facciata continua a celle di altezza variabile in funzione della posizione e verticale.

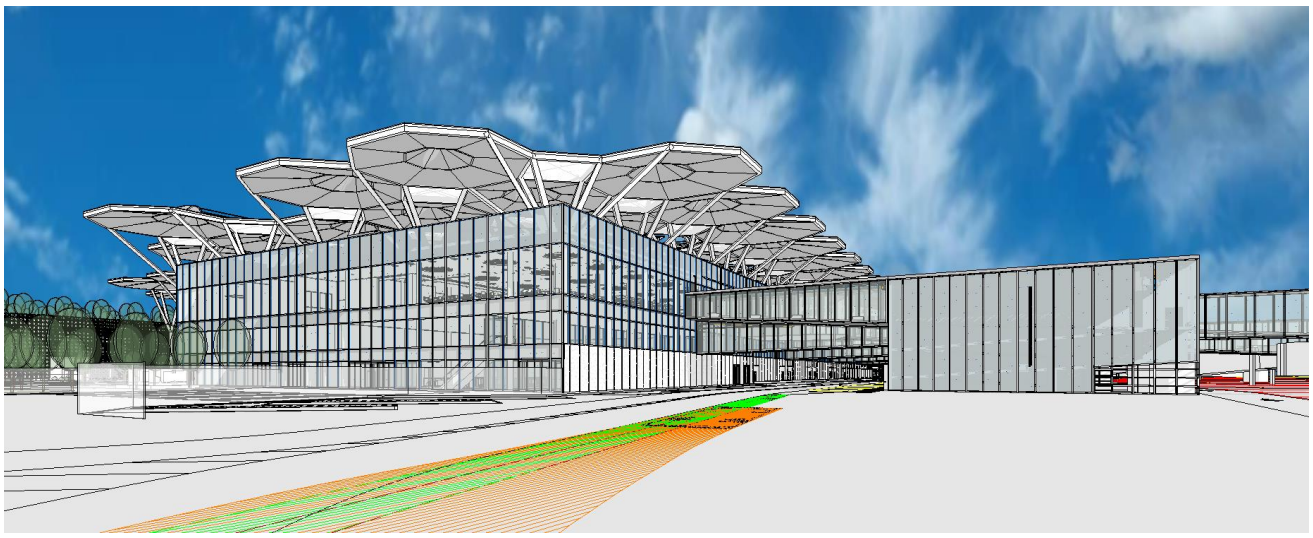


Figura 5. Facciata continua. V vista da airside.

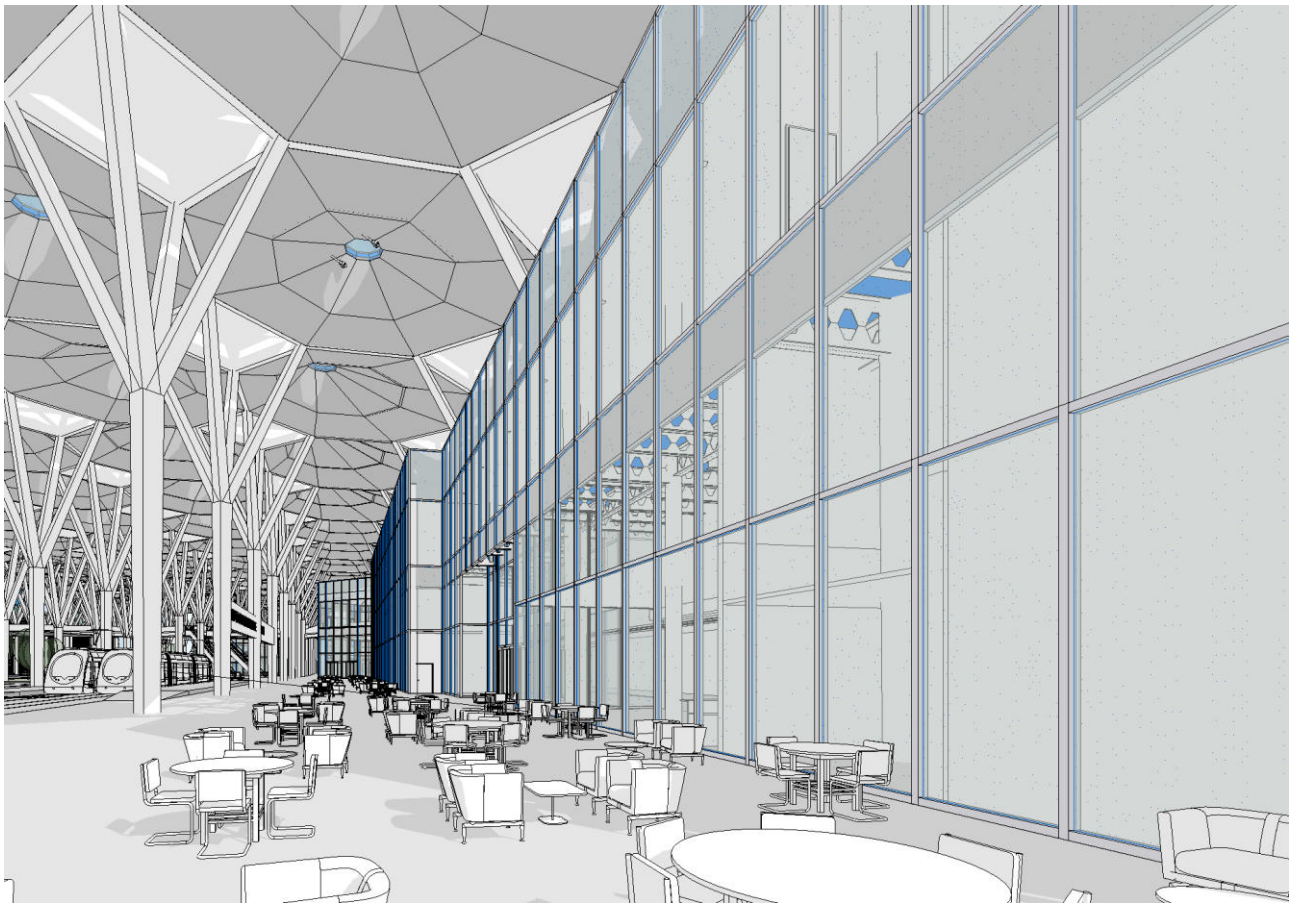


Figura 6. Facciata continua. Vista dal landside.

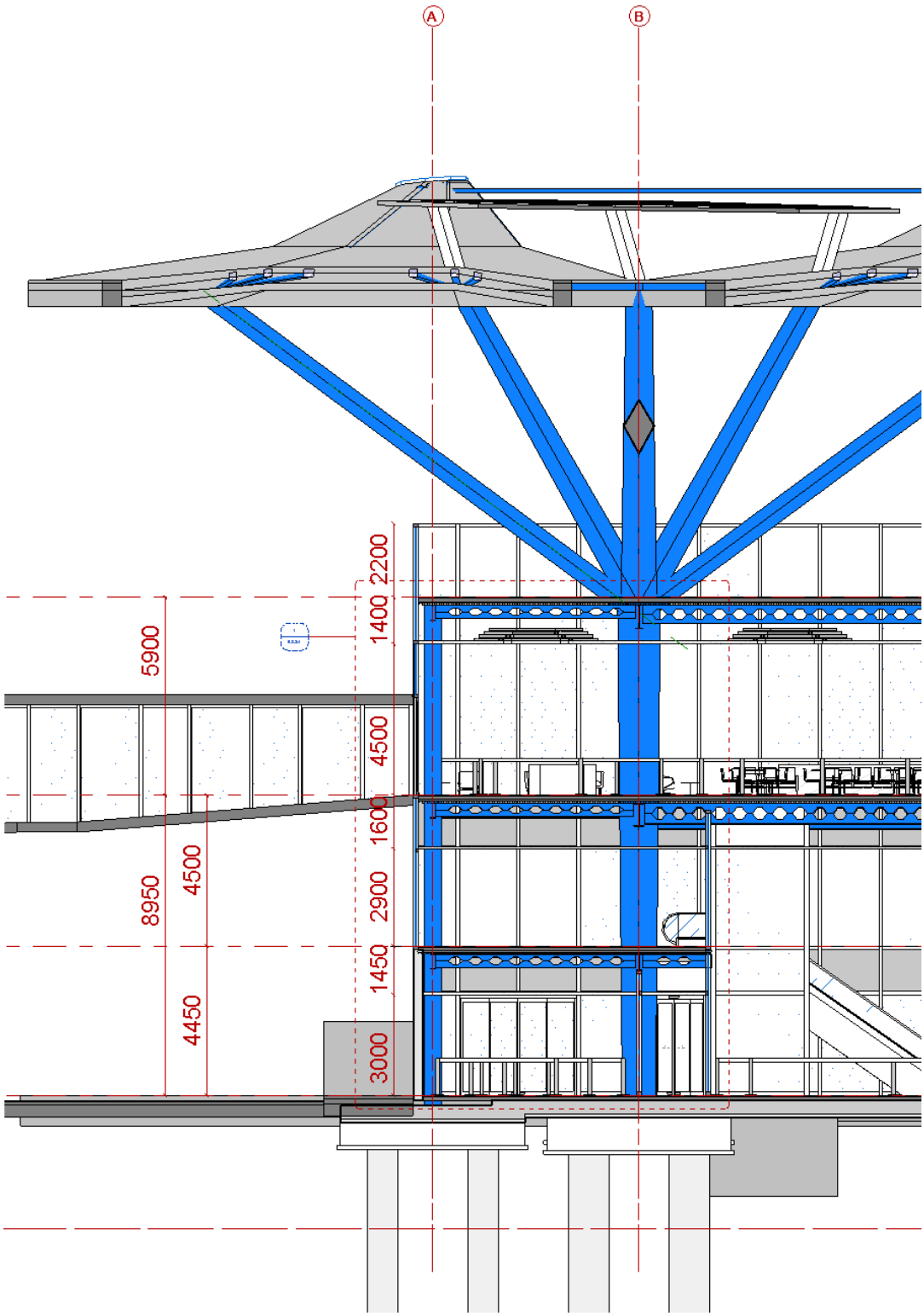


Figura 7. Facciata continua, sezione tipologica di facciata Airside.

Design strutturale

Gli elementi che compongono le Facciate A.a e A.b saranno formati da celle vetrate bordate da un profilo ad L a protezione della lastra verso l'esterno.

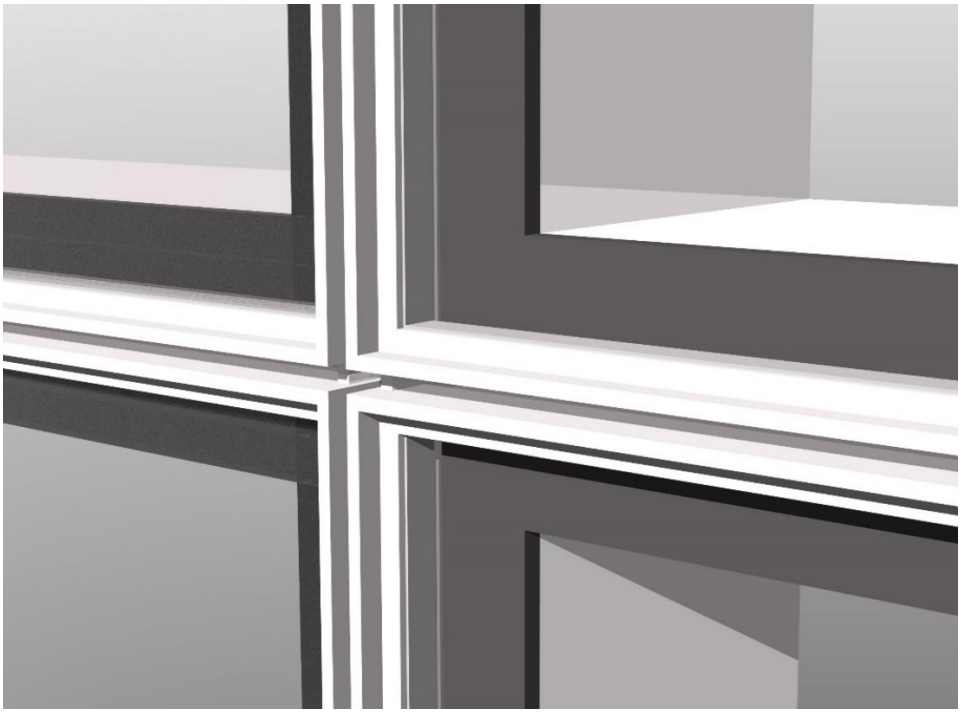


Figura 8. Nodo tipologico facciata continua a celle (vista 3D).

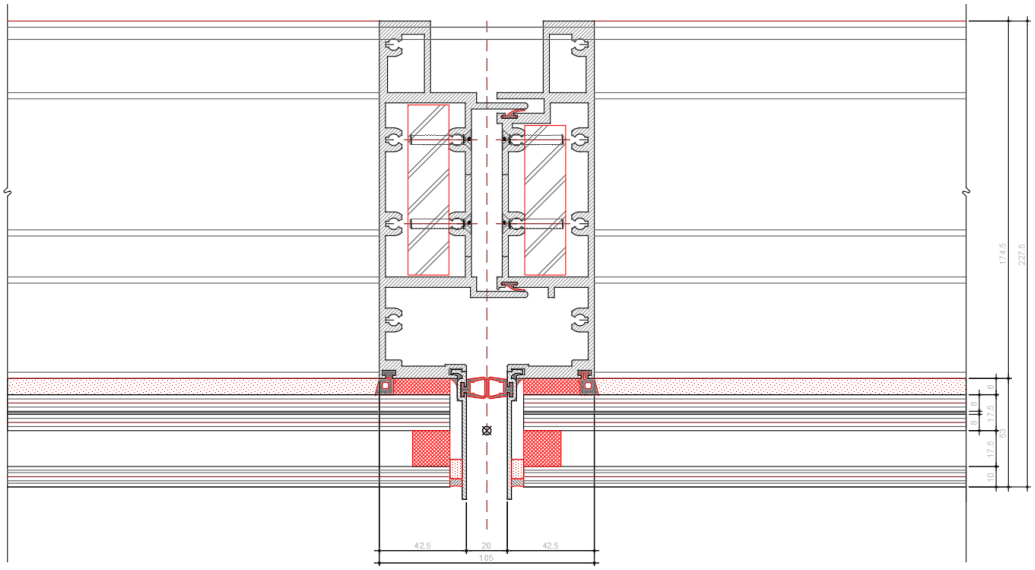


Figura 9. Nodo tipologico facciata continua a celle (sezione orizzontale).

Dal punto di vista strutturale, la dimensione delle celle detta la dimensione del telaio che è influenzato dall'altezza e il passo delle lastre di vetro. La maggiore sollecitazione che le celle devono essere in grado di resistere è rappresentata dal vento con una forza in depressione di -2.1kPa.

Inoltre, a causa dell'inclinazione della facciata, anche il peso del vetro costituisce un vincolo progettuale. La stratigrafia del vetro preso in considerazione è: 8+8.4-18-10, con uno spessore totale di vetro di 26mm.

Si è cercato di utilizzare dei profili in alluminio che sarebbero più economici e leggeri. La sezione standard proposta è 180x50x3.

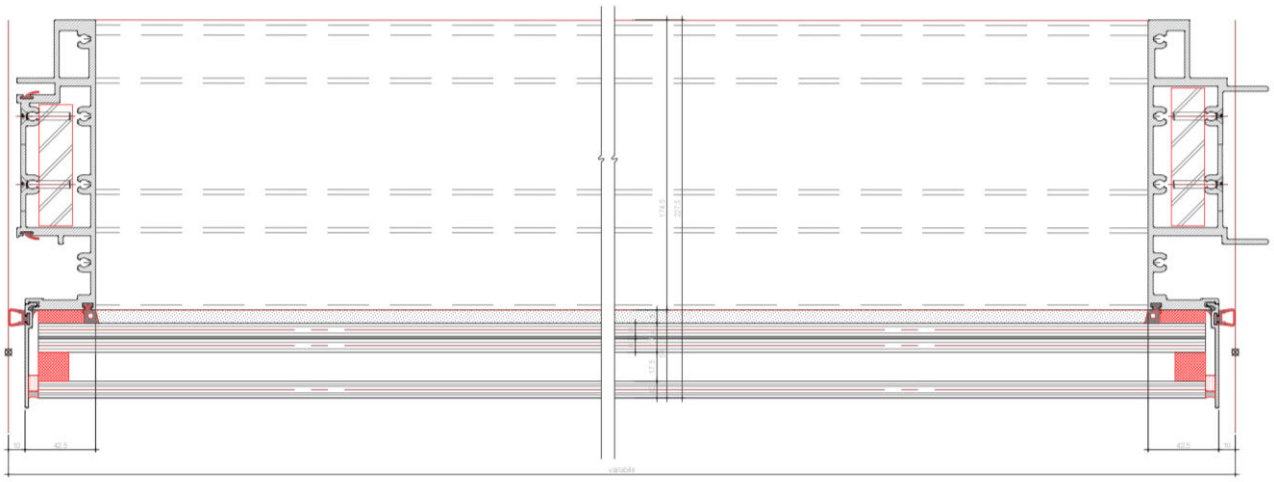


Figura 10. Tipologico della cella di facciata (sezione orizzontale).

Design facciata continua a pannelli opachi

La facciata continua con celle opache può essere realizzata con gli stessi elementi già descritti ma utilizzando delle lastre vetrate retro-verniciate. In alternativa il vetro può essere sostituito con pannelli sandwich (pannello composito con isolamento in lana di roccia).

I pannelli in alluminio possono essere montati con la stessa tecnologia in modo da garantire lo stesso effetto visivo soprattutto nei punti dove è richiesta la garanzia di eliminare introspezione.

Una soluzione a facciata continua opaca è applicata anche alle pareti dei torrini utilizzati per il percorso di imbarco. In questo caso però insieme alle lastre retro-verniciate viene accoppiata una parete di cartongesso REI per garantire le prestazioni necessarie ad un percorso di esodo.

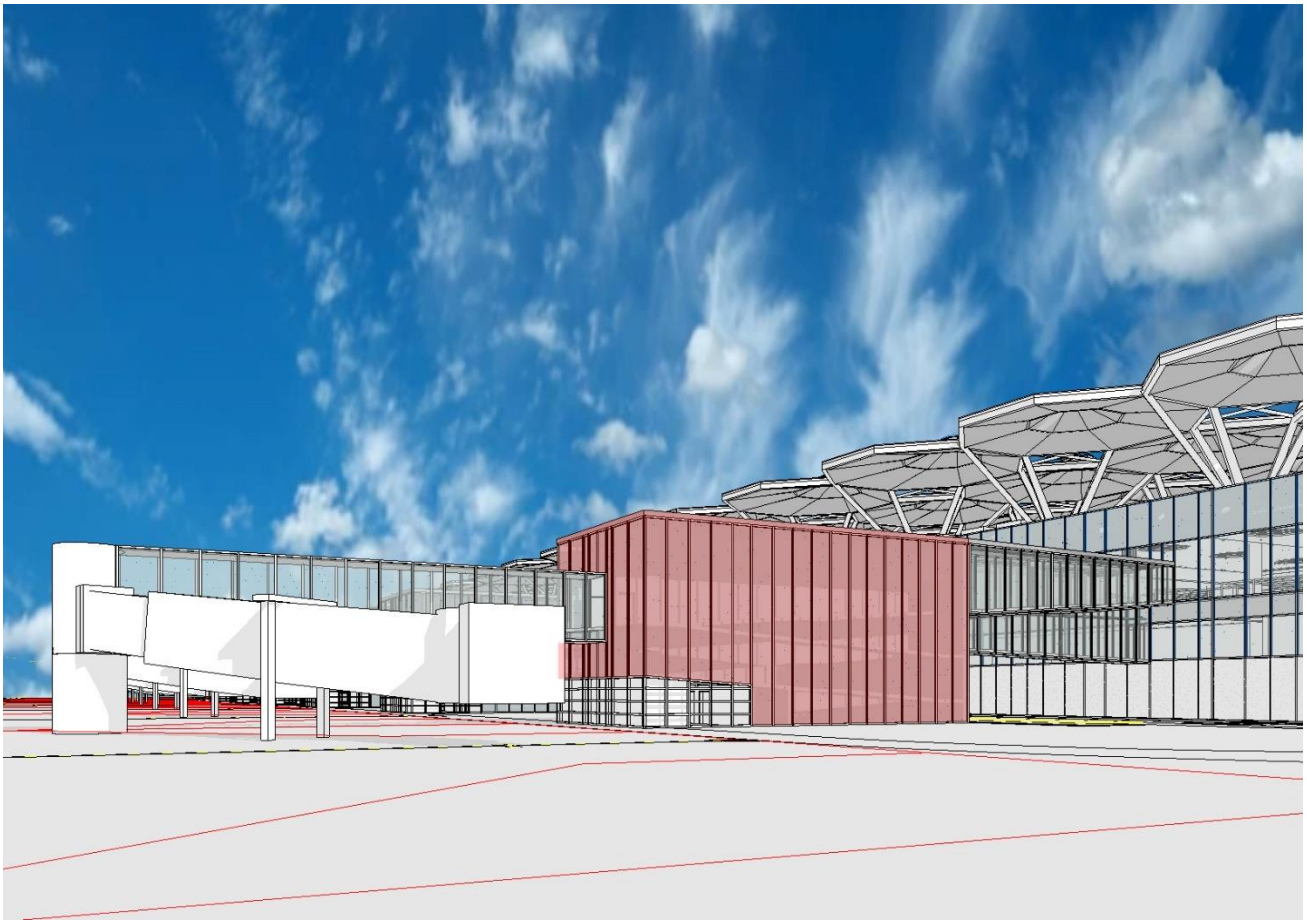


Figura 11.Torrino di distribuzione per l'area di imbarco e luogo sicuro.

Riferimenti progettuali



Figura 12.Archea Associati Hope Square | Edificio per uffici (Taipei, TW). Facciata continua.



Figura 13.Archea Associati Hope Square | Edificio per uffici.(Taipei, TW) Facciata continua.



Figura 14 Archea Associati, Stadio Nazionale dell'Albania | Stadio nazionale (Tirana, Albania- Facciata continua.



Figura 15. Archea Associati, Viola Park | Centro Sportivo Firenze (FI).



Figura 16. Archea Associati, Viola Park | Centro Sportivo Firenze (FI).

2.3. Aerostazione Facciata in pannelli in cemento armato prefabbricato (A.c)

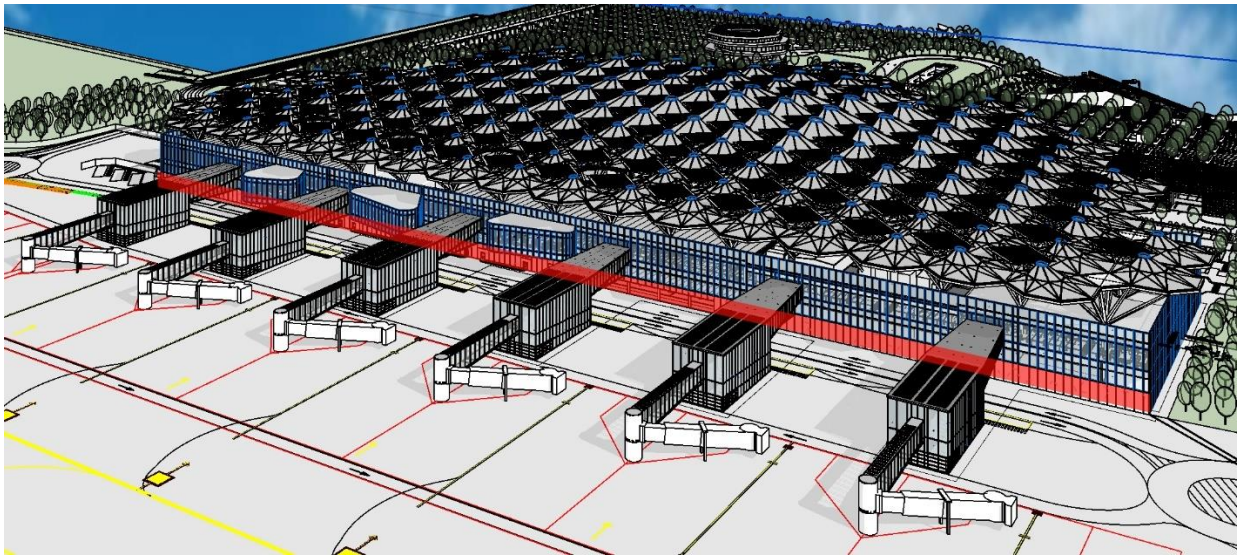


Figura 17. Facciata in calcestruzzo prefabbricato. Mark up di facciata.

Il design prevede una facciata opaca in calcestruzzo prefabbricato al piano terra., lungo il lato airside del terminal. Questo tipo di pannelli è, in genere, progettato come elementi auto-portanti che possono essere sia supportati alla base (condizione tipica) o appesi (condizione speciale). Da un punto di vista strutturale, i pannelli prefabbricati sono in genere progettati come una trave su due appoggi, che richiede una cerniera per supportare il peso proprio e un vincolo per i movimenti fuori dal piano alla base.

La dimensione massima è di 4mx12m, definito principalmente dai limiti di trasporto e peso. Lo spessore minimo strutturale è di 150mm per assecondare due strati di barre di acciaio e la protezione del bordo in cemento. Nel caso specifico per coordinarsi meglio con la facciata continua in vetro la finitura del pannello prefabbricato avrà vari elementi di decorazione e giunti per simulare la dimensione delle celle vetrate.

Produzione

Le unità prefabbricate vengono gettate in degli stampi individuali, che sono in genere fatte in legno o acciaio a seconda della complessità e il numero di moduli che si ripetono. Il processo di colatura è simile al processo eseguito in situ, con un'attenta vibrazione che è eseguita per compattare il cemento e garantire una forza ottimale, durabilità, aspetto e avere controllo delle crepe. La sformatura è normalmente effettuata una volta che il cemento ha ottenuto una resistenza minima di 15 N/mm2.

È possibile sformare il pannello anche con una resistenza minore, ma è necessaria speciale attenzione per garantire che il pannello non sia danneggiato durante il processo. La produzione dello stampo in cemento prefabbricato può contribuire significativamente al costo, in particolare c'è un limite di ripetizioni della geometria del pannello.

Finitura

Il finishing del pannello verrà discusso più in dettaglio nelle prossime fasi progettuali. Di seguito si riportano comunque alcune referenze progettuali da poter prendere a riferimento.

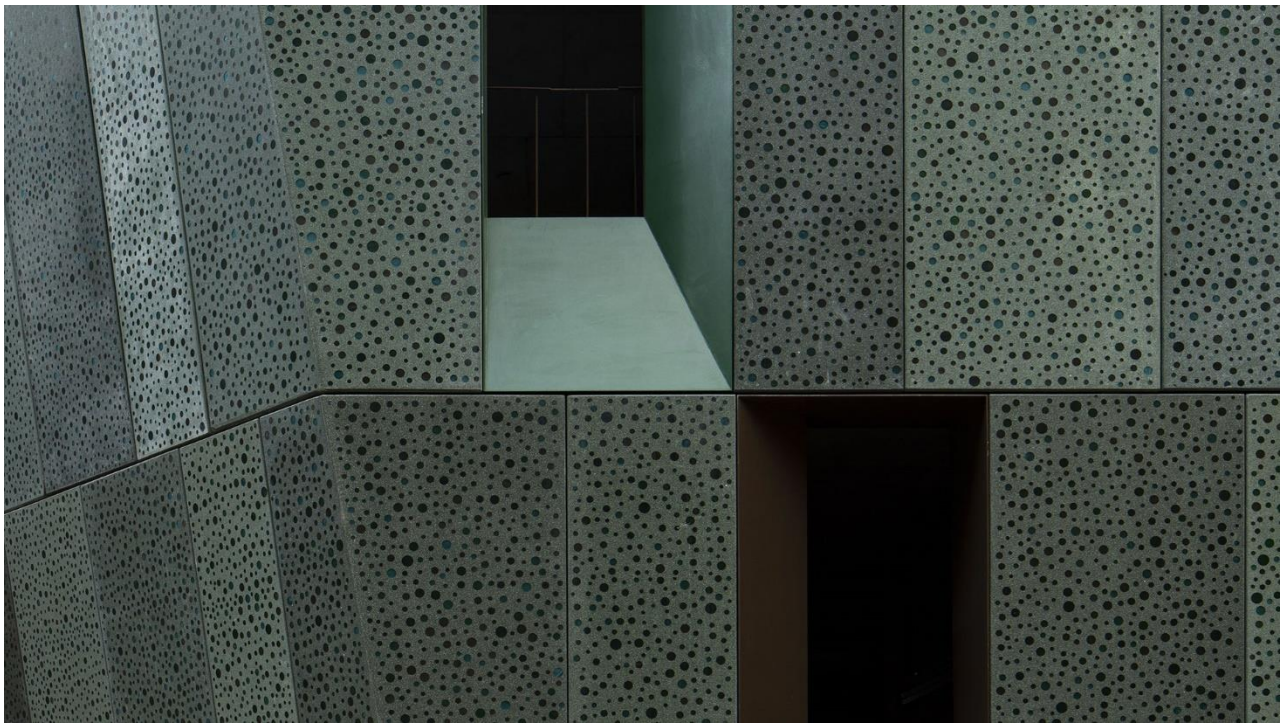


Figura 18. Archea Associati, Alban Tower | Torre polifunzionale (Tirana, Albania)

Trasporto

In generale, gli elementi trasportati orizzontalmente possono utilizzare camion con rimorchi piani che possono arrivare a 13m di lunghezza (massima larghezza di 2.55m), quelli trasportati verticalmente possono utilizzare camion con altezza massima di 3.7m di pannello e una lunghezza massima di 8m. In casi particolari, possono essere trasportati anche elementi di dimensioni maggiori, ma è fortemente sconsigliato.

2.4. Parcheggio Multipiano. Facciata composta da elementi di fibrocemento (P.a e P.b)

Studio e principi del design

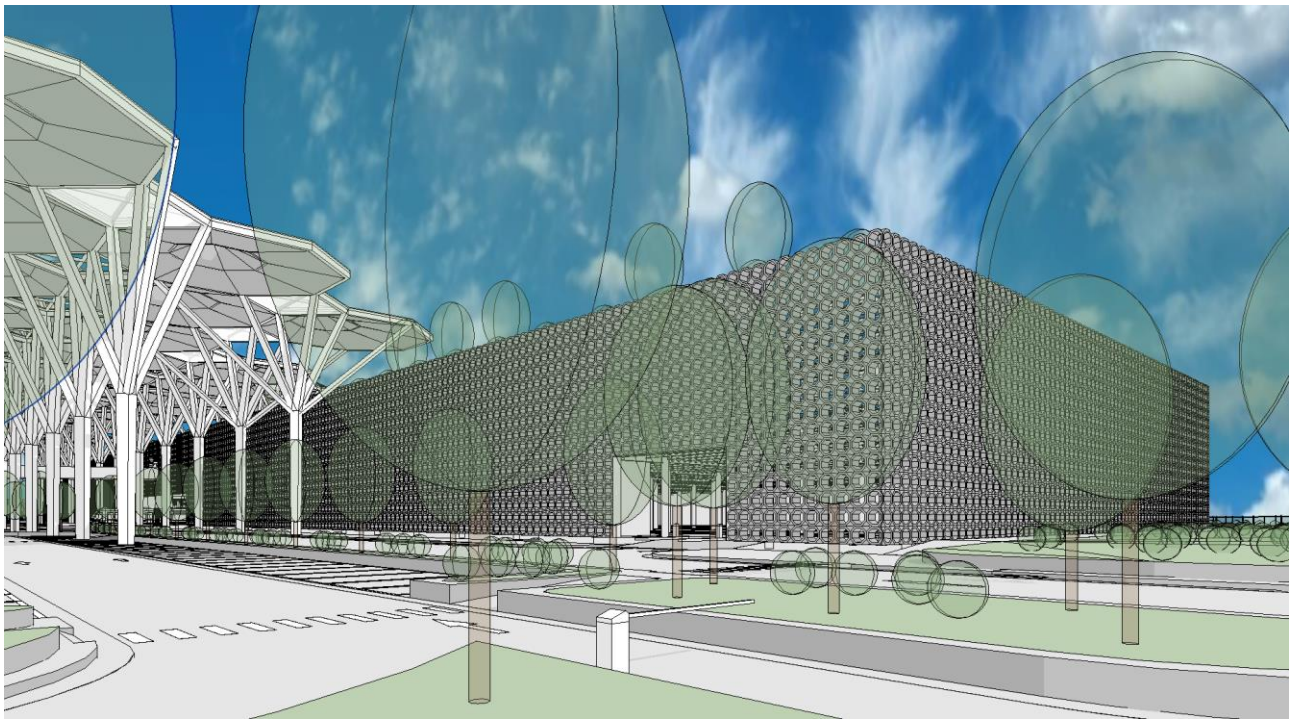


Figura 19. Parcheggio multipiano, lato partenze, ingresso per lunga sosta.

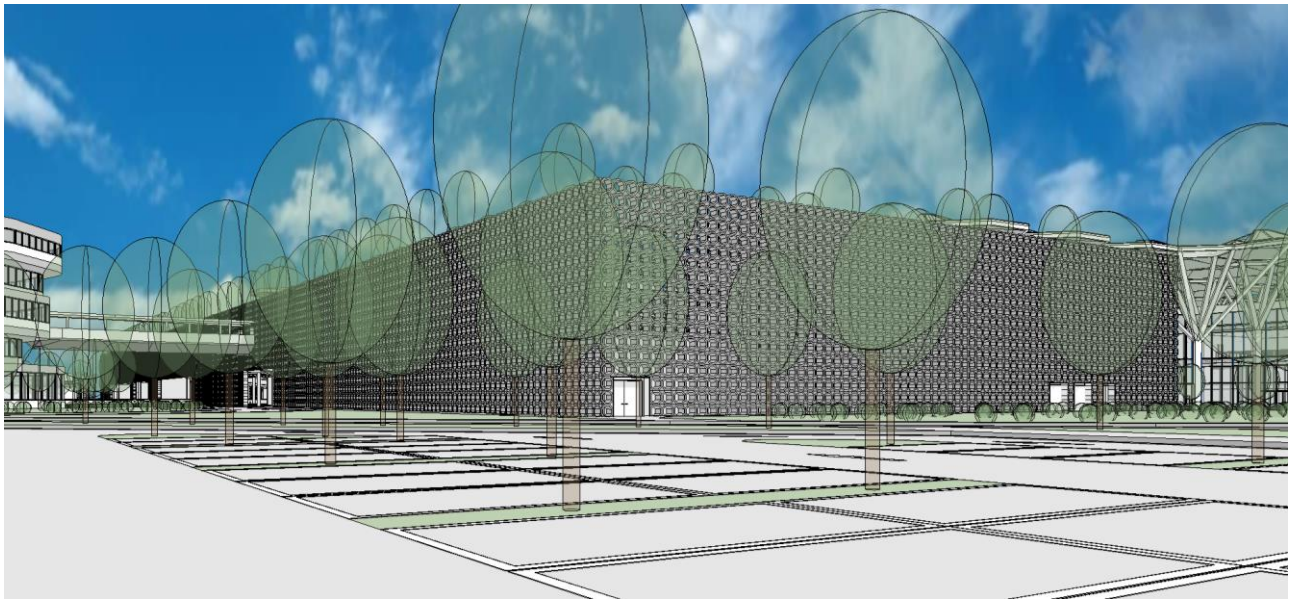


Figura 20. Parcheggio multipiano, lato arrivi

Dall'analisi del progetto architettonico sono state individuate due principali tipologie di facciate realizzate in elementi di fibrocemento:

- P.a Facciata continua composta da elementi di fibrocemento
- P.b Facciata continua composta da elementi di fibrocemento con parete vetrata.

Questa facciata è composta da elementi in GRC collegati tra loro da una struttura di acciaio. Gli elementi in GRC possono avere varie dimensioni asseconda del progetto architettonico e si possono realizzare pannelli con finiture e colori a scelta.

Design strutturale

Per ottemperare alla verifica sismica essendo la facciata molto estesa e senza soluzione di continuità i vari conci saranno legati tra loro da una struttura metallica che può essere:

- nascosta nella profondità della facciata che al momento è suggerita di 65cm o
- resa visibile
  - sia all'interno del parcheggio con una scansione da definire dopo la verifica strutturale dei carichi
  - sia, direttamente in facciata, sottoforma di telai che riquadrano delle porzioni di facciata.

Gli elementi possono essere assemblati all'interno della struttura metallica sia direttamente in cantiere o fare un pre-assemblaggio a più d'opera. In genere è meglio evitare pre-assemblaggi in officina dato che la rigidezza dei materiali e l'eccessivo peso della struttura possono essere causa di danneggiamento durante le operazioni di trasporto e movimentazione dei vari pannelli.

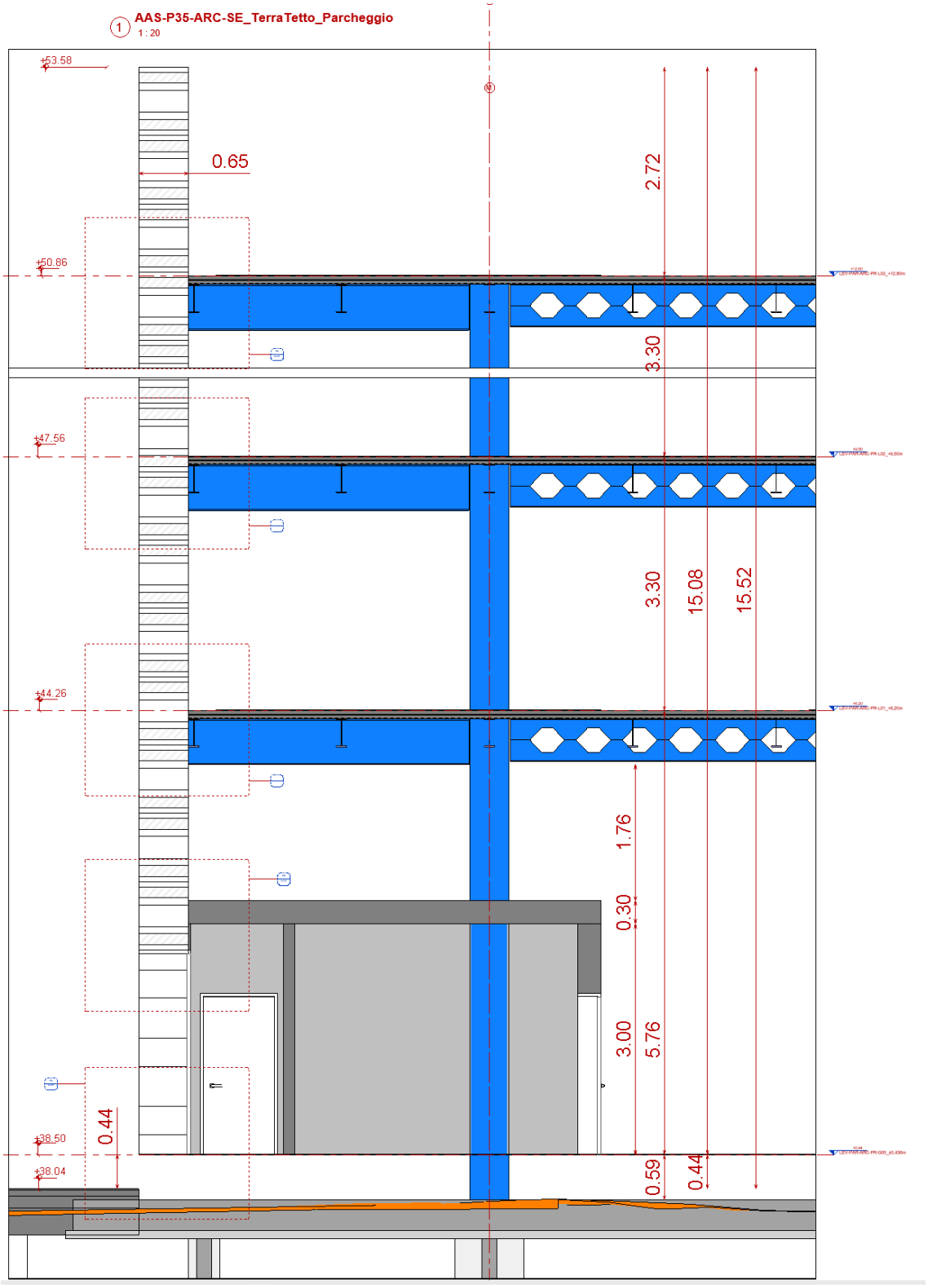


Figura 21. Facciata in elementi di fibrocemento, sezione tipologica.



Figura 22. Facciata in elementi di fibrocemento, render dall'area partenze del piazzale.

Riferimenti progettuali

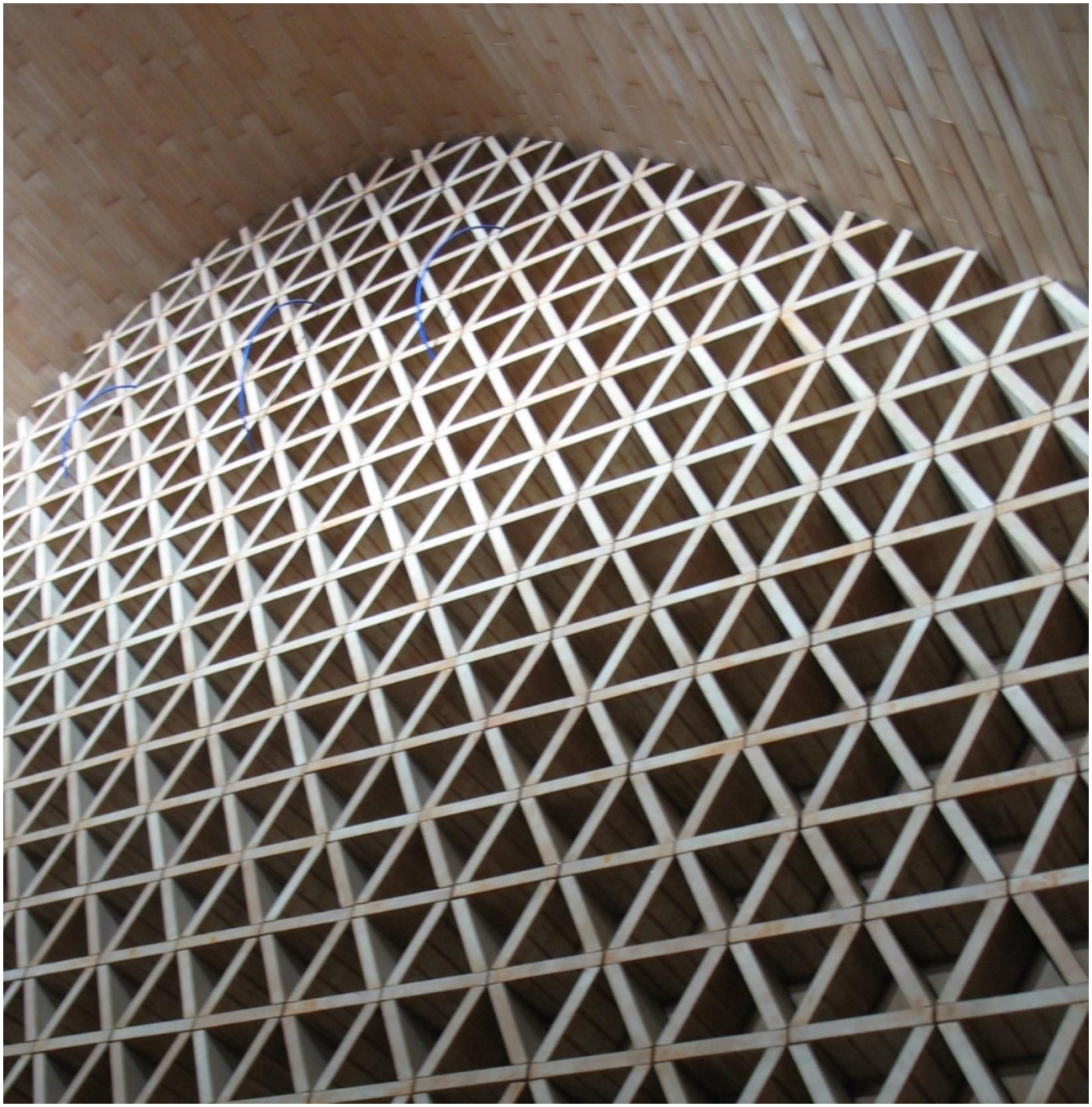


Figura 23. Archea Associati, Antinori nel Chianti Classico | Cantina vinicola (Bargino, San Casciano Val di Pesa -FI)



Figura 24. Archea Associati, GEL – Green Energy Laboratory | Centro di ricerca (Shanghai, China)

2.5. Edificio per uffici.
Facciata (U.a) composta da elementi prefabbricati in cemento e pannellature vetrate

Studio e principi del design

L'involucro di facciata è composto da elementi prefabbricati in cemento con finitura e colore che rendono l'idea di un elemento lapideo, le parti in cemento, che si sviluppano lungo la bordatura del solaio di ogni singolo livello dell'edificio è interrotta da una finestratura a nastro che crea una vista a 360° osservabile per chi si trova all'interno dell'edificio. I telai che compongono le specchiature della finestratura devono essere dimensionati in modo da sostenere tutto il sistema della facciata.



Figura 25. Edificio per uffici

Design strutturale

I pannelli prefabbricati possono essere dei semplici gusci di chiusura dell'edificio. L'intero pacchetto murario può essere finito dopo la fine del montaggio più esterno con pannelli di lana di roccia e muratura finitura con intonaco e tinteggiatura in modo da aumentare il comfort termico e acustico dell'edificio.

La forma e l'altezza dell'interpiano dell'edificio possono permettere di avere gli elementi prefabbricati molto lunghi e quindi limitare le giunzioni lungo la facciata limitando anche il problema dell'infiltrazioni di acqua. La scelta del pannello prefabbricato in cemento è supportata dalla necessità di dare un effetto materico all'intero edificio ma anche di limitare le operazioni di manutenzione della facciata.

2.6. Copertura del loggiato, pannellature in alluminio e ETFE (L.b) sorrette da colonnato in acciaio verniciato (L.a)

La grande copertura, fulcro del progetto, genera un grande spazio coperto che protegge i viaggiatori dagli agenti atmosferici.

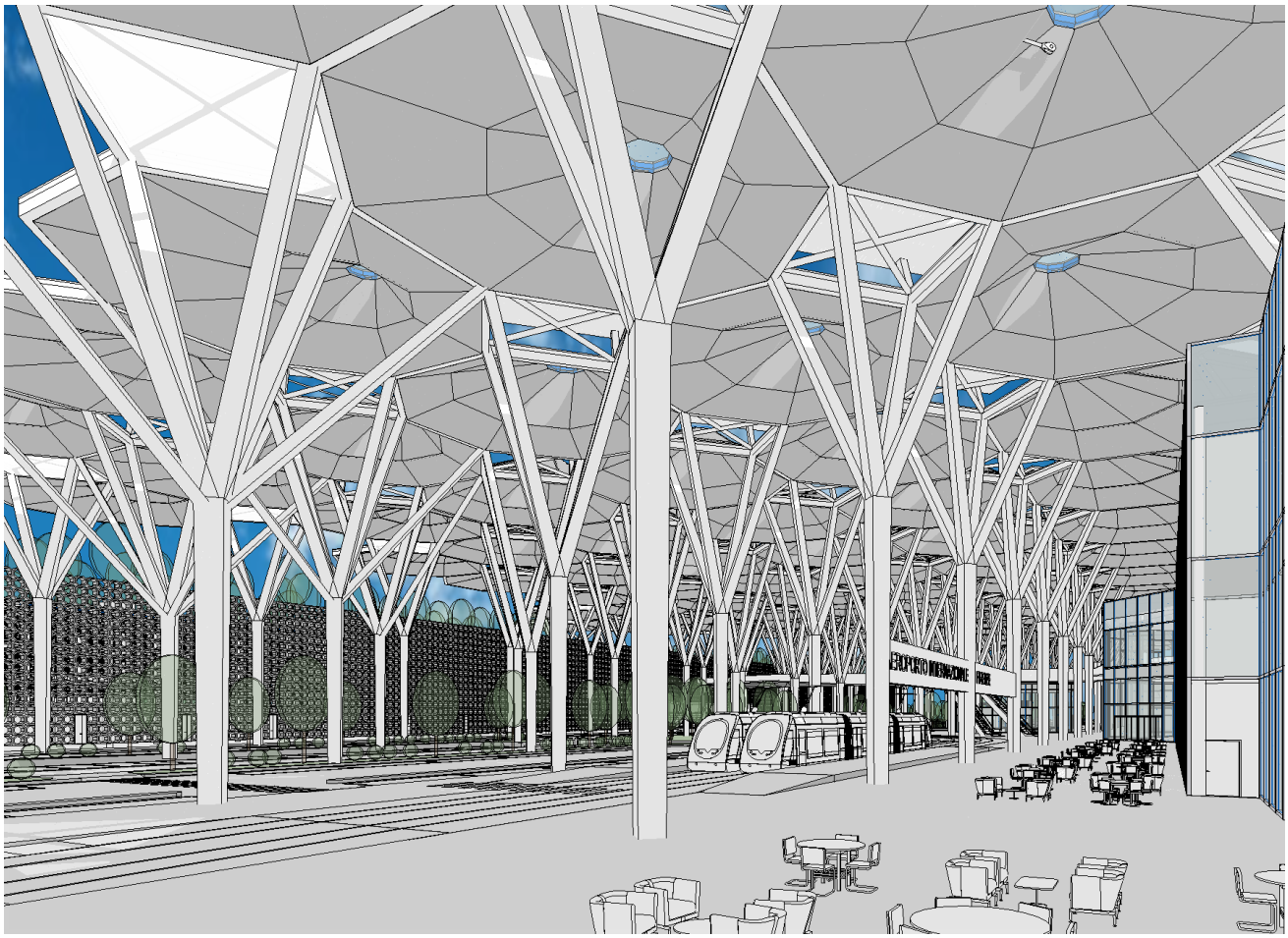


Figura 26. Loggiato (vista dell'area coperta))

Studio e principi del design

Il loggiato è composto da 159 moduli di 18mt x 18mt, la disposizione di tali moduli è irregolare in modo da coprire i punti più utili per i vari percorsi pedonali.

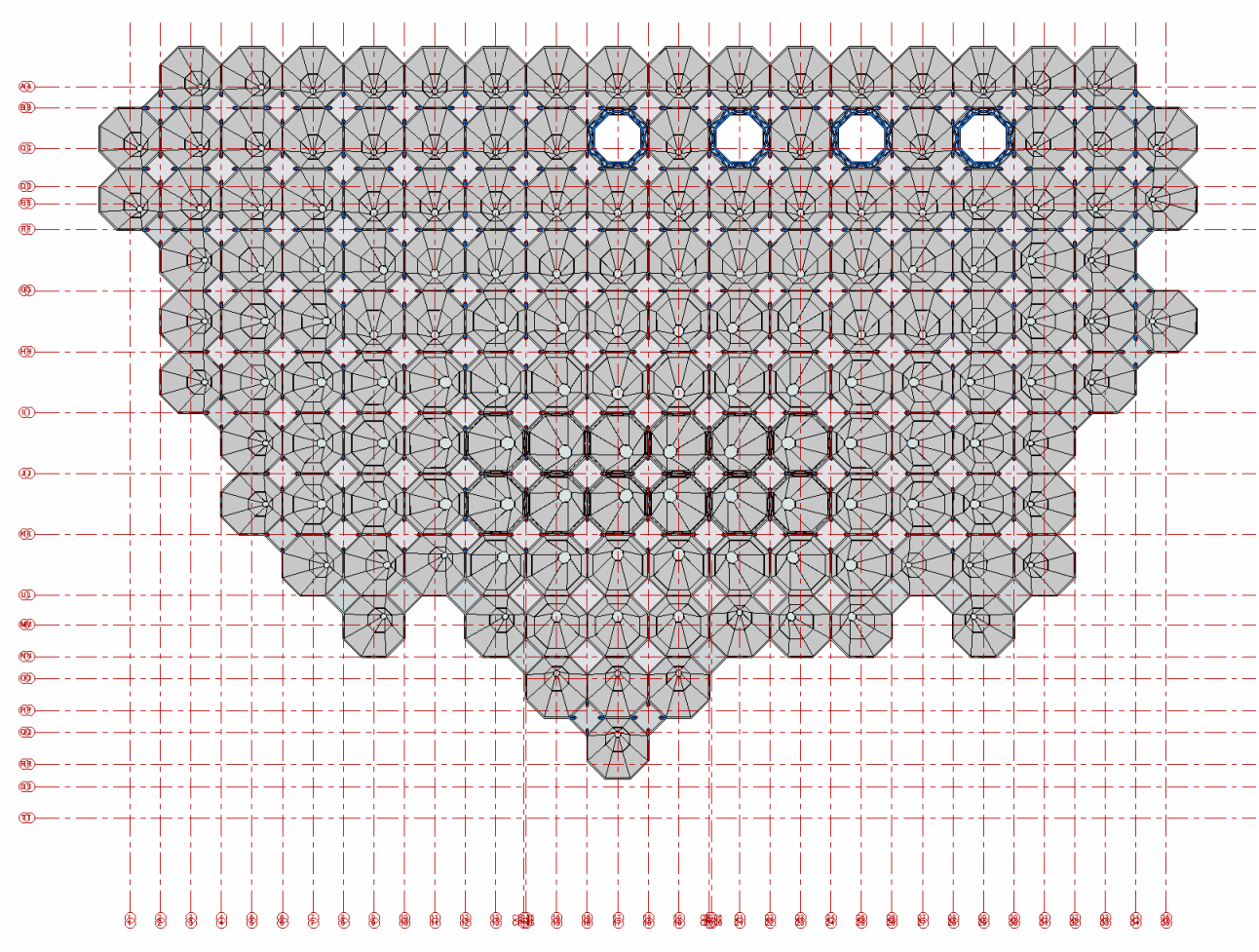


Figura 27. Copertura del loggiato (vista dell'intradosso)

L'altezza del piano di imposta della copertura è 24mt, un'altezza utile sia per favorire l'aereazione naturale sotto la copertura, sia per sormontare l'aerostazione e il parcheggio multipiano.

La colonna che compone il loggiato è una piramide tronca inversa a sezione quadrata che da una base di 70cm di lato si alza aprendosi fino ad avere 90cm di lato, dal quale partono 4 rami necessari per sostenere il tamburo di imposta delle cupole di copertura a base ottagonale. Si crea quindi un tetraedro rovescio di 7mt x 7mt.

La base di questo tetraedro e i monconi che compongono questo elemento strutturale sono anche le gronde e i pluviali per la raccolta dell'acqua piovana, inoltre la stessa crea un'apertura che è sormontata da un piano di 11mt x 11mt, adibito alla dislocazione dei pannelli fotovoltaici che creano un campo fotovoltaico di circa 2200Kw ovvero 11.000mq composti.

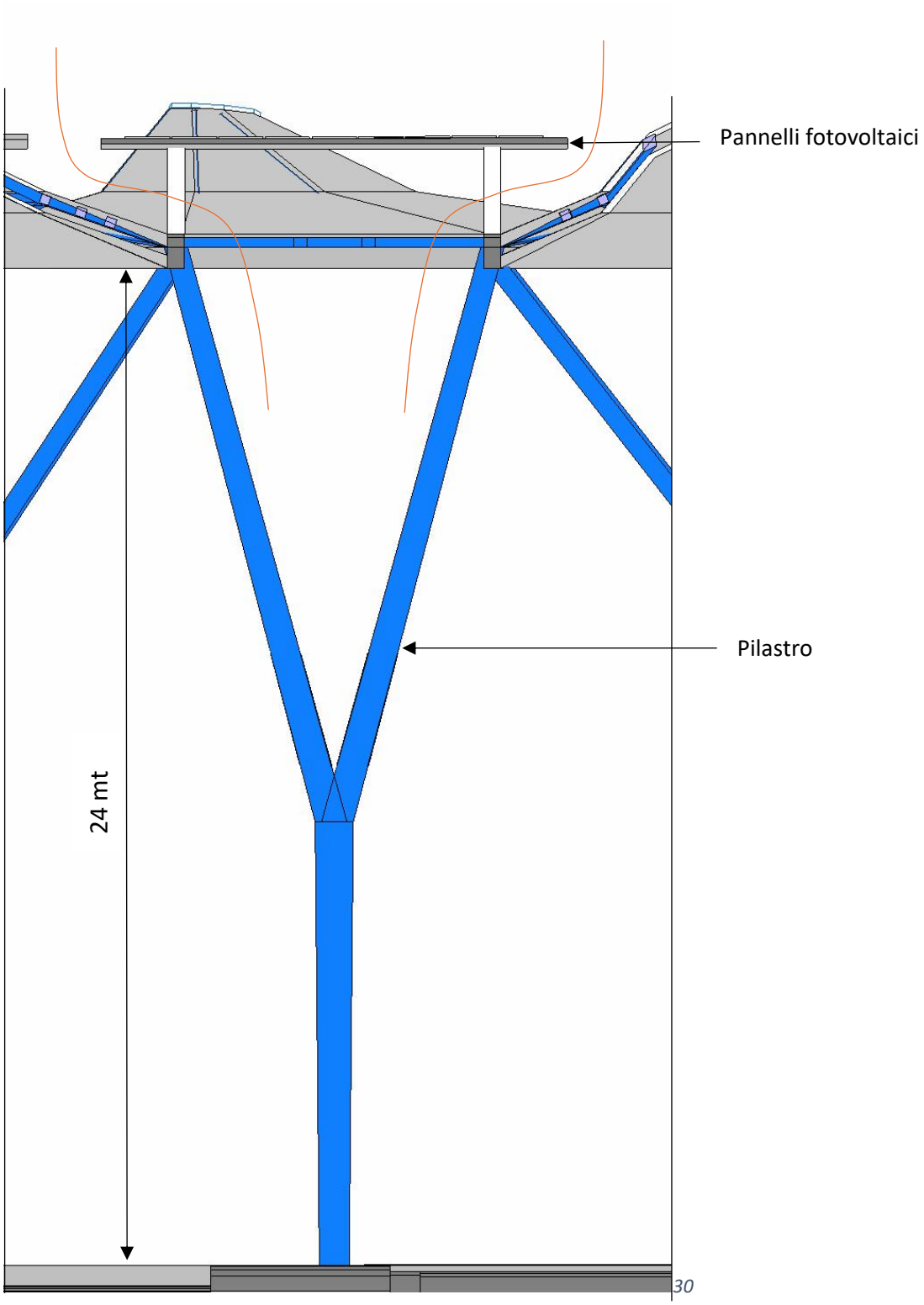


Figura 28. Prospetto del. pilastro e dei pannelli fotovoltaici.11

Design strutturale

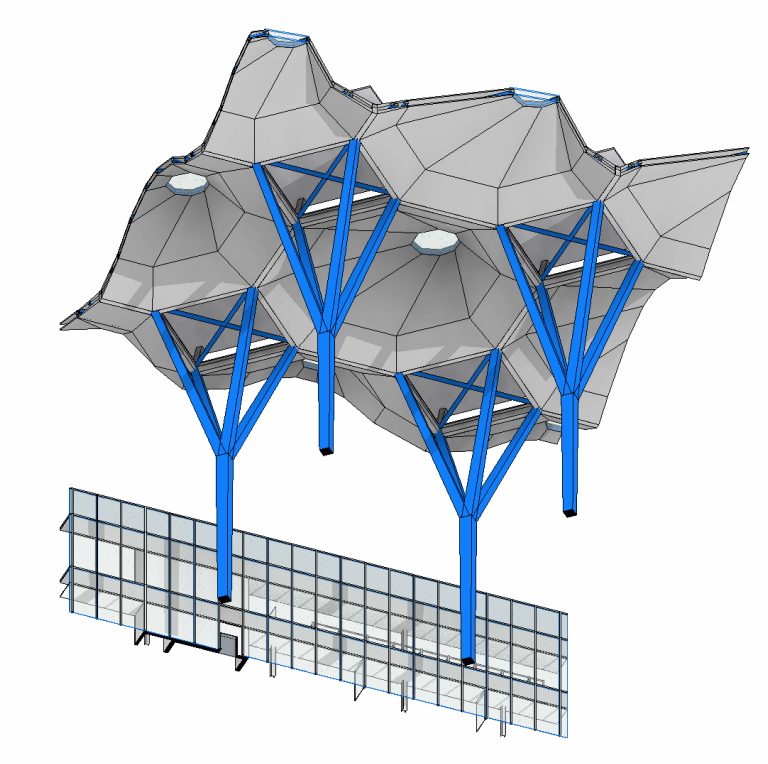


Figura 29. Prospetto del. pilastro e dei pannelli fotovoltaici.11

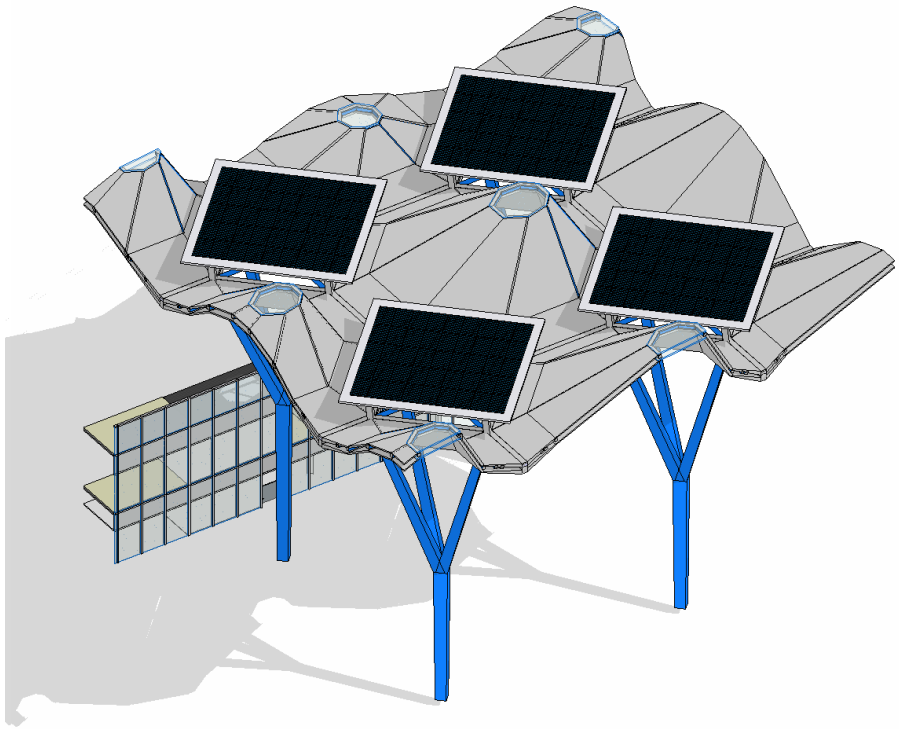


Figura 30. Prospetto del. pilastro e dei pannelli fotovoltaici.11

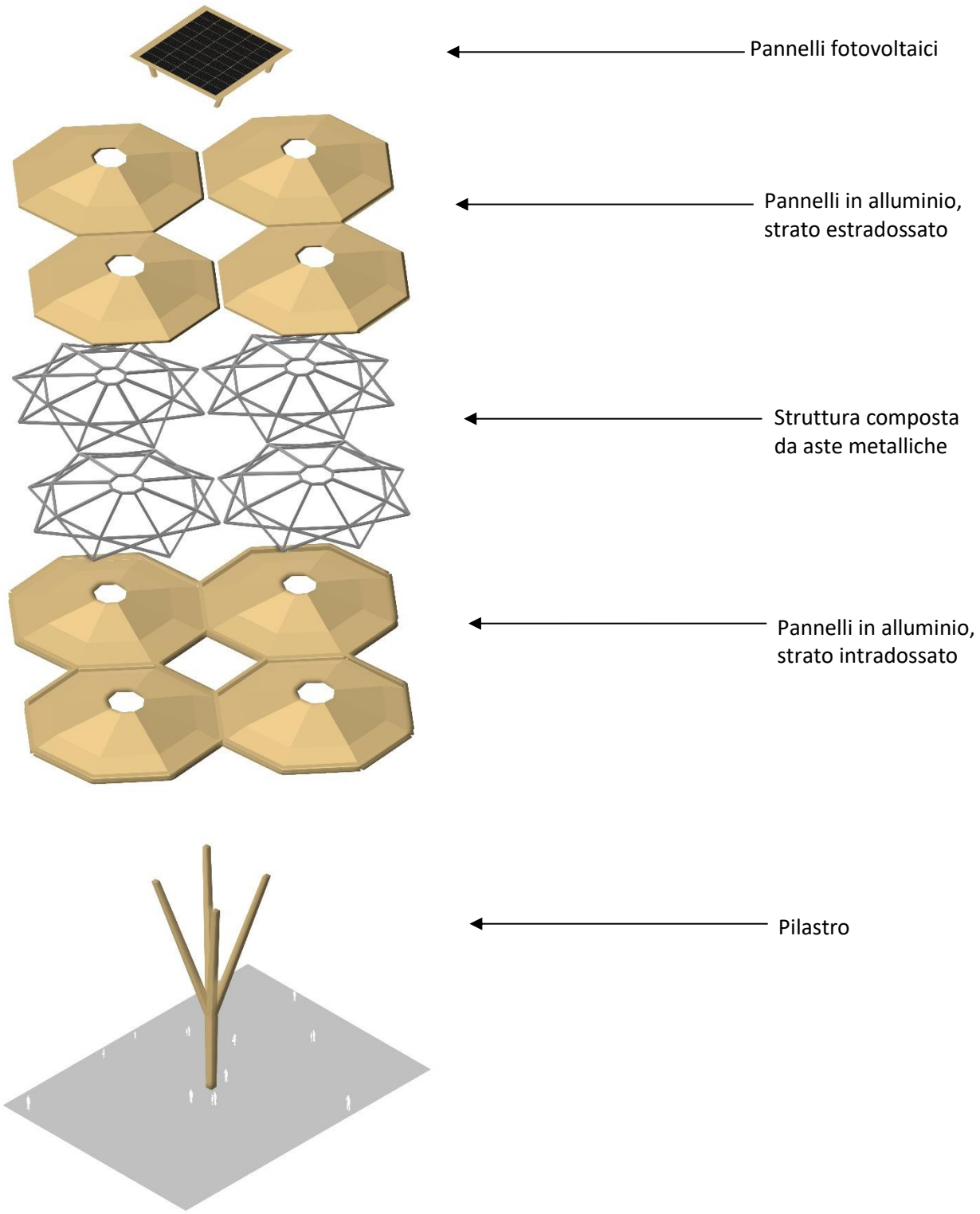


Figura 31. Prospetto del. pilastro e dei pannelli fotovoltaici.11

La struttura della copertura prende in considerazione il carico da neve, la spinta del vento (anche verticale) e i carichi necessari agli interventi di manutenzione. La struttura è composta da una intelaiatura di profili metallici galvanizzati che formano le geometrie delle cupole che sormontano il piano di imposta (il tamburo) tra una altezza di 2,00 mt a 4,50 mt e una base della piramide tronca che varia da 1,3 a 3,00.

Nell'immagine successiva si percepisce la presenza spaziale della copertura con l'alternanza delle piramidi troncoconiche.



Figura 31. Vista dell'aerostazione dalla pista.

3. Prestazioni e criteri di progettazione

3.1. Carico strutturale

Carico permanente

Il rivestimento esterno deve trasmettere in modo sicuro tutti i carichi permanenti specificati che possono essere applicati alla struttura dell'edificio attraverso i punti di supporto previsti a tale scopo.

Il rivestimento esterno deve essere in grado di sopportare i seguenti carichi permanenti senza alcuna riduzione delle prestazioni:

- Il carico proprio del rivestimento esterno deve essere assorbito localmente e senza causare deflessioni o movimenti che interessano il pannello di riempimento e/o il vetro.
- I carichi permanenti specificati derivati da impianti permanenti o servizi attaccati alle superfici interne o esterne.
- I carichi permanenti specificati, compresi i carichi dovuti a infissi e accessori, agiscono in concomitanza con il carico massimo del vento.

Carico da vento

La facciata deve essere progettata per sostenere i carichi del vento e trasmetterli in modo sicuro alla struttura portante senza sovraccaricare o deformare permanentemente nessuno dei suoi componenti. I carichi di progetto devono essere conformi con ISO EN 1991 -1-4:2005.

Carico da neve

I carichi da neve o ghiaccio devono essere assorbiti senza pregiudicare l'integrità strutturale complessiva e le prestazioni del sistema. I carichi devono essere calcolati dall'appaltatore della facciata in conformità alla ISO EN 1991-1-3.

Carichi termici

L'azione termica negli elementi di costruzione deve essere verificata in conformità con ISO EN 1991-1-5 Eurocodice 1. Azioni sulle strutture. Azioni generali. Azioni termiche.

Il movimento termico della struttura deve essere sopportato senza sovrasollecitazioni dei componenti, instabilità, rottura dei sigillanti, apertura o chiusura totale dei giunti e qualsiasi altro effetto dannoso.

Il vetro è soggetto alla frattura da shock termico, a seconda di fattori quali l'orientamento del vetro, l'assorbanza/riflessione del rivestimento, l'angolo, l'ombreggiatura, le tende interne/esterne e i telai. La resistenza del vetro allo shock termico può essere aumentata

La resistenza del vetro agli shock termici può essere aumentata in modo significativo con il rafforzamento termico o aumentata ulteriormente con l'irrobustimento del vetro.

Carichi climatici nelle cavità del vetro

In assenza di una norma ISO o EN, si utilizza la norma DIN 18008-1:2010 per determinare i carichi climatici nelle cavità delle vetrate isolanti.

Carichi d'impatto

I sistemi devono resistere a tutti i carichi d'impatto specificati, o ai carichi d'impatto trasferiti, che si verificano durante la loro vita utile, senza deterioramento delle loro prestazioni e senza subire danni non riparabili. Questo include piccoli oggetti appuntiti o morbidi/pesanti che cadono dalle parti più alte dell'edificio o dal personale di manutenzione.

Carichi per manutenzione

Tutte le grondaie, le coperture o le superfici piane e quasi piane del tetto devono essere progettate per sostenere i carichi di accesso e di pulizia senza danni.

Carico di barriera

Quando i sistemi di facciata (vetro, elementi dell'intelaiatura e sistemi di schermatura solare quando si trovano davanti a elementi di apertura a tutta altezza) sono accessibili alle persone, i carichi di barriera devono essere considerati secondo la ISO EN 1991-1-1 e l'allegato nazionale senza alcuna riduzione delle prestazioni.

Un carico lineare orizzontale uniformemente distribuito dovuto agli occupanti, che agisce a un'altezza di 1100 mm sopra il livello finito del pavimento interno:

- 3.0 kN/m per aree suscettibili di grandi folle come bar, punti di assemblaggio ecc.
- 1,50 kN/m per le aree in cui le persone si possono riunire come ristoranti, caffè, aree di vendita al dettaglio, ecc.
- 0,74 kN/m per aree non suscettibili di sovraffollamento come uffici e sale intuitive, sale di lettura, scale, balconi esterni, bordi dei tetti ecc.

Questi carichi non includono alcun fattore di sicurezza.

Combinazioni di carico

Il rivestimento sarà progettato per le combinazioni di carico richieste dall'attuale CWCT - Parte 2 (Carichi, fissaggi e movimenti) che è in linea con ISO EN 1991-1-4:2005.

Movimenti e tolleranze

I dettagli del sistema di facciata e le giunzioni saranno sviluppati durante la prossima fase di design con l'ingegnere strutturista per adattarsi ai movimenti e alle tolleranze della struttura.

Movimenti termici/umidità

Le nuove pareti in muratura dovranno considerare i movimenti termici e conformarsi ai codici di pratica standard a questo proposito. In questa fase iniziale di progettazione, si presume un movimento di 1 mm/m e dovrebbe essere considerato nel dimensionamento dei giunti di movimento.

3.2. Prestazioni energetiche

Prestazioni termiche

I valori U dei diversi sistemi di facciata identificati sono stati valutati in via preliminare sulla base dell'attuale intento di progettazione architettonica e delle soluzioni tecniche considerate per i tipi di rivestimento analizzati.

Queste valutazioni non riscontrabili nella Relazione Energetica (elaborato "FLR-MPL-PSA-TRM1-012-EN-RT_Rel Tec Energ Term").

I diversi tipi di sistemi di facciata sono stati studiati durante la fase di design corrente sulla base di un tipico sistema Schuco. Ulteriori indagini dettagliate sulle prestazioni saranno effettuate nella prossima fase.

Si suggerisce che i requisiti di prestazione termica siano specificati separatamente per i pacchetti. Questo approccio è considerato vantaggioso anche per determinare i diversi "valori U dei pacchetti di facciata" da specificare durante il processo di gara. Si noti che i requisiti di prestazione forniti in questa sezione sono soggetti a conferma dopo lo sviluppo del progetto tecnico della facciata. Infatti, pur fornendo un'indicazione iniziale affidabile, questi sono fortemente dipendenti dalle soluzioni tecniche adottate per i diversi tipi di rivestimento e saranno aggiornati e rivisti durante la fase successiva, in coordinamento con il team di progettazione.

Tuttavia, va detto che questi valori sono basati su valutazioni iniziali e saranno soggetti a modifiche man mano che il progetto si sviluppa. Un accurato lavoro di coordinamento dovrà essere svolto nella fase successiva con il progettista termotecnico al fine di informare il modello energetico, assicurando che questi siano pertinenti alla prestazione termica della facciata valutata.

Permeabilità all'aria dell'edificio

La progettazione dei sistemi di facciata garantirà una sufficiente tenuta d'aria quando i sistemi sono in posizione chiusa. Il sistema di facciata, compresi tutti i giunti tra esso e le altre opere, sarà progettato per prevenire il flusso d'aria incontrollato attraverso i giunti e le interfacce dei sistemi di rivestimento, nell'interesse di:

- Comfort degli occupanti.
- Limitazione della perdita di calore

- Prestazioni acustiche e riduzione del rumore del vento
- Minimizzazione dell'ingresso della polvere

Questo al fine di consentire un'efficiente strategia ambientale complessiva, allineata con le ipotesi di progettazione e con le migliori pratiche di progettazione a basso consumo energetico. L'intento di assegnare i livelli di tenuta all'aria serve anche allo scopo di definire, controllare e mettere in funzione le zone ambientali.

Si raccomanda di adottare il seguente valore per i tassi di permeabilità all'aria:

- Facciate vetrate: 1.5 m3/h/m2 @ 50Pa
- Parete solida: 3.0 m3/h/m2 @ 50Pa

Tenuta all'acqua

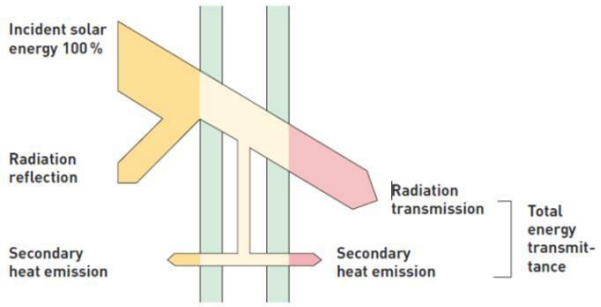
Il sistema di facciata sarà progettato per essere adeguatamente impermeabile, sia attraverso l'impermeabilizzazione diretta delle pareti che attraverso il drenaggio controllato delle pareti o dei sistemi. La strategia di impermeabilizzazione dipende dall'opzione di facciata scelta e dal suo approvvigionamento, quindi sarà sviluppata nella fase successiva. Tuttavia, il sistema scelto sarà progettato per essere robusto e compatibile con i sistemi adiacenti.

Illuminazione diurna e controllo solare

L'uso della luce naturale è un fattore chiave per la progettazione dei sistemi di finestre e porte in questo progetto. L'equilibrio tra vista, luce diurna e controllo del calore solare è solitamente critico nella progettazione dei sistemi di vetrate.

I valori precisi dipendono dalla scelta dei rivestimenti, dalla costruzione del vetro e dai requisiti visivi richiesti durante il successivo sviluppo progettuale.

La selezione del fattore solare avrà un impatto sulla trasmittanza luminosa prevista e dovrà rispettare i vincoli imposti dal decreto sulle prestazioni energetiche in edilizia (DM 26 giugno 2025) che prescrive un valore non eccedente 0,35 per il fattore di trasmissione solare totale della componente finestrata, (g_{gl+sh}) determinato dal vetro e dalle eventuali schermature secondo UNI TS 11300-1.



Resistenza al Fuoco e fumi

La strategia antincendio specifica dell'edificio sarà stabilita in dettaglio in collaborazione con i consulenti antincendio. Si raccomanda:

- materiali a combustibilità limitata (classe A1 e A2 secondo BS EN 13501).

Come concordato con il resto del team di progettazione, nella strategia di facciata per i diversi tipi di facciata viene proposto solo l'isolamento in lana di roccia. Le membrane devono essere dettagliate per proteggere il più possibile da possibili fonti di incendio. Si deve fare attenzione a non creare ponti di fuoco sopra le chiusure tagliafuoco delle cavità.

Devono essere forniti certificati di prova per dimostrare che tutti i materiali soddisfano i requisiti di cui sopra.

Il tema degli incendi di facciata è degno di grande attenzione dati numerosi eventi incidentali che hanno pervaso le cronache degli ultimi anni e che hanno spinto il Legislatore ad inserire una specifica RTV nell'ambito del Codice di Prevenzione Incendi (DM 3 agosto 2015).

Requisiti di sicurezza

Considerazioni sul design:

- Il vetro dovrà soddisfare i criteri di prestazione con le seguenti considerazioni:
- Sicurezza in caso di rottura accidentale
- Resistenza strutturale e deflessione
- Acustica
- Compatibilità dei rivestimenti per l'isolamento termico e/o il controllo solare
- Qualità visiva
- Coerenza visiva tra aree con diversi requisiti prestazionali
- Resistenza agli urti (es. balaustre)

Sicurezza del vetro

L'intento progettuale è quello di utilizzare vetro laminato, a meno che non sia specificamente richiesto per scopi strutturali, o se si prevedono rischi di shock termico. Anche se il vetro temperato è strutturalmente più forte del vetro non trattato, non fornisce una forza residua significativa dopo la rottura e può rompersi per ragioni diverse dall'impatto. Il vetro laminato è raccomandato in quanto è privo delle imperfezioni visive che derivano dal processo di tempra ed evita il rischio di rottura spontanea dovuta alle inclusioni di solfuro di nichel.

Durabilità dei materiali

I componenti primari come definiti nello Standard CWCT, Sezione 7.2.4, devono avere una vita utile prevista non inferiore alla vita di progetto dei sistemi di involucro, senza la necessità di alcuna manutenzione oltre alla regolare pulizia (inclusi i componenti strutturali, componenti accessibili e non accessibili).

I componenti secondari come definiti nello Standard CWCT, Sezione 7.2.5, che hanno una vita utile prevista inferiore a quella di progetto, devono essere identificati e portati all'attenzione dell'architetto. Devono essere forniti dettagli, insieme a metodi di rinnovo o sostituzione.

Tutti i componenti secondari devono poter essere sostituiti senza compromettere l'integrità strutturale a lungo termine o la resistenza alle intemperie del sistema d'involucro, e devono poter essere sostituiti senza smantellare progressivamente il sistema d'involucro.

sistema. Tutti i componenti principali sostituibili devono avere una vita utile di 30 anni, le vetrate in silicone strutturale devono avere una vita utile di 25 anni.

4. Prossimi sviluppi del design

Durante lo sviluppo del prossimo livello progettuale verranno fatti i necessari approfondimenti ponendo particolare attenzione a:

- Prestazioni termiche e solari
- Prestazioni acustiche
- Rischio di attacco terroristico e rischio di esplosioni
- Coordinamento strutturale
- Sviluppo dei dettagli delle interfacce di facciata e selezione dei sistemi
- Studio alternative materiali
- Analisi stime commerciali