



CODICE
COMMESSA

LIVELLO
PROGETTAZIONE

D.P.R.
207/10

PROGRESSIVO
ELABORATO

CATEGORIA
OPERA

NUMERO
OPERA

REVISIONE

SCALA

Q 0 3

P

b

0 1 1

I T

- -

R 0

===

AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DEL
NODO DI BOVISA - COMUNE DI MILANO
Progetto di fattibilità tecnica ed economica

RELAZIONE TECNICA
Relazione illuminotecnica

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3				
	2				
	1				
	0	dic. 2024	PRIMA EMISSIONE		

NORD_ING

NORD_ING Srl
IL DIRETTORE TECNICO
Ing. Laura Stirli

FERROVIENORD

FERROVIENORD S.p.A.
DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURA
IL DIRETTORE
Ing. Andrea Lucia Passarelli

Progettista



Collaborazione

REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE			AGG.



POLIMI

STAZIONE BOVISA

16/10/2023

DAYLIGHT ANALISI

Confronto tra progetto definitivo e nuova proposta

voltaire
light design philosophy

INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	INQUADRAMENTO GENERALE	
2.1	Stato di fatto	4
2.2	Presetting software	4
3.	PROGETTO DEFINITIVO	
3.1	Analisi delle aperture	5
3.2	Daylight analisi - calcolo su base annuale	8
3.3	Daylight analisi - point in time illumination (verifica degli illuminamenti durante gli equinozi)	15
4.	PROGETTO RPBW	
4.1	Analisi delle aperture	19
4.2	Daylight analisi - calcolo su base annuale	22
4.3	Daylight analisi - point in time illumination (verifica degli illuminamenti durante gli equinozi)	29
5.	CONCLUSIONI	33

PREMESSA

Voltaire Lightin Design ha ricevuto l'incarico di verificare come la nuova proposta progettuale abbia modificato l'apporto di luce naturale all'interno dell'edificio della stazione di Milano Bovis FNM, attualmente in fase di riqualificazione.

Il presente dossier analizza entrambe le proposte progettuali sotto diversi aspetti:

- l'analisi delle aperture previste da entrambi i progetti, sia a livello ingresso principale che a livello banchine.
- Verifica la scelta dei materiali di progetto, con particolare attenzione a tutti i materiali trasparenti e alle finestre a lucernario proposte.
- La corrispondenza tra le aperture dei livelli superiori e la loro corrispondenza rispetto alle aree più significative dei livelli banchina.
- Il contesto attuale e le modifiche della parte di paesaggio e di viabilità e di come queste progettazioni abbiano avuto impatto sull'ingresso della luce naturale.

L'analisi dei progetti è stata eseguita attraverso l'uso di due diversi software di verifica : Climate Studio v. 1.9, come plug-in di Rhinoceros 3D NURBS modeler nella versione V.7.

Il secondo software utilizzato come supporto per la verifica è Dialux Evo 12.0.



I modelli analizzati sono stati forniti direttamente dallo studio RPBW, per quanto riguarda la nuova proposta, e da altro studio per quanto riguarda il modello sviluppato per il progetto definitivo.

Su entrambi i modelli è stata fatta una verifica di coerenza relativamente ai disegni presentati dai progettisti nelle diverse fasi di progetto. Per allineare al meglio i modelli e renderli comparabili ai fini dell'analisi, sono stati semplificati in i livelli di modellazione raggruppandoli a seconda della funzione, della disciplina e soprattutto relativamente all'assegnazione dei materiali principali.

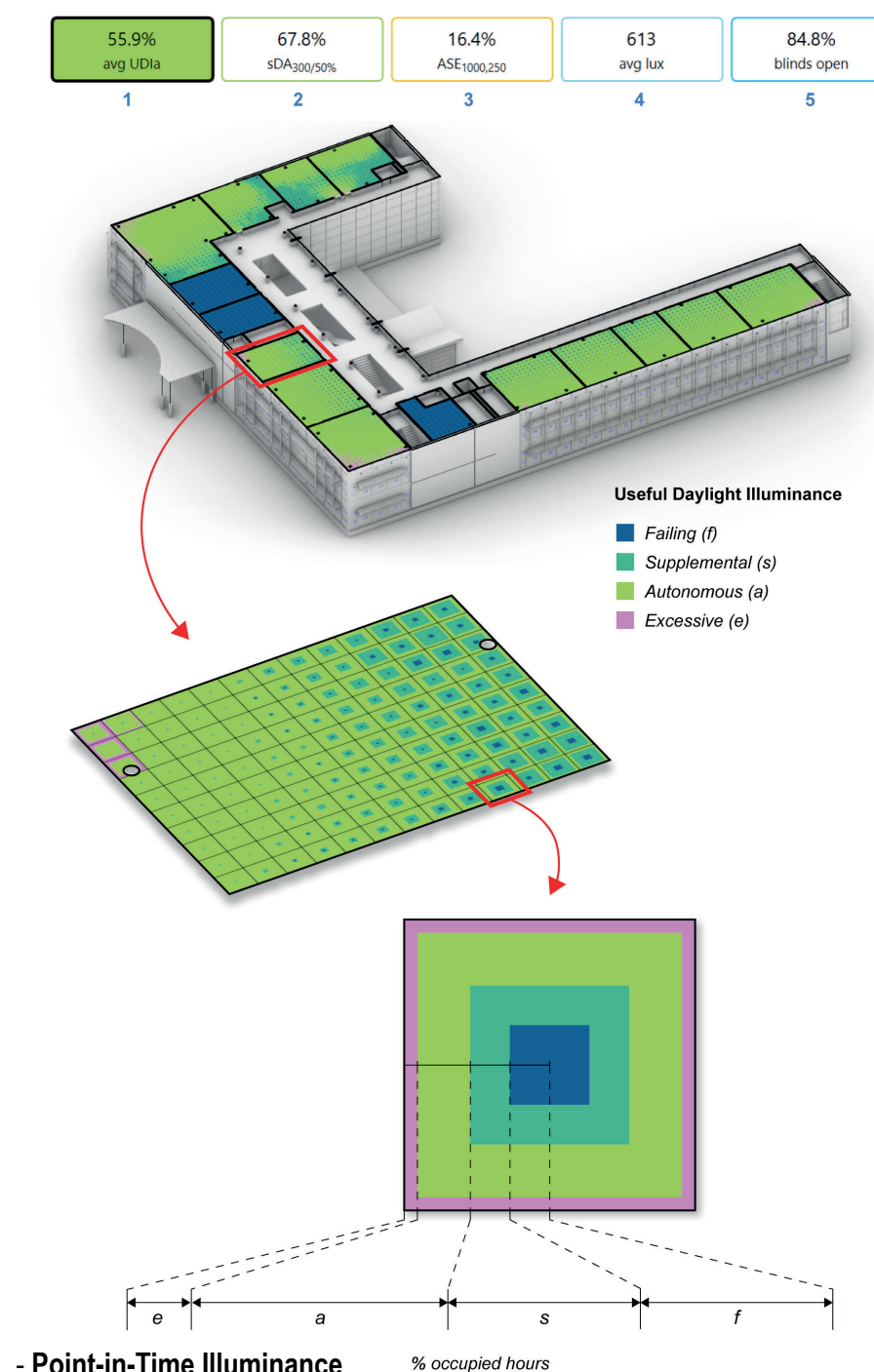
Il software Climate Studio prevede l'assegnazione di materiali dedicati che riportano specifiche particolari sulle caratteristiche di riflessione e di trasmittanza, racchiuse in una libreria predefinita e piuttosto ampia già inclusa all'interno del programma. Nel caso di questo report l'assegnazione di tali materiali è stata eseguita in coordinamento con i progettisti o, laddove non fosse stato possibile interfacciarsi direttamente con il team di progetto, con le indicazioni riportate nei documenti progettuali.

La valutazione del daylight analysis è stata fatta eseguendo 2 tipologie differenti di calcolo:

- Daylight Availability

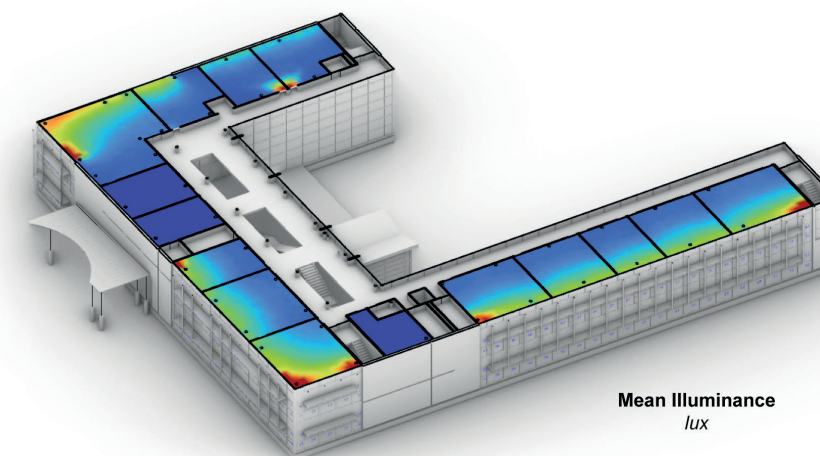
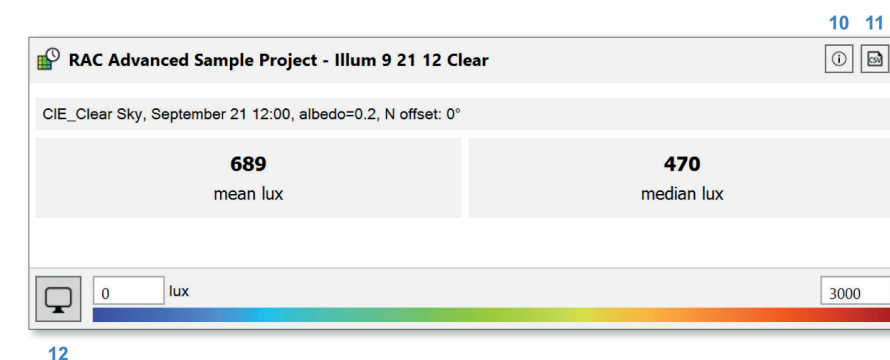
Questo workflow supporta il calcolo di una serie di parametri di disponibilità della luce diurna, inclusi diverse analisi utili al raggiungimento dei crediti per diverse certificazioni energetiche.

Come suggerisce il nome, questi parametri valutano la distribuzione dell'illuminamento interno dovuta alla luce del giorno, sia in condizioni selezionate che durante l'intero anno. Il loro scopo è valutare la quantità di luce diurna sufficiente per svolgere compiti lavorativi e altre attività. Nello specifico del nostro calcolo è stata utilizzata l'opzione "custom" che non prevede nessuna pre-impostazione specifica ma analizza l'intera area con i valori di illuminamento raggiunti senza assegnare alcuna limitazione (come invece accade in altri tipi di calcoli possibili, come ad esempio quelli legati alle certificazioni LEED o BREEAM).



Questo workflow verifica i livelli di illuminamento raggiunti in specifici momenti dell'anno ed in determinate condizioni atmosferiche. Nel caso del presente dossier sono stati presi in considerazione 2 principali momenti dell'anno:

- Solstizio Estivo (21 Giugno ore 12.00)
- Solstizio Invernale (21 Dicembre ore 12.00)



Su questi modelli sono state impostate delle superfici di calcolo identiche per entrambe le proposte e che sono rappresentative delle aree di maggior interesse e fruizione: N. 2 superfici di calcolo (ortogonali e longitudinali) per il Livello 0 Ingresso; N.5 superfici di calcolo per ciascuna di 2 scale tipologiche di collegamento al livello banchine; N.4 superfici tipologiche a livello Binari, 2 per le banchine principali e 2 sulle zone di binari centrali per il passaggio treni.

A termine della valutazione sono state tratte le conclusioni rispetto ad entrambi i progetti che vengono riportate in coda a questo dossier e che mettono in risalto gli svantaggi/vantaggi di entrambe le strategie progettuali.

INQUADRAMENTO GENERALE

Stato di fatto

L'area di progetto è quella della stazione FNM di Milano Bovisa, parte del progetto di riqualificazione dell'area definita "La Goccia".
Per l'impostazione del software sono state prese in considerazione le informazioni della stazione metereologica più vicina e compresa nell'elenco predefinito di ClimateStudio, ovvero quella posizionata in prossimità dell'aeroporto di Milano Malpensa a Milano.

Rhinoceros

CS Workflows

Site Analysis

Milano-Malpensa.AP,LM,ITA

45,63°N, 8,72°E | Temperate, No Dry Season, Warm Summer (Cfb)

ITA_LM_Milano-Malpensa.AP.160660_TMYx.2004-2018

North Offset (°) 0,00

Show Compass

Display Size 75

ITA_LM_Milano-Malpensa.AP.160660_TMYx.2004-2018

Climate Zone

Koppen climate zone:

ASHRAE climate zone:

Average annual temperature:

Annual total solar radiation:

Average annual wind speed:

Temperate, No Dry Season, Warm Summer (Cfb)

Mixed (4)

11 °C

1.460 kWh/m2

2 m/s

Heating Design Conditions

Coldest month:

Coldest week:

Typical winter week:

Annual HDD for 18 °C is:

Design temperature 0.04 %:

January

12/ 8 - 12/14

12/15 - 12/21

2.380

-10 °C

Cooling Design Conditions

Hottest month:

Hottest week:

Typical summer week:

Annual CDD for 10 °C is:

Design temperature 99.6 %:

July

7/ 6 - 7/12

6/15 - 6/21

1.847

31,7 °C

Estratto dal software ClimateStudio - Site Ansalysis presets.



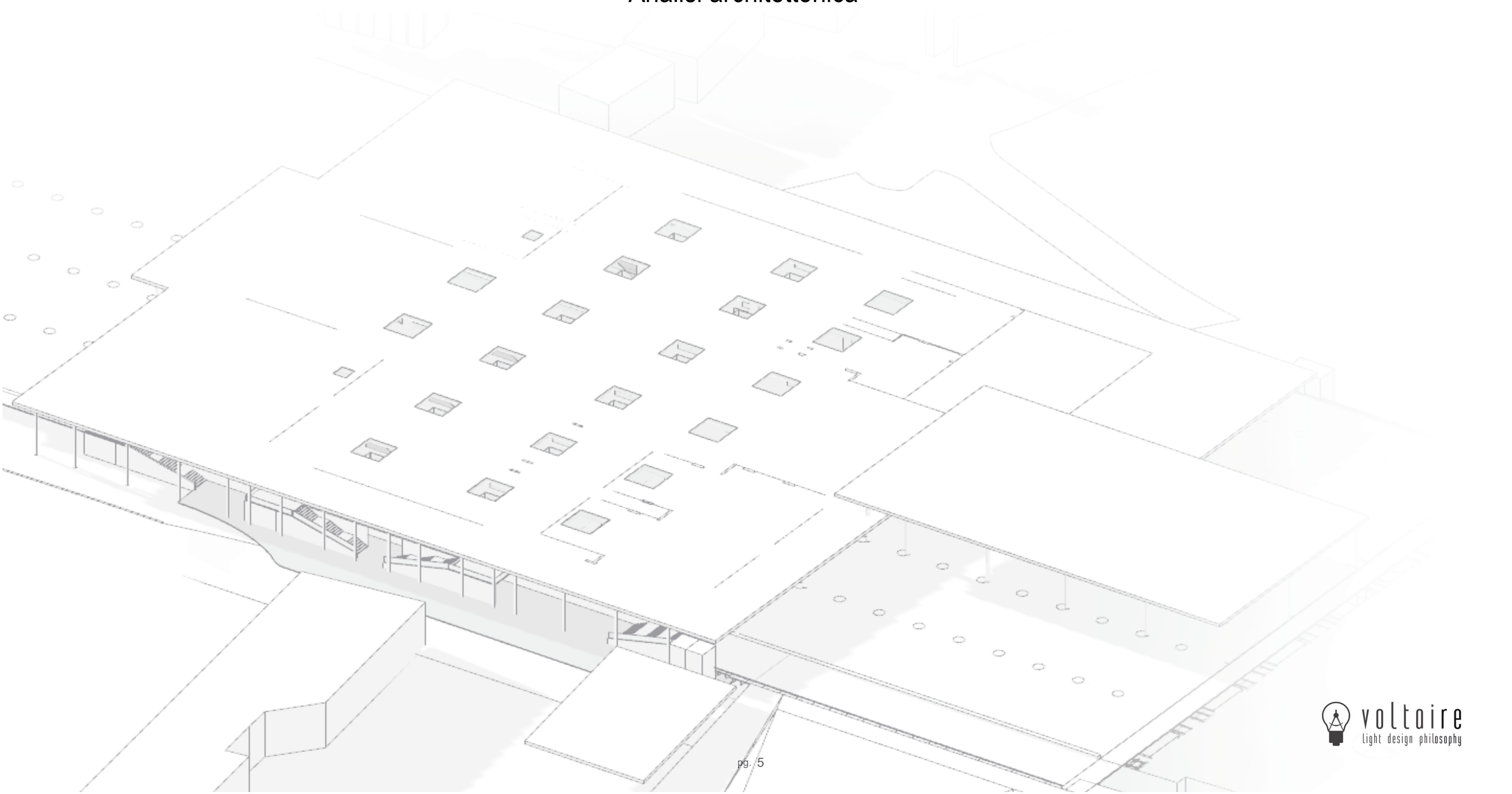
VISTA AEREA - Area progettuale



VISTA AEREA- Stazione metereologica

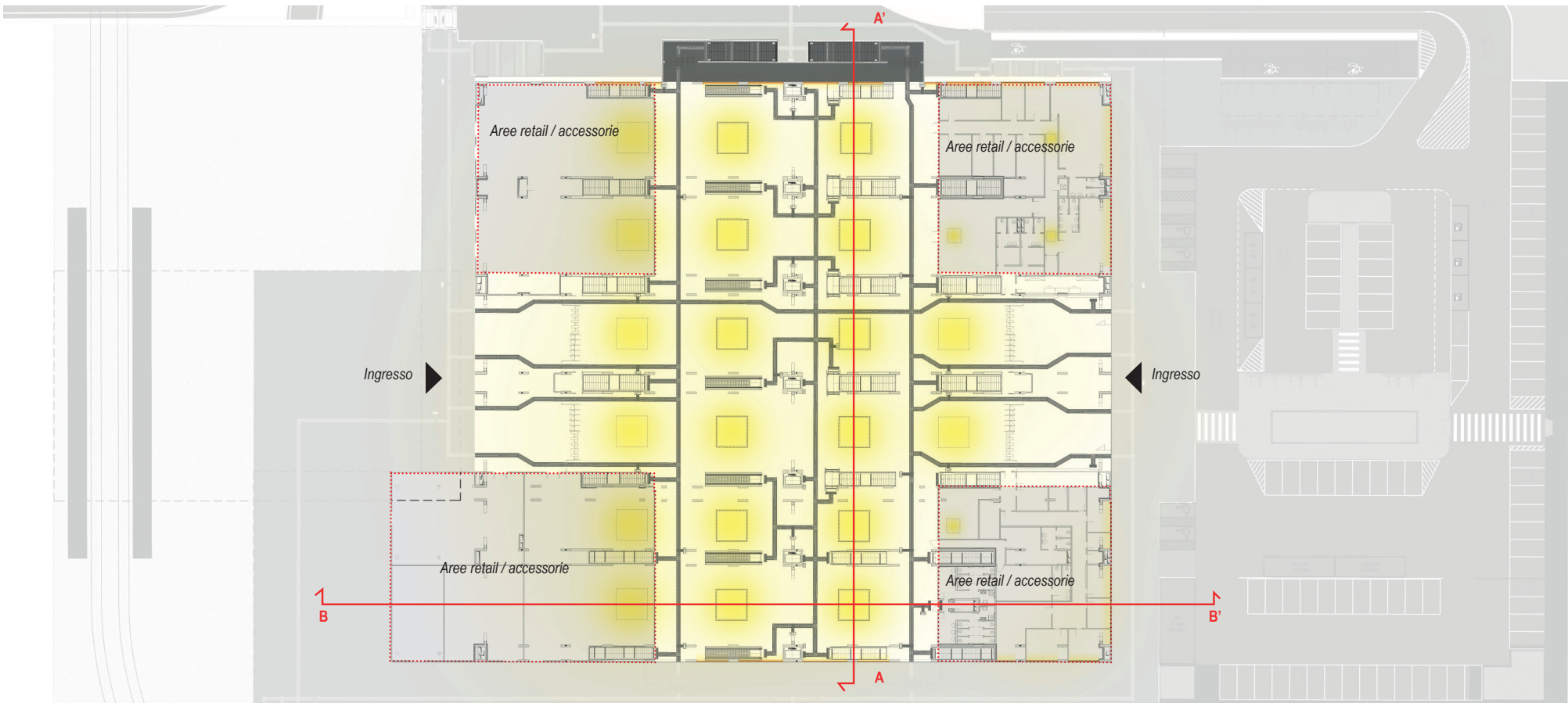
Progetto Definitivo

Analisi architettonica

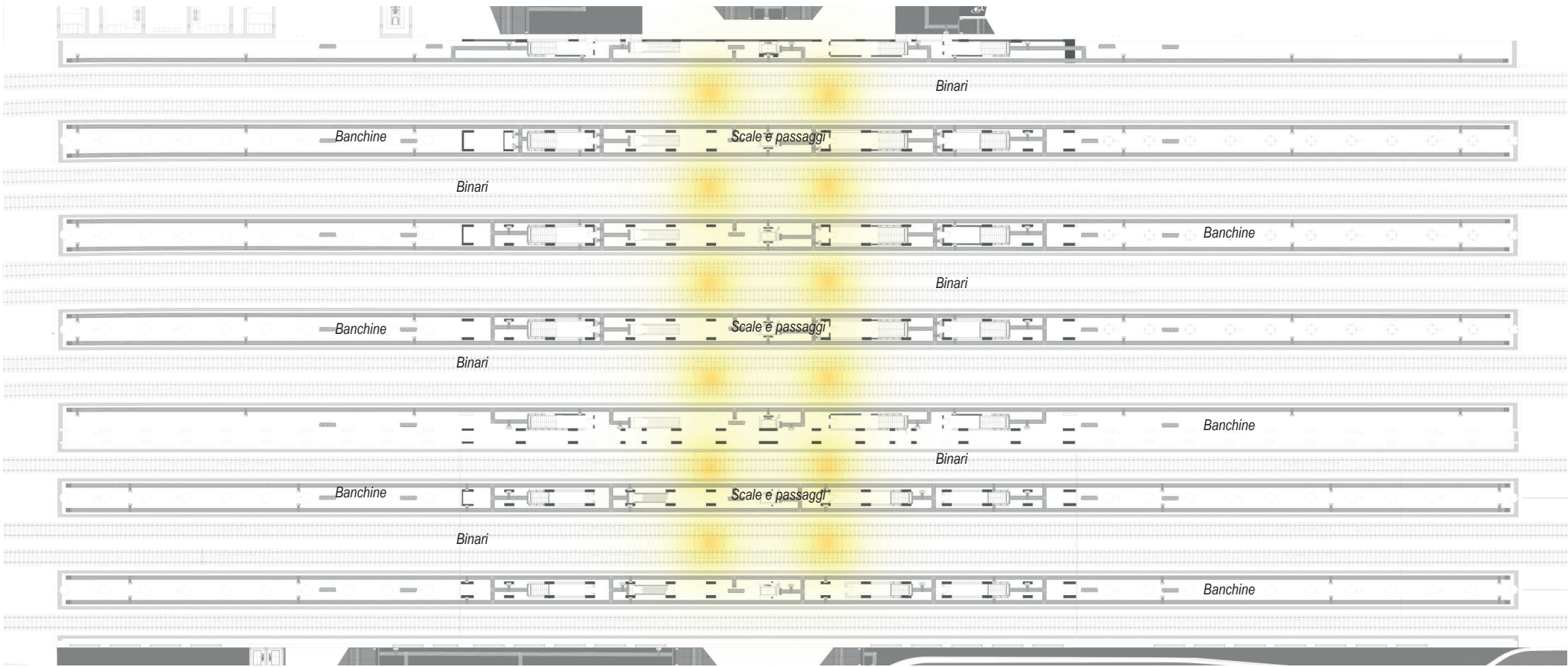


ANALISI DELLE APERTURE_PROGETTO DEFINITIVO

Analisi architettonica e delle aperture previste dal progetto.



Pianta Livello Ingresso L00



Pianta Livello Banchine B01

Pianta Livello Ingresso L00 - Copertura e Lucernari

Il livello ingresso presenta una serie di aperture a lucernario sulla copertura esistente. Queste aperture di circa 4x4 mt circa sono munite di doppi vetri classici con fattore solare standard. Nella parte interna dell'edificio presentano una svasatura che riduce la visione “tubolare” data dalla altrimenti troppo spessa dimensione del pacchetto in copertura.

Sul fronte degli ingressi troviamo aperture solo in direzione degli accessi primari, mentre gli angoli principali del livello sono schermati dalla presenza degli spazi retail e accessori, che per quanto in parte presentano delle finestre e delle vetrate, risultano comunque molto filtranti sulle zone centrali del piano terra.



Pianta Livello Banchine B01 - Proiezione lucernari

Gli stessi lucernari che troviamo a livello ingresso trovano corrispondenza nelle aperture del livello banchine e binari. Come si evince dalla pianta annessa però la loro posizione si allinea alla parte meno fruita del piano, ovvero alle zone dei binari stessi, lasciando le banchine solo parzialmente coperte.

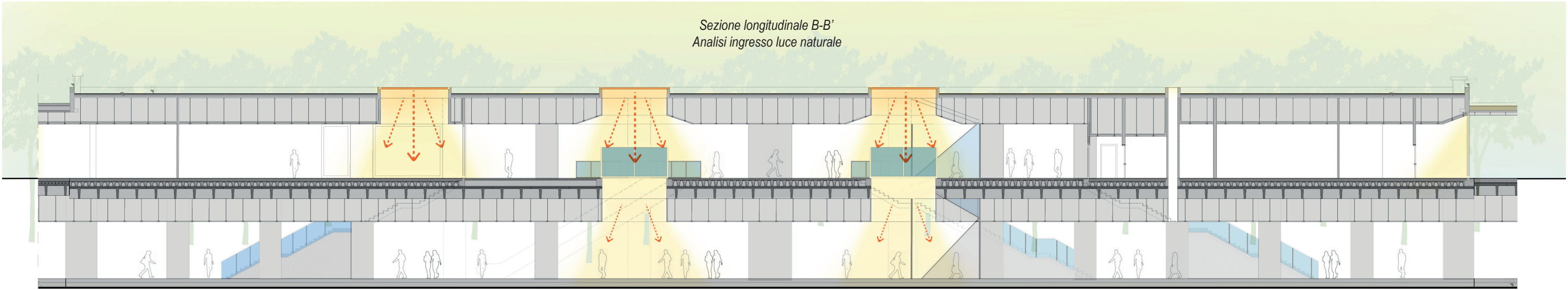
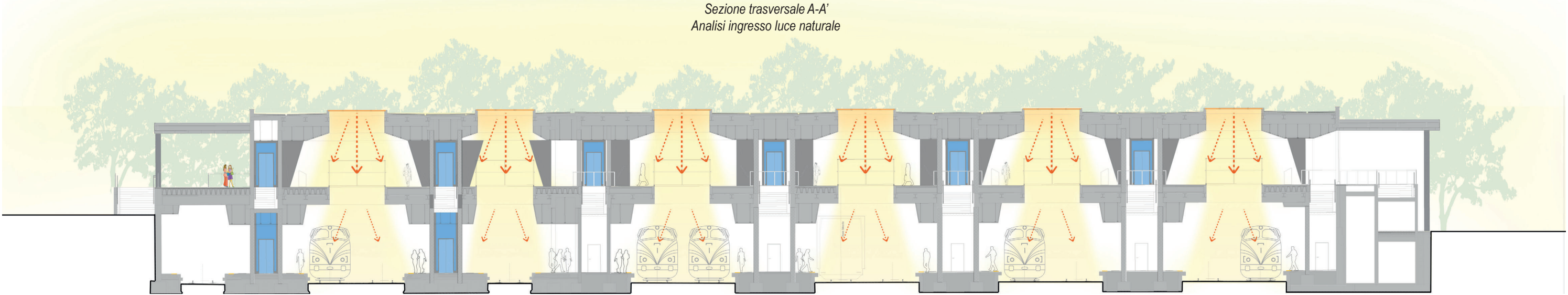
La zona delle scale che potrebbero implementare l’apporto di luce naturale a questo livello, in realtà sono schermate dalla presenza di pilastri e muri di riempimento di materiale opaco o solo parzialmente trasparente.

Questa strategia porta a questo livello una forte concentrazione dell’illuminamento in alcune aree lasciano scoperte e quasi completamente al buio le zone più interessate dagli utenti.



ANALISI DELLE APERTURE_PROGETTO DEFINITIVO

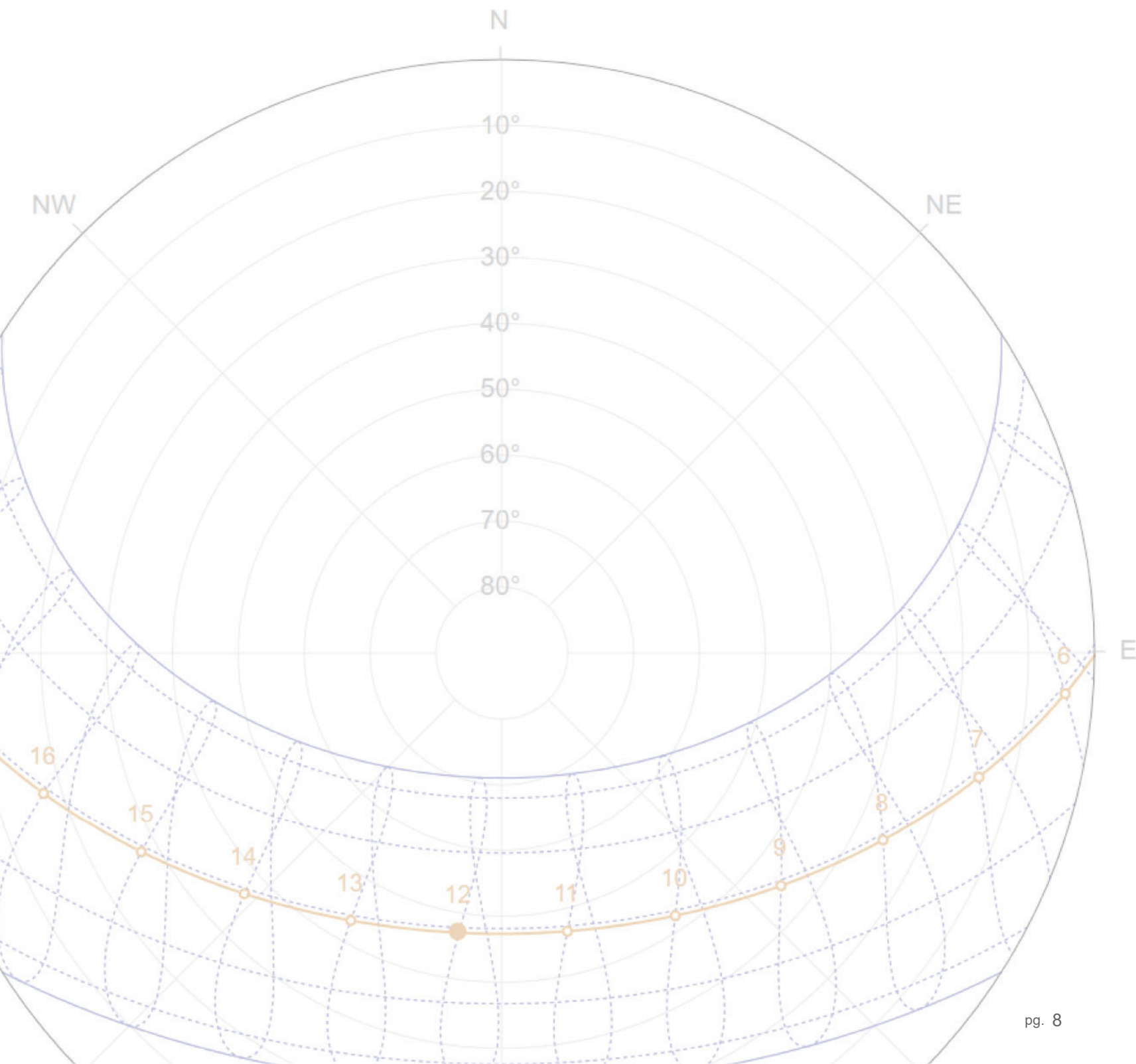
Sezioni tipologiche.



Immagini di riferimento

Progetto Definitivo

Daylight analysis su base annuale



DAYLIGHT ANALISY_PROGETTO DEFINITIVO

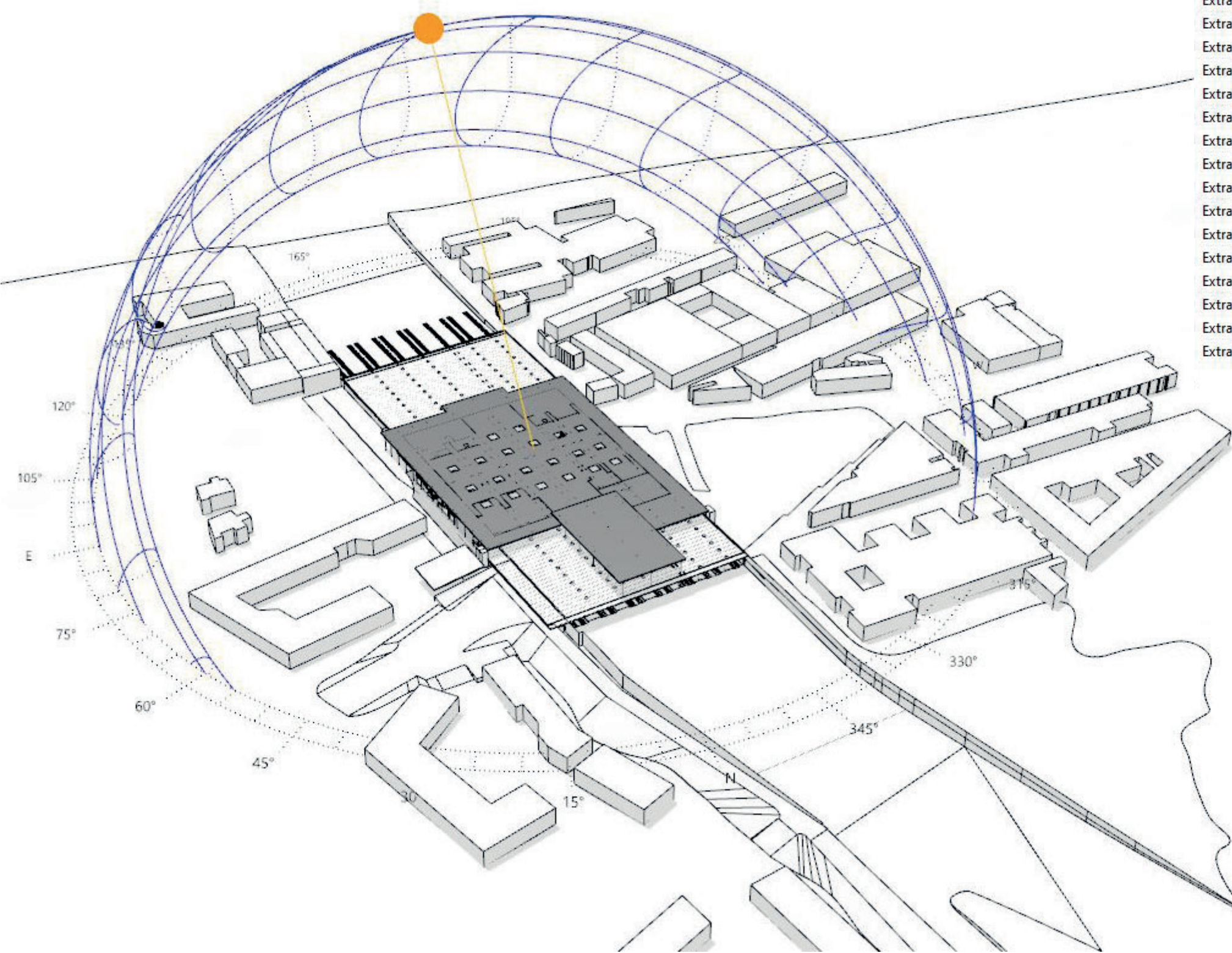
Inquadramento generale preset di calcolo e analisi dei materiali

Per l'analisi del daylight su base annuale sono state prese in considerazione le informazioni relative al clima provenienti dalla più vicina stazione metereologica prevista dal software - Milano Malpensa AP,LM, ITA.

Relativamente ai materiali utilizzati, nella schermata riassuntiva di fianco sono stati riportati i materiali selezionati dalla libreria integrata del software, partendo dalle indicazioni di finiture e rivestimenti condivisi nel progetto definitivo.

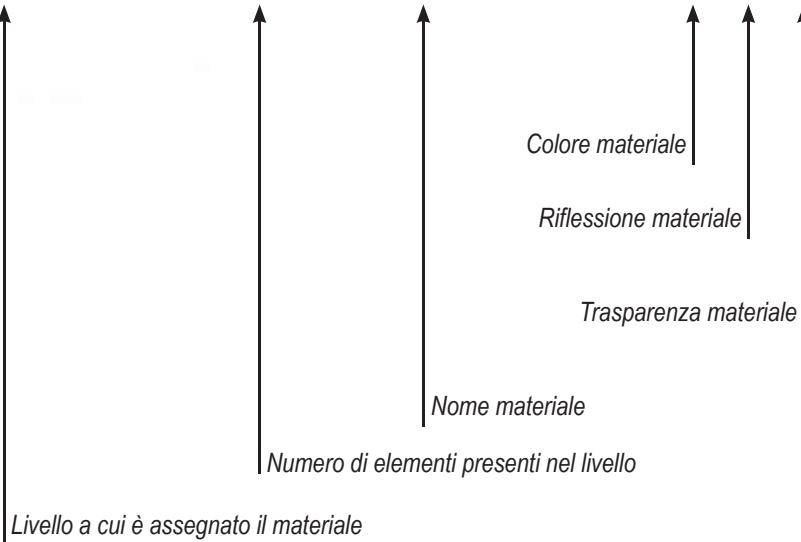
Il valore di riferimento R.vis si riferisce al valore medio di riflessione del materiale analizzato

Il valore di riferimento T.vis si riferisce al valore di trasmissione del materiale analizzato facendo riferimento allo spettro del visibile.



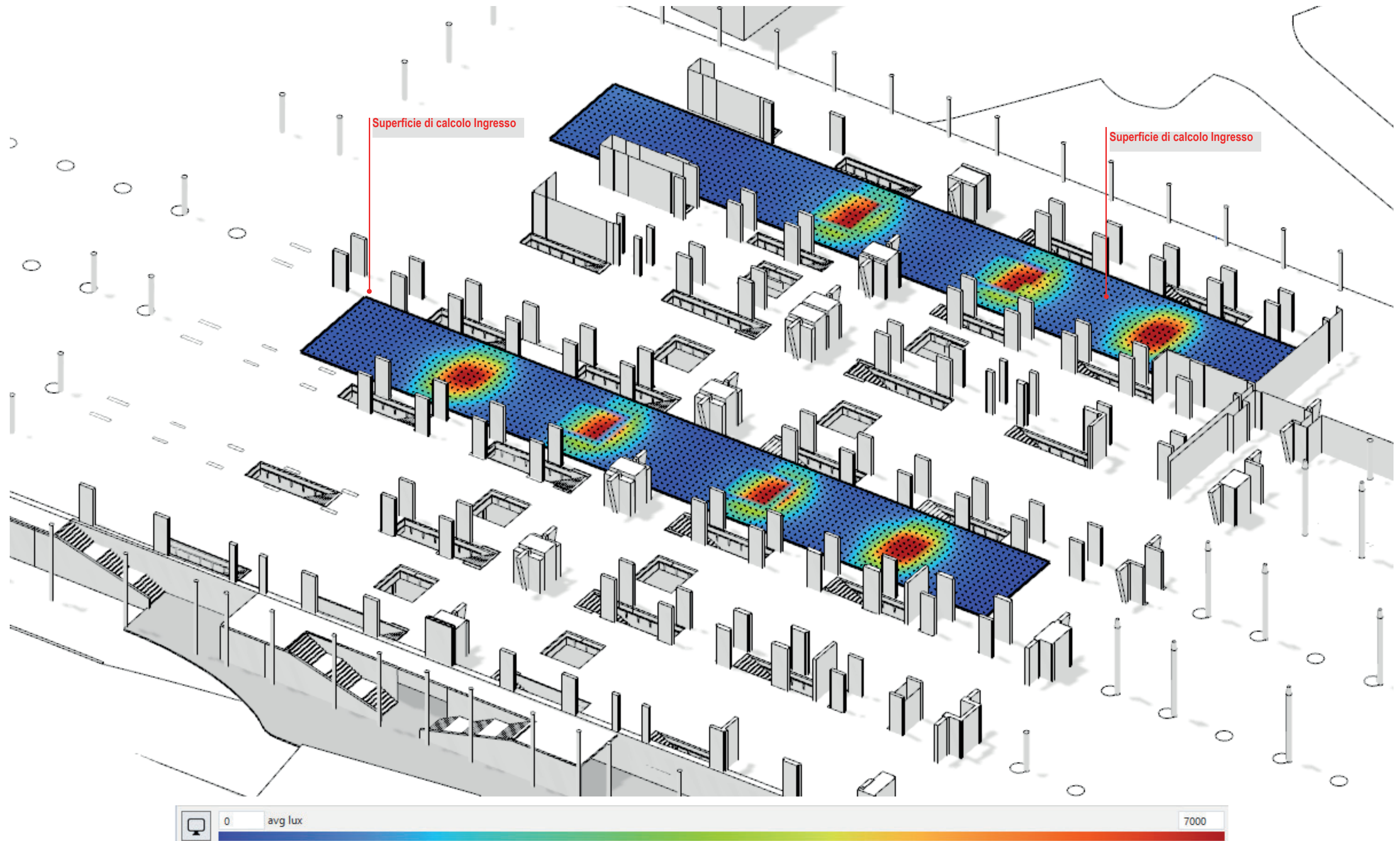
Layer Materials:

Layer	Objects	Material	R.vis	T.vis
Context	424	Concrete Exterior Wall	33,4%	0,0%
Extra::Muri	985	Grey concrete exterior floor	40,0%	0,0%
Extra::Ribassamento 2	272	Grey Aluminium Window Frame	43,3%	0,0%
Extra::Banchine	154	Grey Stone Exterior floor	25,3%	0,0%
Extra::Binari	2724	Dark Stone countertop	5,9%	0,0%
Extra::tegoli	4189	Exterior Concrete floor	22,0%	0,0%
Extra::Colonne livello binari	1028	Concrete Support	43,0%	0,0%
Extra::colonne livello ingresso	271	Concrete Support	43,0%	0,0%
Extra::vetri	120	Azuria - Solarban 70 (3)	9,3%	48,7%
Extra::vetri::corrimano	130	Aluminum metal cladding	64,8%	0,0%
Extra::vetri::parappeti	240	Solarban 60 (2) on Atlantica - Clear	7,2%	46,0%
Extra::FLOOR	198	Grey Stone Exterior floor	25,3%	0,0%
Extra::Vetri lucernari	71	Azuria - Solarban 70 (3)	9,3%	48,7%
Extra::Roof	375	Concrete Support	43,0%	0,0%
Extra::Scale	112	Grey Stone Exterior floor	25,3%	0,0%
Extra::Livello 01	8	Media Lab metal	47,1%	0,0%
Extra::Ribassamenti	45	Grey Aluminium Window Frame	43,3%	0,0%



DAYLIGHT ANALISY_PROGETTO DEFINITIVO

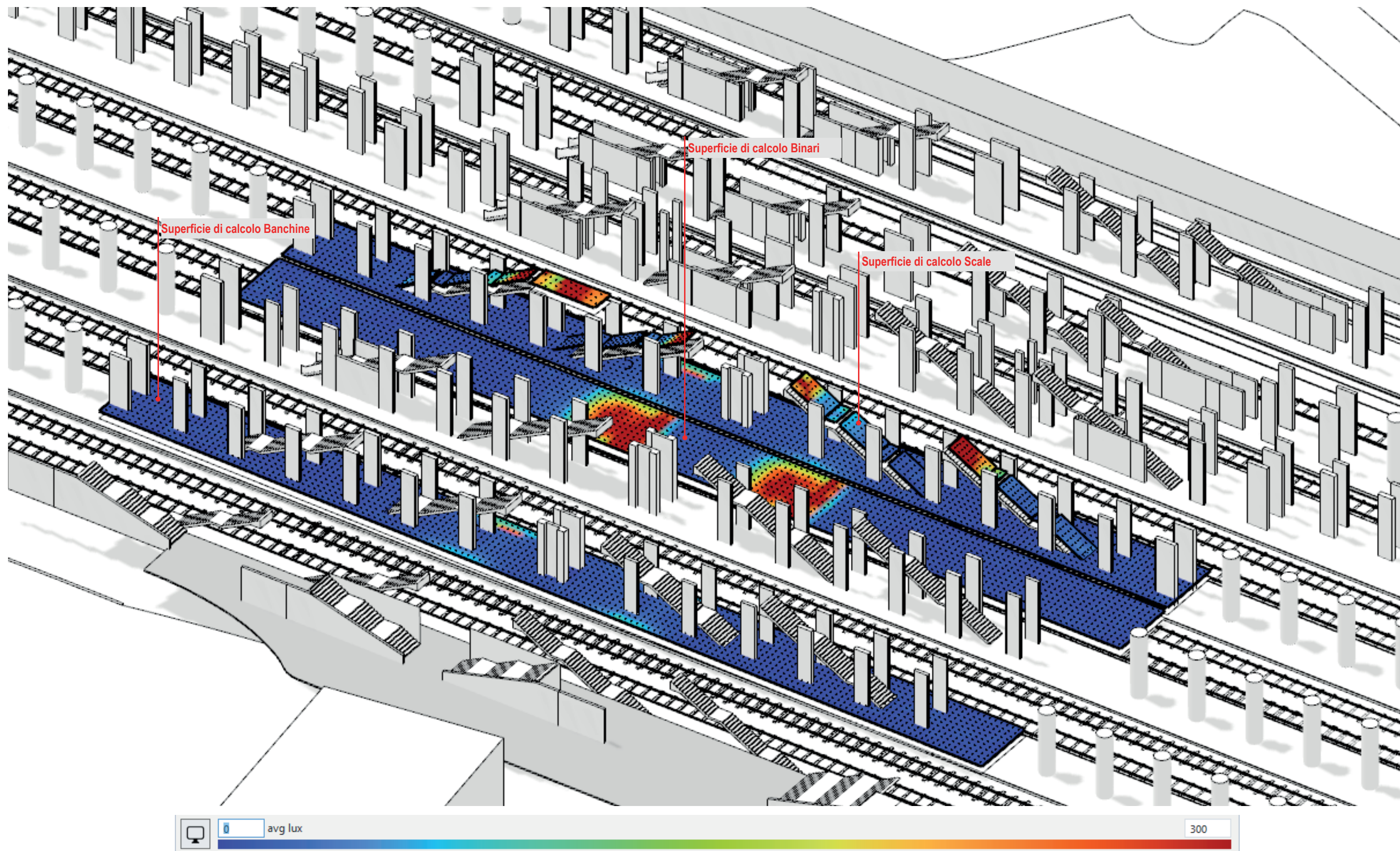
Sintesi dei risultati per il calcolo dell'illuminamento medio annuale - zoom livello ingresso (L00)



Scala dei valori a colori sfalsati

DAYLIGHT ANALISY_PROGETTO DEFINITIVO

Sintesi dei risultati per il calcolo dell'illuminamento medio annuale - zoom livello banchine (B01)



DAYLIGHT ANALISY_PROGETTO DEFINITIVO

Sintesi dei risultati per il calcolo dell'illuminamento medio annuale - superfici di calcolo

Nell'immagine sottostante sono riportati tutti i risultati relativi alle superfici di calcolo utilizzate ai fini dell'analisi del daylight. La sintesi riporta diversi parametri attivi in climateStudio per tutte le tipologie di calcolo previste anche in riferimento alle certificazioni energetiche come LEED e BREEAM. Nello specifico i principali parametri di valutazione sono suddivisi in:

- Useful Daylight Illuminance (UDI)

Illuminamento diurno utile - questa metrica indica la frequenza con cui i livelli di luce diurna rientrano in 4 macro scaglioni.

- Spatial Daylight Autonomy (sDA):

Autonomia spaziale diurna - la percentuale della superficie regolarmente occupata che è "illuminata di giorno".

- Annual Sunlight Exposure (ASE):

Esposizione annuale alla luce solare -La percentuale della superficie regolarmente occupata che è "sovrailluminata". In questo contesto, i luoghi "sovrailluminati" sono quelli che ricevono luce solare diretta (>1000 lux direttamente dal disco solare) per più di 250 ore occupate.

- Mean Illuminance:

Illuminamento medio: l'illuminamento medio sulla superficie regolarmente occupata durante tutte le ore occupate.

- Blinds Open:

Persiane aperte: la percentuale media dell'area dinamica della finestra che non è ombreggiata durante le ore occupate

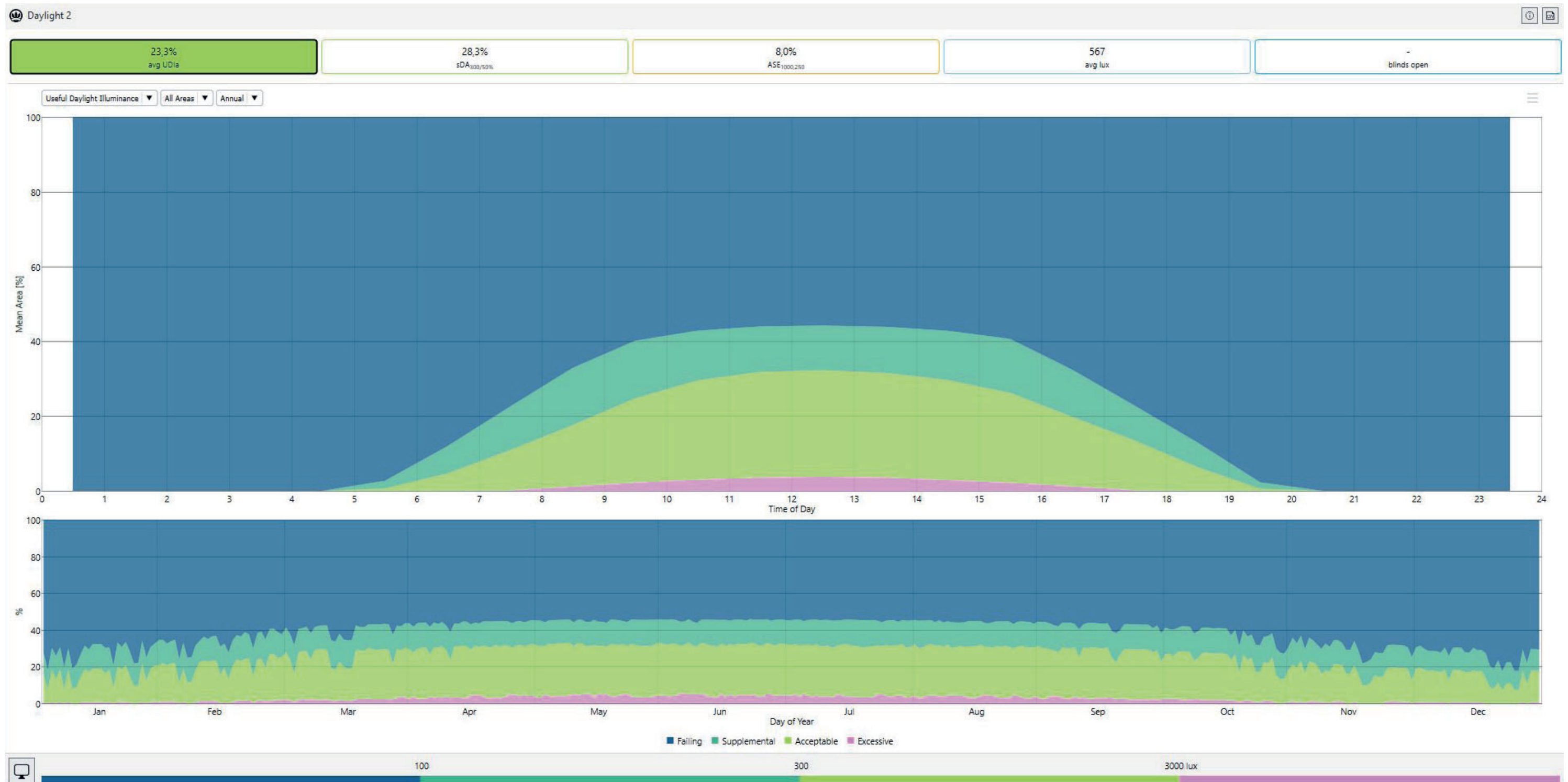
<div> <div>23,3% avg UDIa</div> <div>28,3% sDA_{1000/50%}</div> <div>8,0% ASE_{1000,250}</div> <div>567 avg lux</div> <div>- blinds open</div> </div>																				
ID	Description	Tags	Sq.m	Spacing[m]	UDI.f	UDI.s	UDI.a	UDI.e	DA	sDA	ASE	ASE.blinds	Avg.Lux	Blinds	DynamicGlass	Automated	TargetLux	MinLux	Avg.Ill.Ok	Min.Ill.Ok
Accesso scala			15,5	0,61	20,84%	50,64%	27,38%	1,15%	28,52%	18,52%	0,00%	0,00%	294	N	N	N	300	100	28,01%	53,34%
BANCHINA Analisi			634,2	0,61	88,53%	7,92%	3,44%	0,10%	3,55%	0,00%	0,00%	0,00%	57	N	N	N	300	100	3,32%	0,00%
BANCHINA Analisi			613,9	0,61	99,15%	0,75%	0,09%	0,01%	0,10%	0,00%	0,00%	0,00%	9	N	N	N	300	100	0,00%	0,00%
BANCHINA Analisi 02	BANCHINA analisi		615,3	0,61	99,07%	0,83%	0,09%	0,01%	0,10%	0,00%	0,00%	0,00%	9	N	N	N	300	100	0,00%	0,00%
Ingresso			713,1	0,61	14,19%	26,37%	53,06%	6,38%	59,44%	66,13%	22,44%	22,44%	1452	N	N	N	300	100	77,53%	0,00%
Ingresso 01			713,1	0,61	13,76%	26,85%	54,46%	4,93%	59,39%	68,70%	16,03%	16,03%	1193	N	N	N	300	100	77,67%	0,00%
Scale con banchina da analizzare			9,5	0,61	97,42%	2,50%	0,08%	0,00%	0,08%	0,00%	0,00%	0,00%	26	N	N	N	300	100	0,00%	0,00%
Scale con banchina da analizzare			10,8	0,61	99,37%	0,63%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	8	N	N	N	300	100	0,00%	0,00%
Scale con banchina da analizzare			9,1	0,61	96,39%	3,56%	0,04%	0,00%	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	36	N	N	N	300	100	0,00%	0,00%
Scale con banchina da analizzare			8,4	0,61	99,80%	0,20%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	19	N	N	N	300	100	0,00%	0,00%
Scale con banchina da analizzare			3,1	0,61	72,68%	25,14%	2,17%	0,00%	2,17%	0,00%	0,00%	0,00%	83	N	N	N	300	100	3,27%	9,15%
Scale con banchina da analizzare			3,2	0,61	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	8	N	N	N	300	100	0,00%	0,00%
Scale con banchina da analizzare			3,1	0,61	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	7	N	N	N	300	100	0,00%	0,00%
Scale con banchina da analizzare			8,4	0,61	29,49%	35,42%	32,82%	2,27%	35,09%	42,86%	0,00%	0,00%	457	N	N	N	300	100	35,55%	12,97%
Scale con banchina da analizzare			8,7	0,61	98,48%	1,51%	0,01%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	20	N	N	N	300	100	0,00%	0,00%
Scale con banchina da analizzare			8,7	0,61	26,99%	37,69%	32,59%	2,72%	35,32%	39,29%	0,00%	0,00%	469	N	N	N	300	100	35,62%	25,40%
Scale con banchina da analizzare			3,6	0,61	88,89%	10,25%	0,76%	0,10%	0,86%	0,00%	0,00%	0,00%	57	N	N	N	300	100	1,02%	3,20%
Scale con banchina da analizzare			3,6	0,61	98,70%	1,29%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	16	N	N	N	300	100	0,00%	0,00%
Scale con banchina da analizzare			9,9	0,61	92,92%	5,88%	1,20%	0,00%	1,20%	0,00%	0,00%	0,00%	39	N	N	N	300	100	0,68%	0,00%
Scale con banchina da analizzare			3,2	0,61	62,30%	30,87%	6,43%	0,40%	6,84%	0,00%	0,00%	0,00%	126	N	N	N	300	100	5,86%	16,81%
Scale con banchina da analizzare			9,9	0,61	54,59%	34,58%	10,23%	0,60%	10,83%	3,57%	0,00%	0,00%	181	N	N	N	300	100	5,29%	1,11%
Scale con banchina da analizzare			9,5	0,61	53,18%	26,38%	18,45%	1,99%	20,44%	17,86%	0,00%	0,00%	334	N	N	N	300	100	11,72%	0,00%
Scale con banchina da analizzare			3,5	0,61	95,53%	4,39%	0,07%	0,00%	0,07%	0,00%	0,00%	0,00%	38	N	N	N	300	100	0,00%	0,00%
Scale con banchina da analizzare			9,5	0,61	99,97%	0,03%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	17	N	N	N	300	100	0,00%	0,00%
Scale con banchina da analizzare			3,5	0,61	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	10	N	N	N	300	100	0,00%	0,00%
Scale con banchina da analizzare			10,2	0,61	99,76%	0,24%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	7	N	N	N	300	100	0,00%	0,00%
Total			3.445		60,86%	13,45%	23,30%	2,39%	25,69%	28,26%	7,96%	7,96%	567							

DAYLIGHT ANALISY_PROGETTO DEFINITIVO

Sintesi dei risultati per il calcolo dell'illuminamento medio annuale - Useful Daylight Illuminance (UDI)

Illuminamento diurno utile (UDI): questa metrica indica la frequenza con cui i livelli di luce diurna rientrano nei seguenti quattro step:

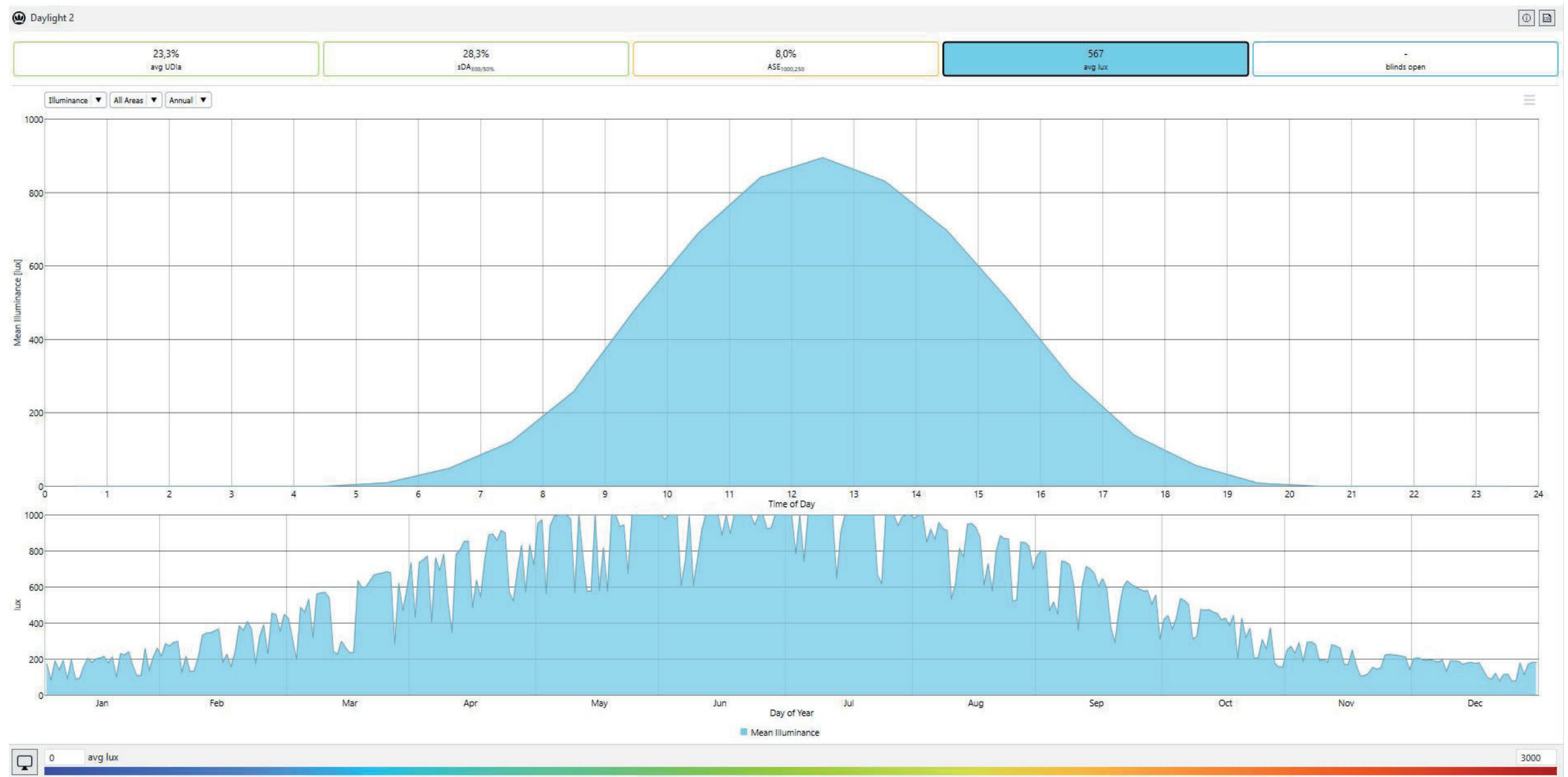
- Non riuscito (UDI_f): inferiore a 100 lux.
- Supplementare (UDI_s): Tra 100 e 300 lux.
- Autonomo (UDI_a): Tra 300 e 3000 lux.
- Eccessivo (UDI_e): più di 3000 lux.



DAYLIGHT ANALISY_PROGETTO DEFINITIVO

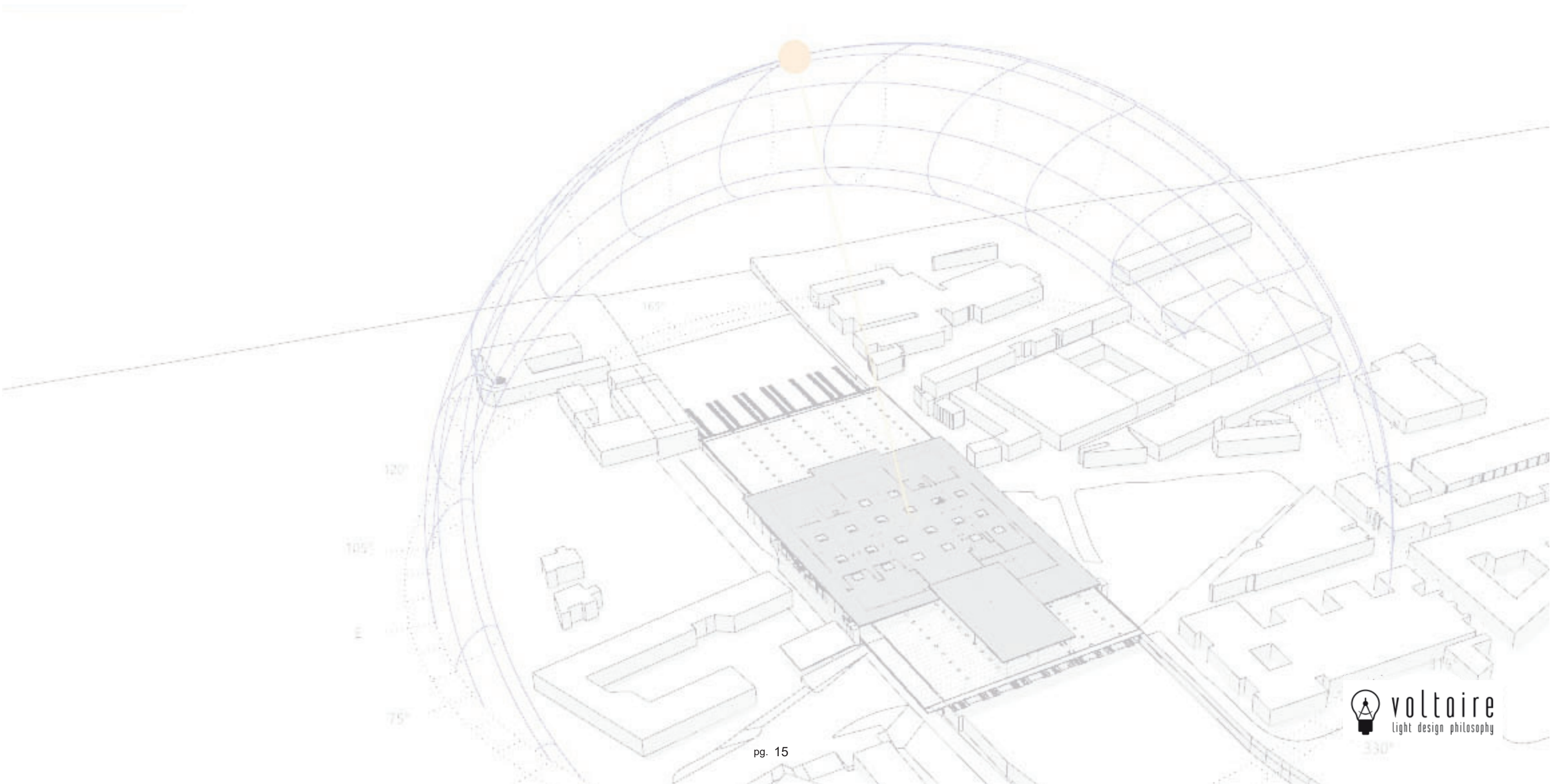
Sintesi dei risultati per il calcolo dell'illuminamento medio annuale - Mean Illuminance

Illuminamento medio: l'illuminamento medio sulla superficie regolarmente occupata durante tutte le ore occupate. Selezionando la metrica nel pannello di controllo è possibile esaminare sia i dati di illuminamento medio che quelli orari nella finestra di Rhino. Ai fini di questa analisi verranno prese in considerazione solo i valori di illuminamento medio, definiti come Avg. Lux. Il valore rappresenta la media di tutti i punti di calcolo presenti sulla superficie e calcolati per tutte le giornate dell'anno in tutte le ore di luce diurna attiva.



Progetto Definitivo

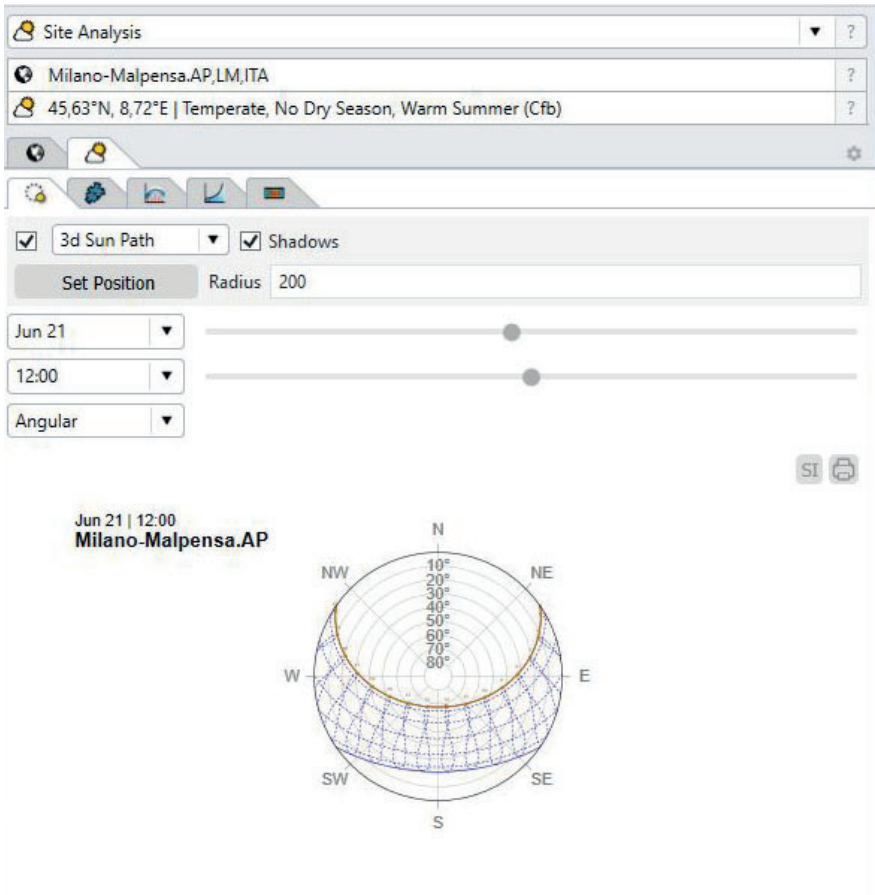
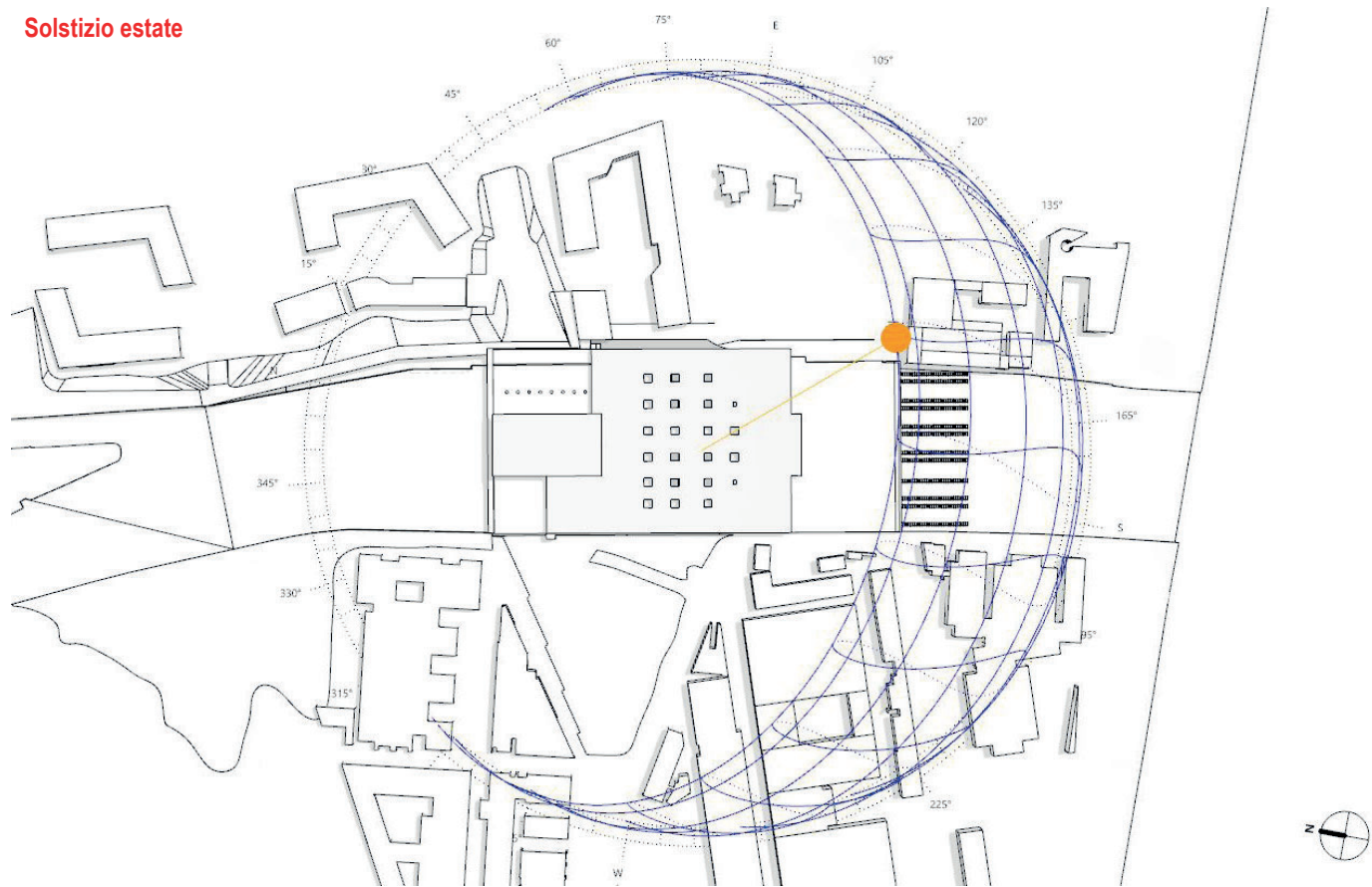
—
Point in time evaluation



POINT IN TIME ILLUMINATION_PROGETTO DEFINITIVO

Posizione e orientamento

Solstizio estate

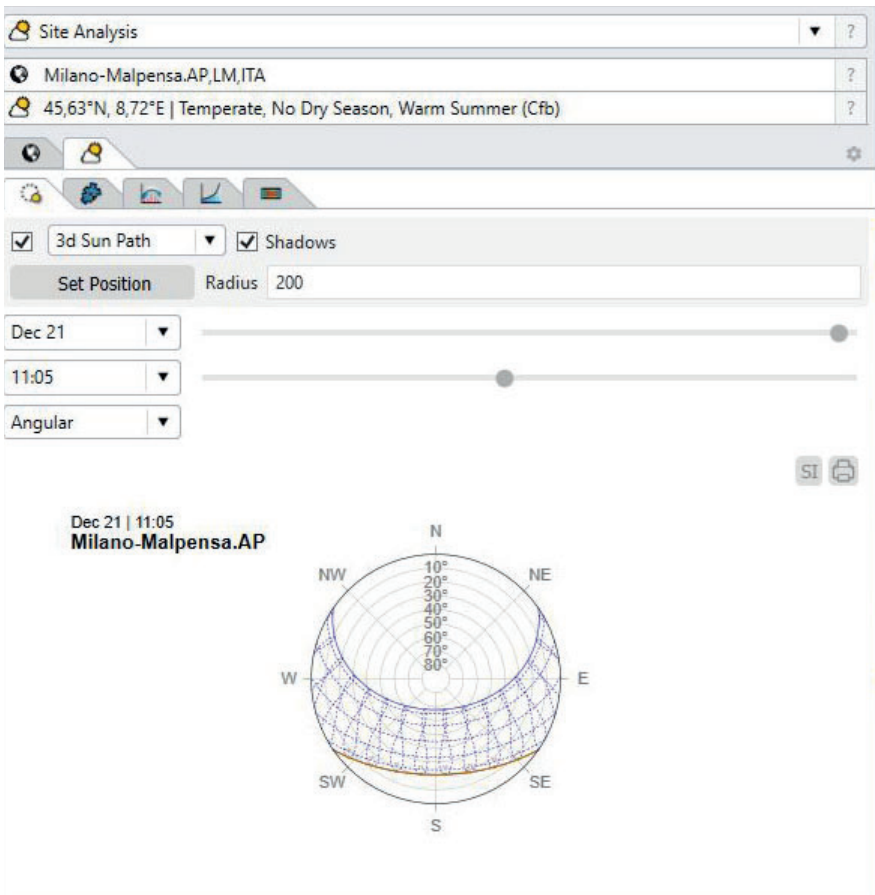
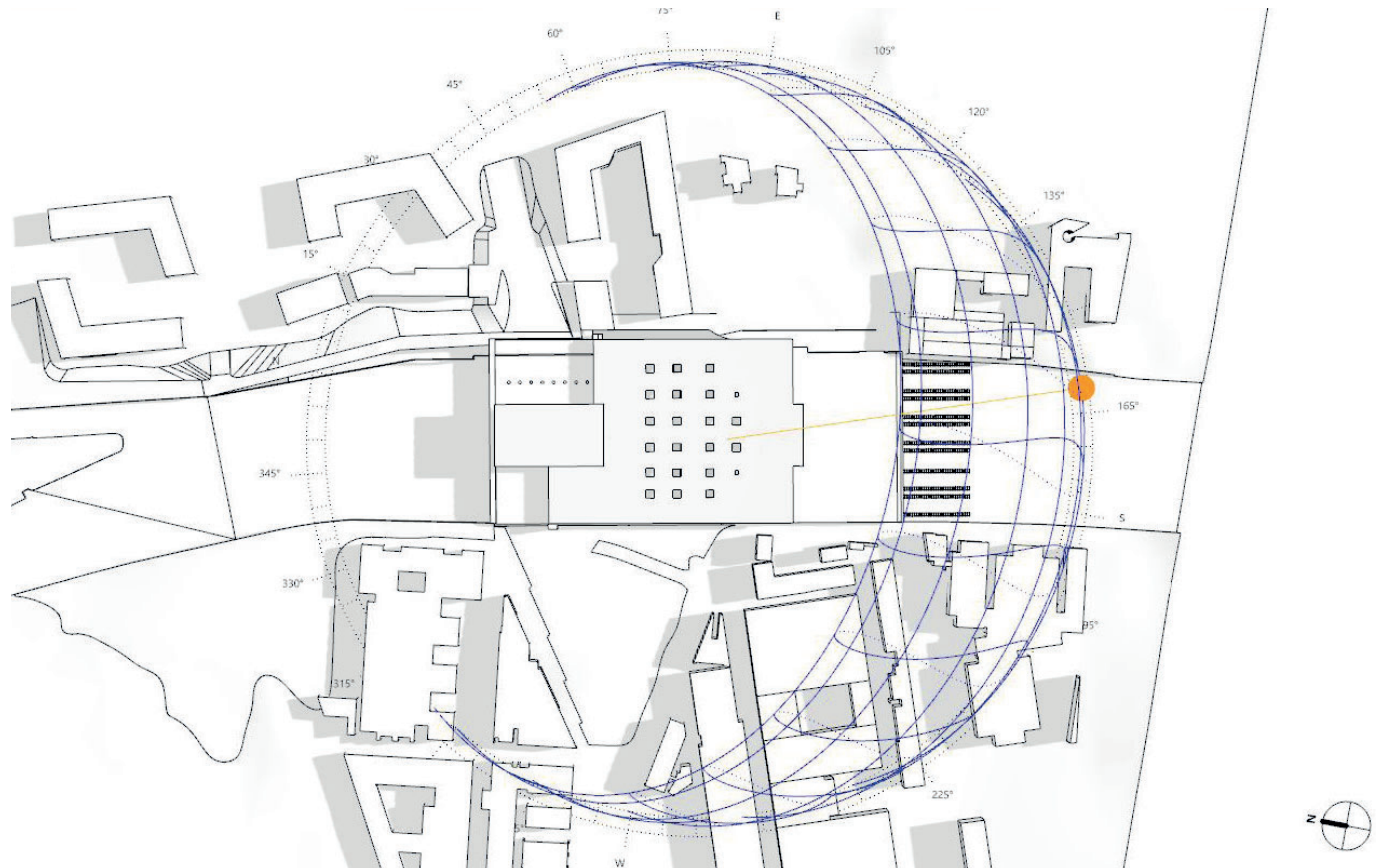


La seconda tipologia di verifica illuminotecnica che è stata impostata è quella relativa al calcolo dell'illuminamento medio di tutte le superfici di calcolo impostate ma in una data ora e giorno dell'anno.

Per questa analisi si è deciso di impostare il calcolo in 2 momenti dell'anno rappresentativi rispettivamente del massimo e del minimo illuminamento ipotetico.

- Solstizio estivo : 21 Giugno alle ore 12.00
- Solstizio invernale: 21 Dicembre alle ore 12.00

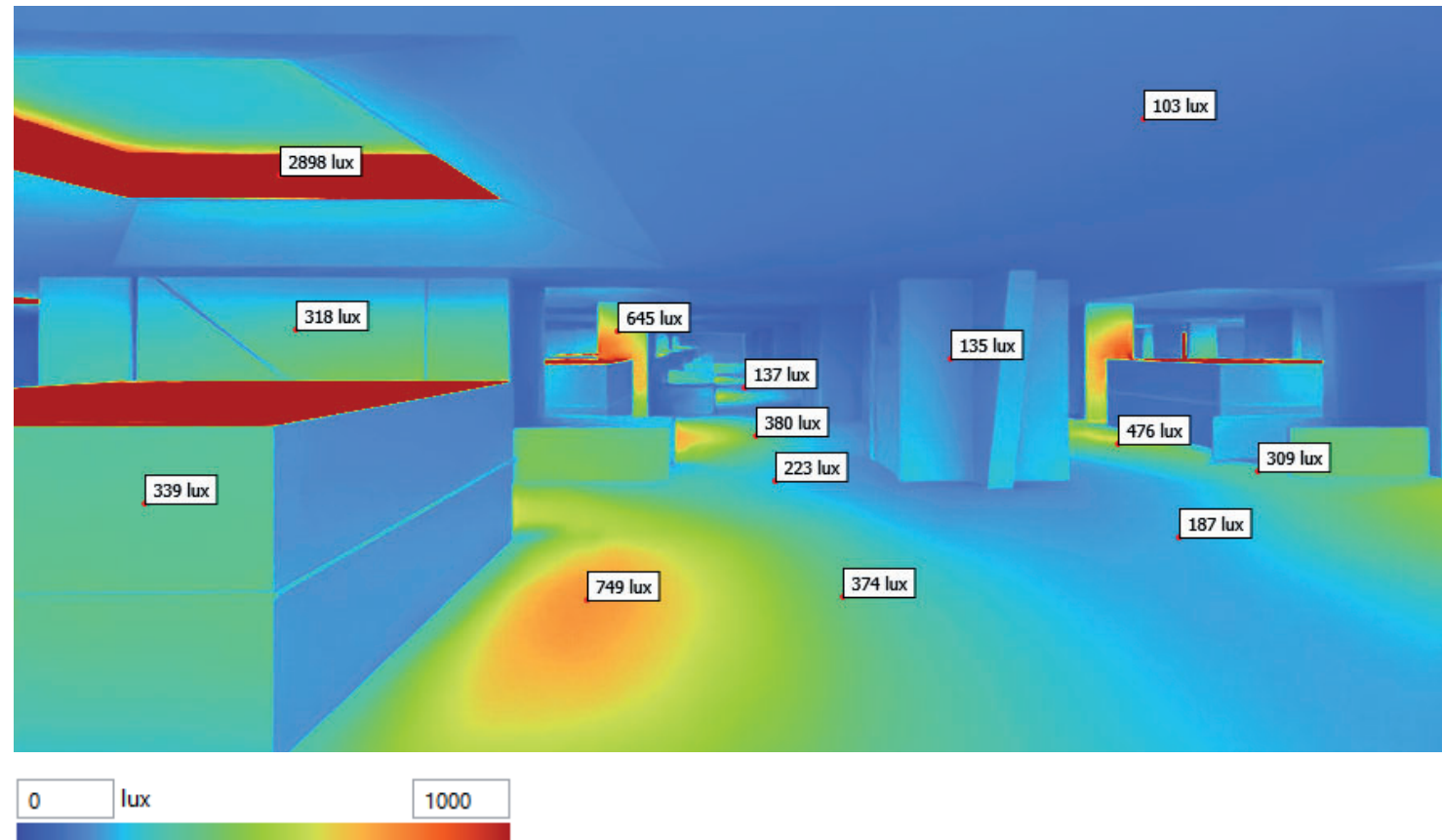
Solstizio inverno



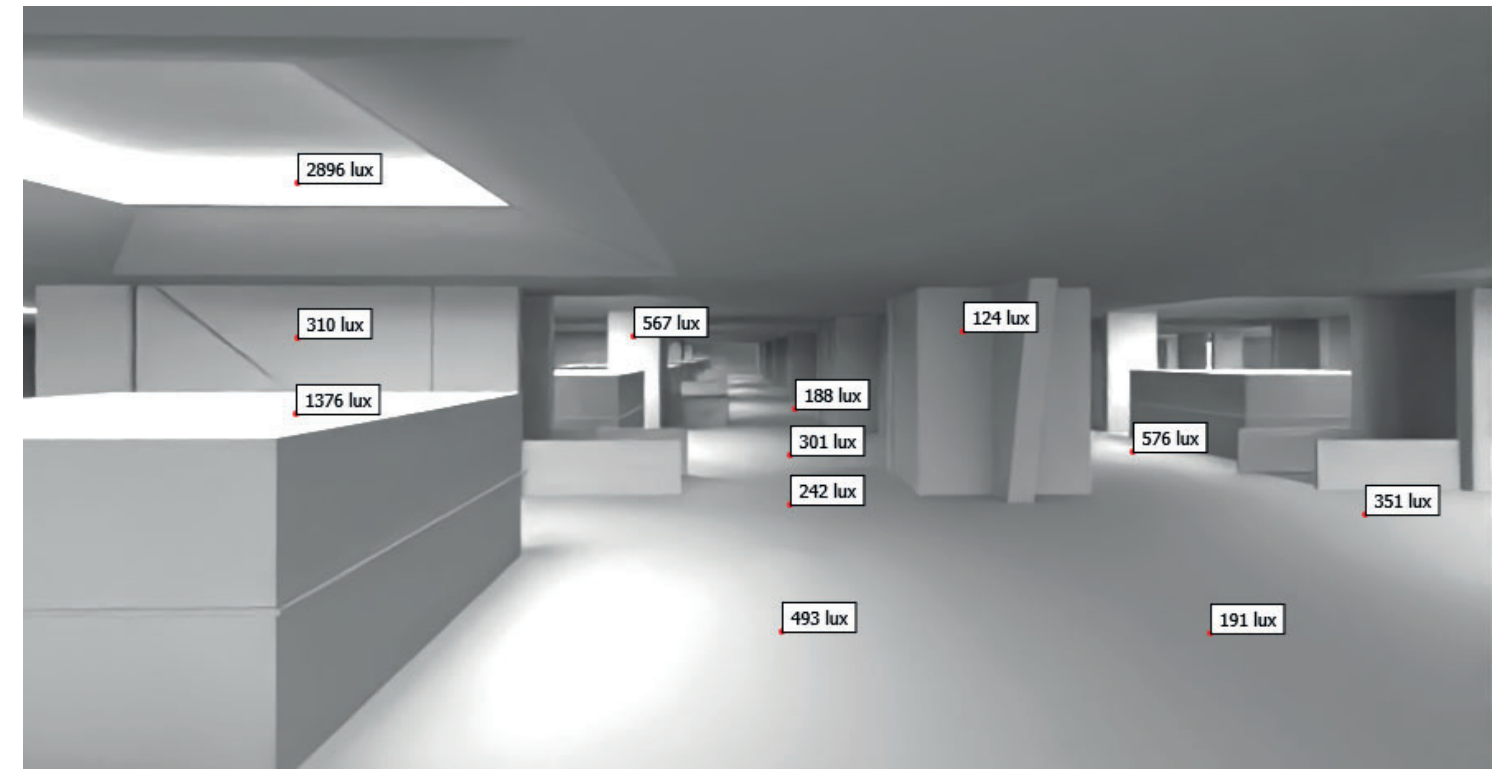
POINT IN TIME ILLUMINATION_PROGETTO DEFINITIVO

Render illuminamenti con calcolo ai solstizi estate/inverno_Livello ingresso L00

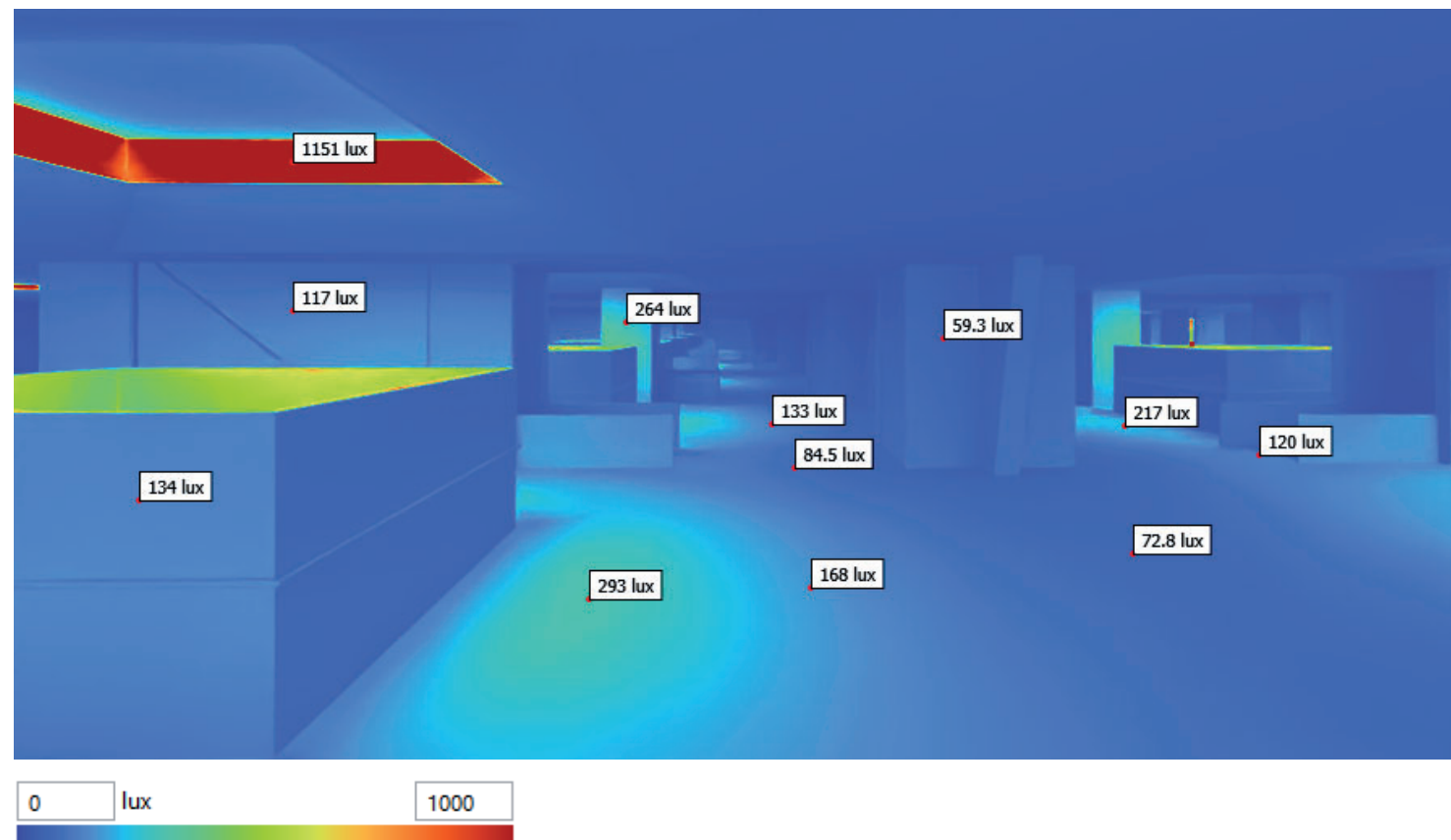
Render in False colours - Solstizio estate [21 Giu ore 12.00]



Render 3D - Solstizio estate [21 Giu ore 12.00]



Render in False colours - Solstizio inverno [21 Dic ore 12.00]

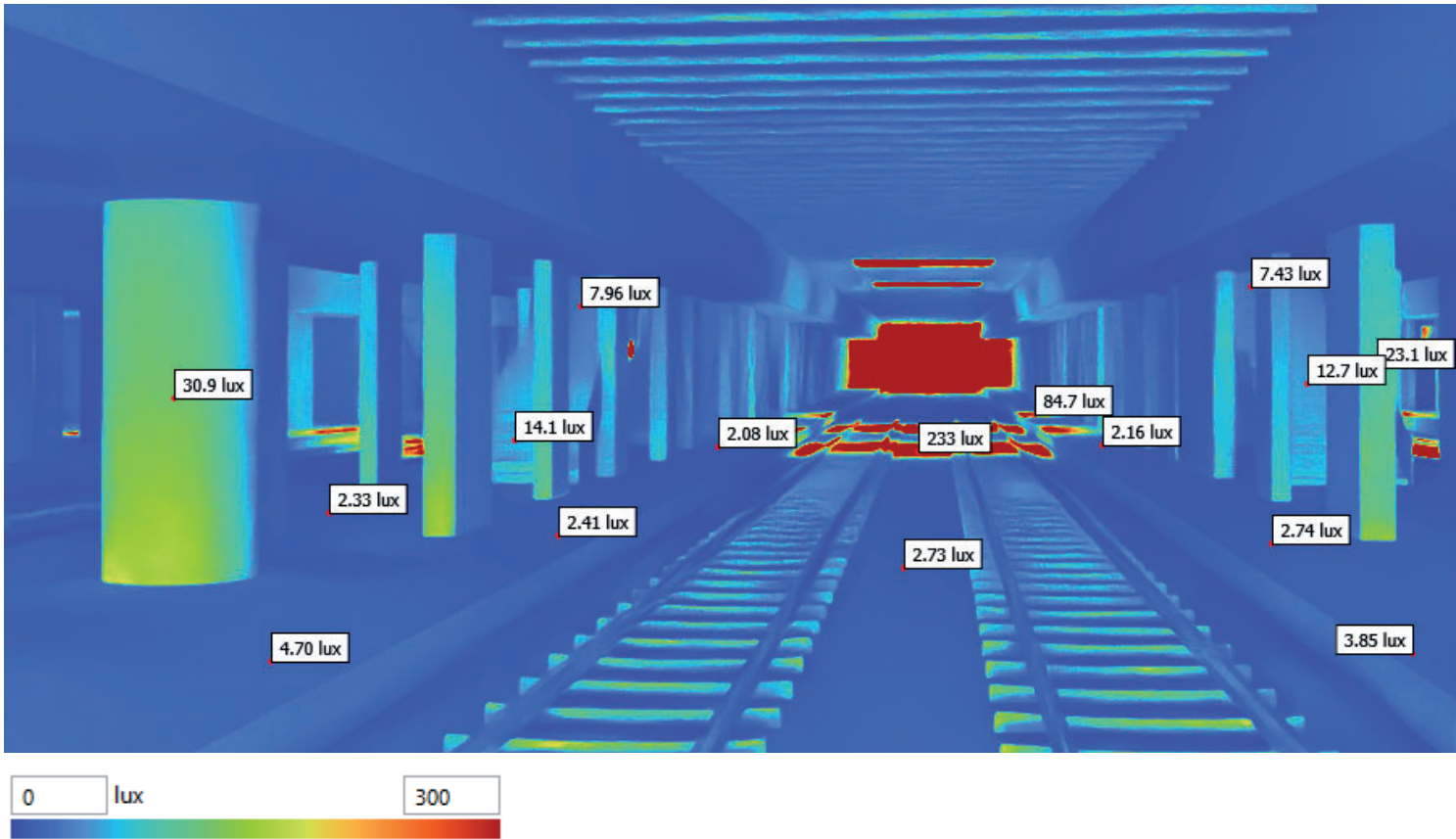


Render 3D - Solstizio inverno [21 Dic ore 12.00]

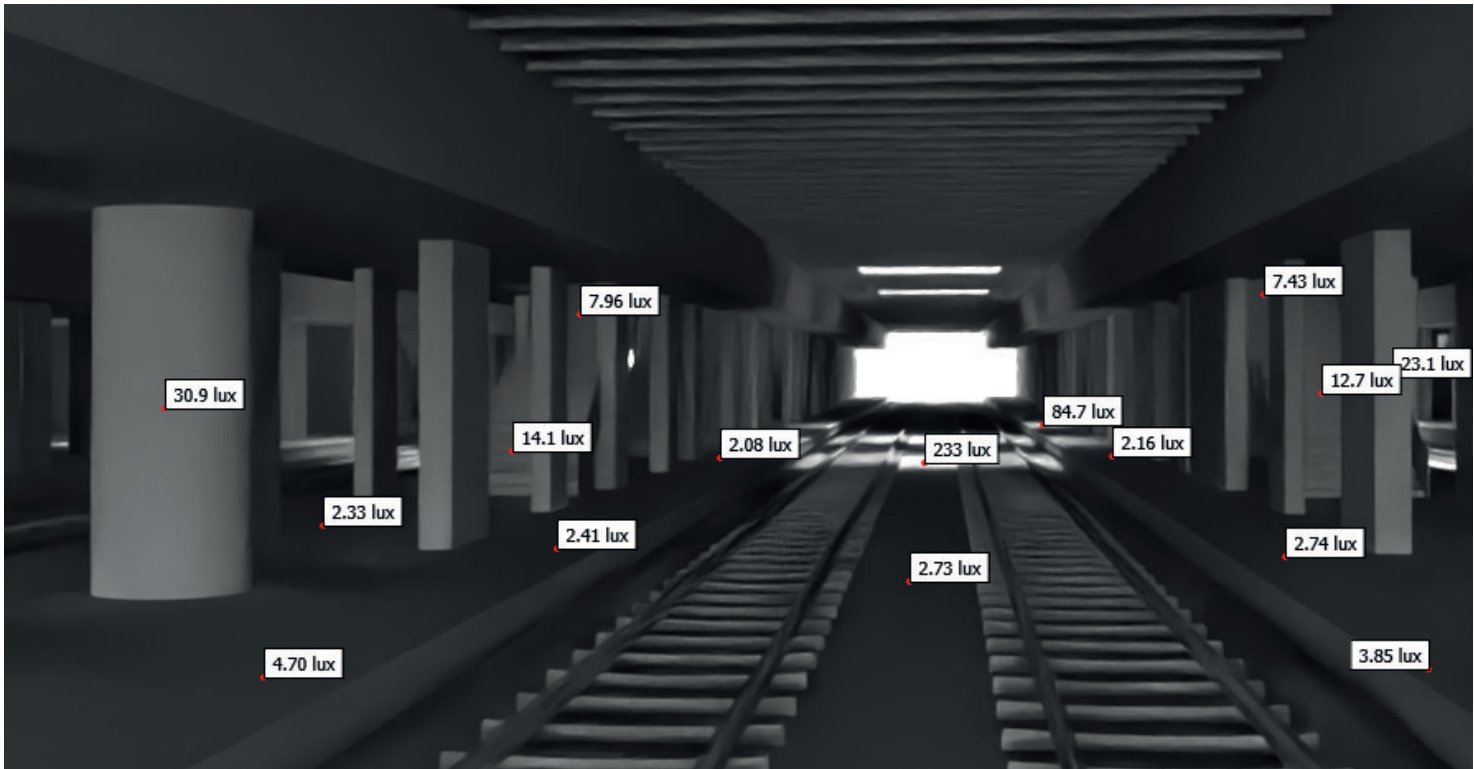


POINT IN TIME ILLUMINATION_PROGETTO DEFINITIVO
Render illuminamenti con calcolo ai solstizi estate/inverno_Livello banchine B01

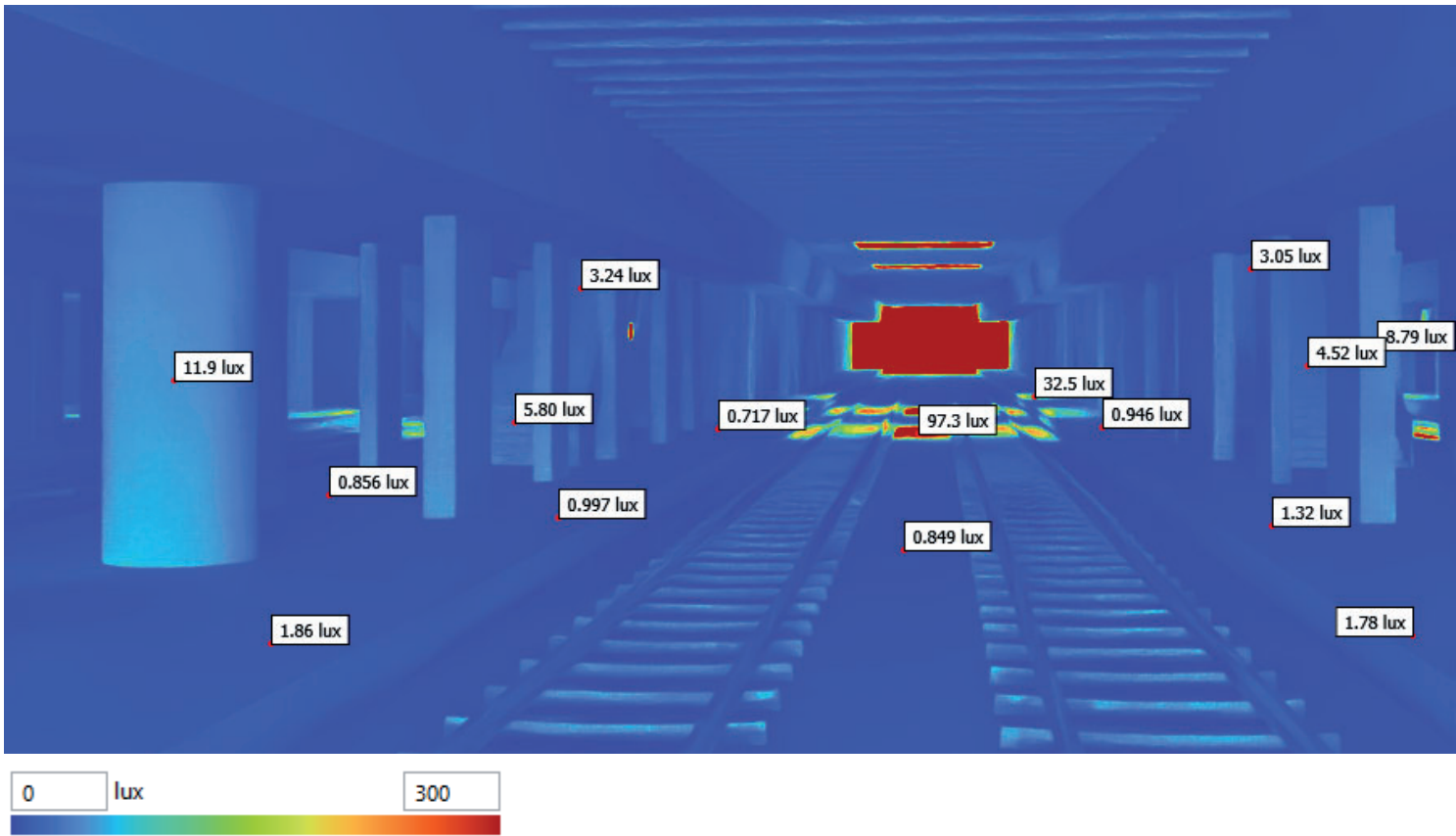
Render in False colours - Solstizio estate [21 Giu ore 12.00]



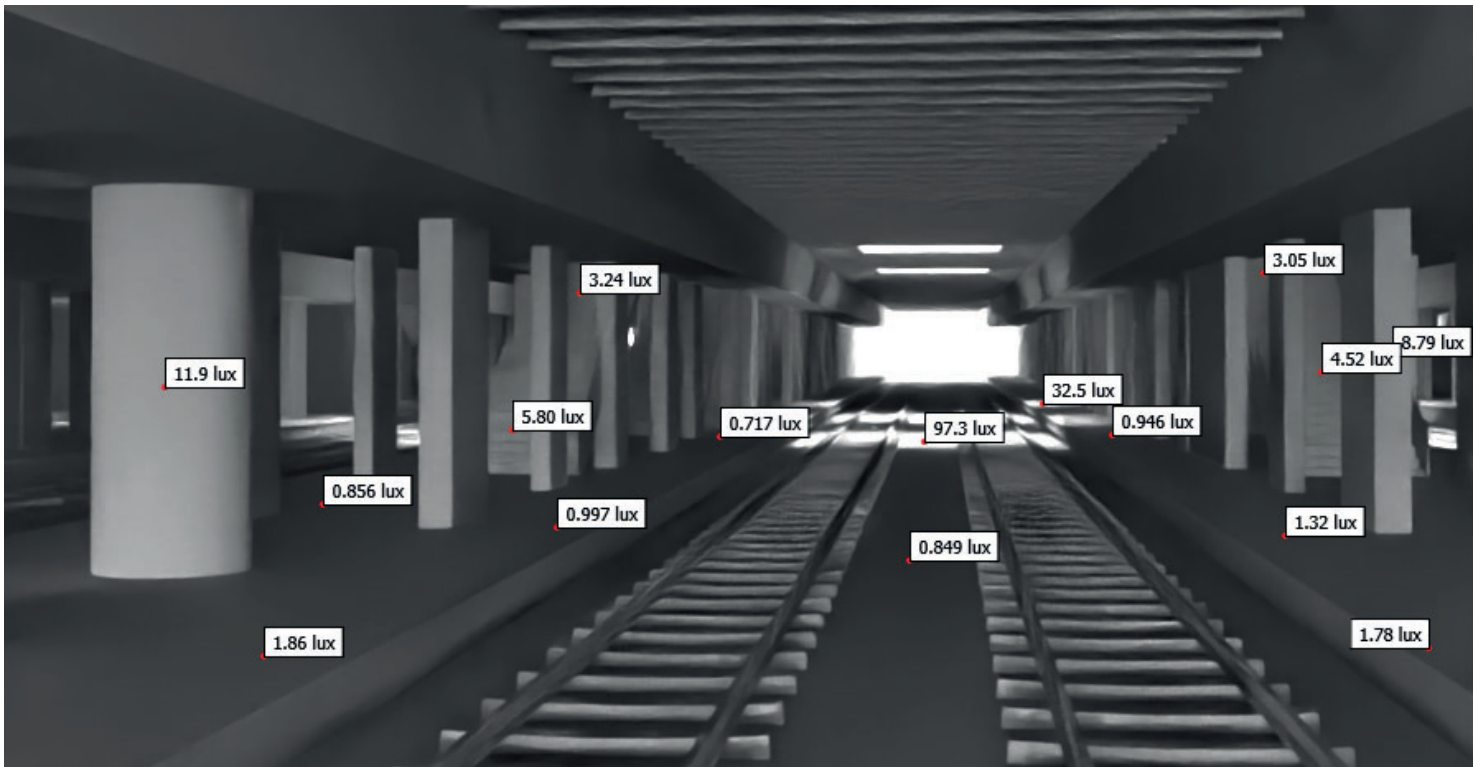
Render 3D - Solstizio estate [21 Giu ore 12.00]



Render in False colours - Solstizio inverno [21 Dic ore 12.00]

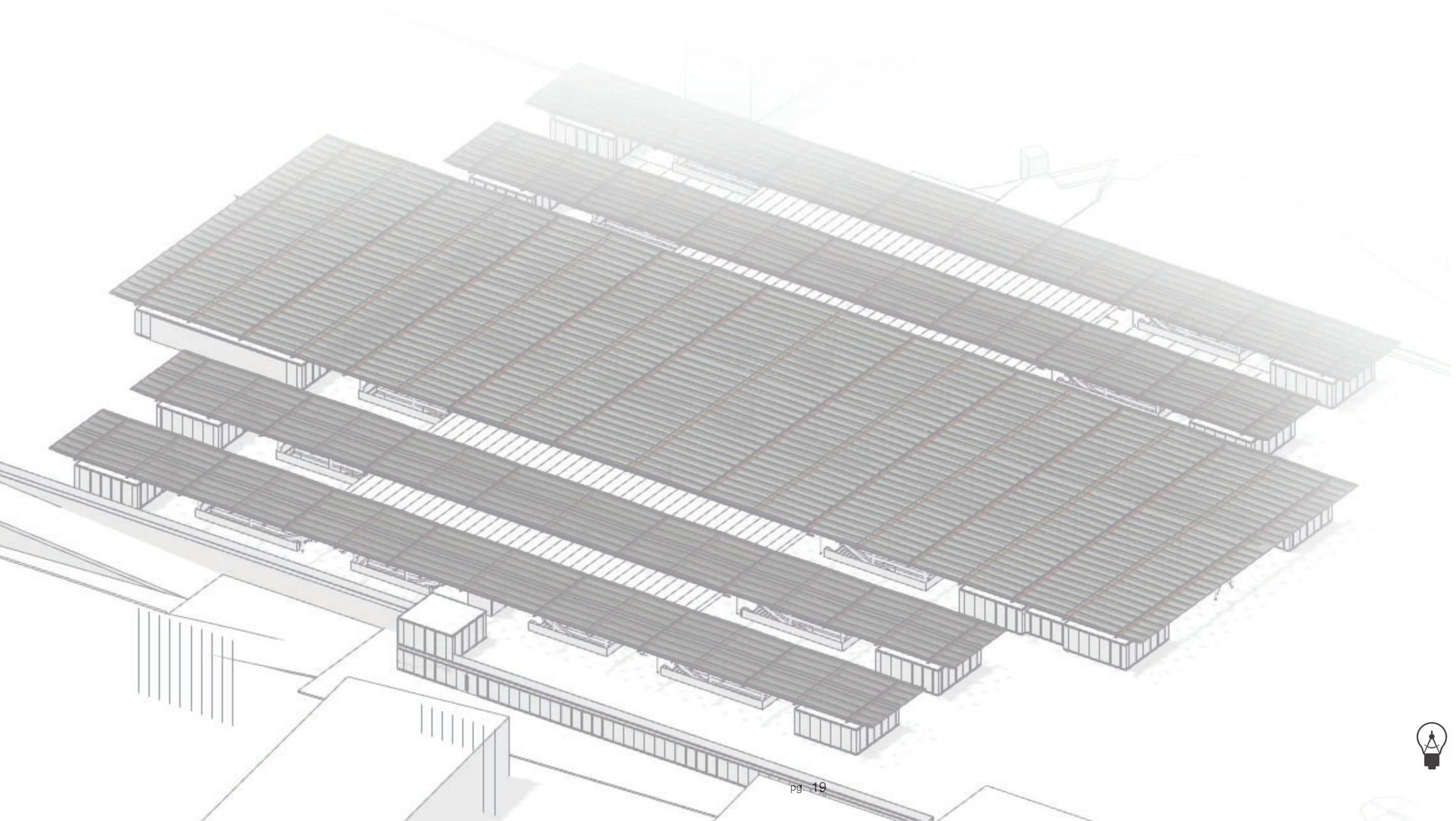


Render 3D - Solstizio inverno [21 Dic ore 12.00]



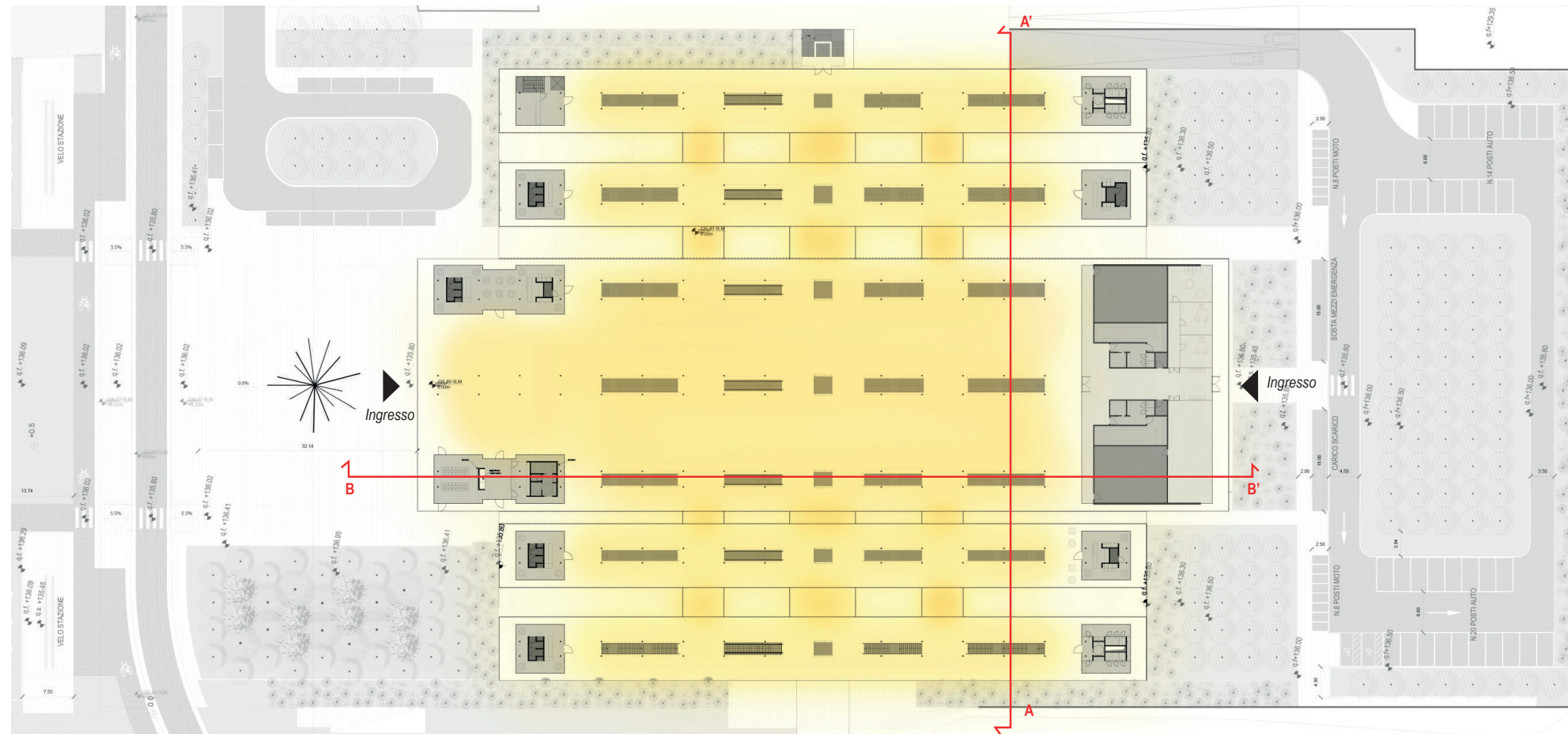
Progetto RPBW

Analisi architettonica



ANALISI DELLE APERTURE_PROGETTO RPBW

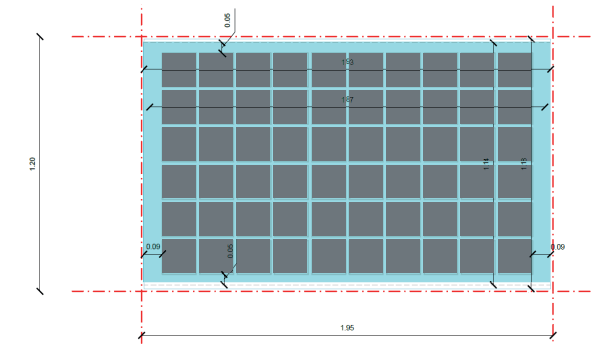
Analisi architettonica e delle aperture previste dal progetto.



Pianta Livello Ingresso L00

Pianta Livello Ingresso L00 - Copertura e Lucernari

Il livello ingresso è caratterizzato da una grande copertura vetrata con elementi a pannelli fotovoltaici che si estendono su buona parte della superficie fino a coprirla per quasi l'80% della sua estensione totale.



Img. di riferimento per pannello fotovoltaico tipologico

La superficie della copertura e delle passerelle trasversali è costituita da un doppio vetro ad altissima trasmittanza e alte performance di controllo solare. Tutte le aree retail e zone accessorie sono costituite da box vetrati trasparenti che facilitano il passaggio della luce naturale e non creano occlusioni alla zona centrale dell'ingresso.

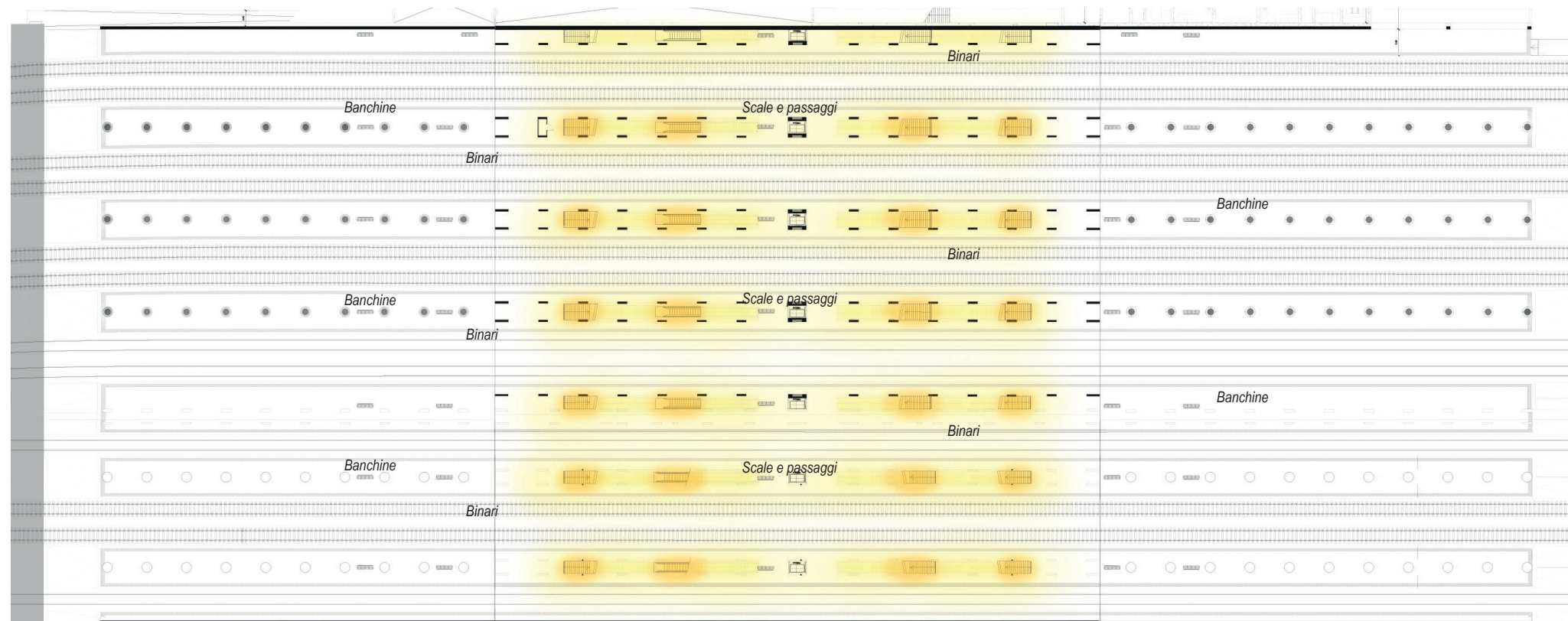


Pianta Livello Banchine B01 - Proiezione lucernari

Al livello B01 la luce naturale filtra grazie alle grandi aperture posizionate in corrispondenza delle scale, che permettono il filtraggio della luce dal livello ingresso direttamente verso le aree di maggior fruizione, ovvero le banchine.

I pilastri esistenti sono stati mantenuti senza ulteriori partizioni che avrebbero ridotto i livelli di illuminamento sensibilmente. I parapetti delle scale sono stati mantenuti in materiale vetro per la stessa ragione.

Nonostante la presenza della piastra verde a livello superiore che per buona parte impedisce l'accesso della luce naturale dai punti di uscita dei binari, la strategia delle aperture riesce a sopprimere a questo apporto diretto, portando la luce esclusivamente laddove effettivamente è utile.

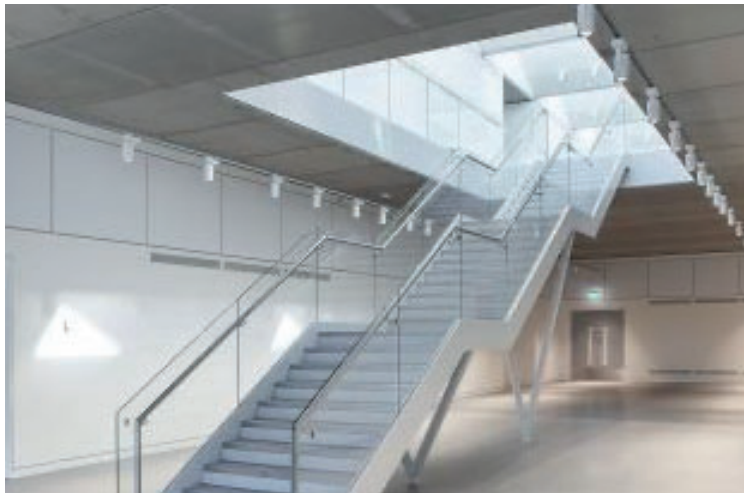
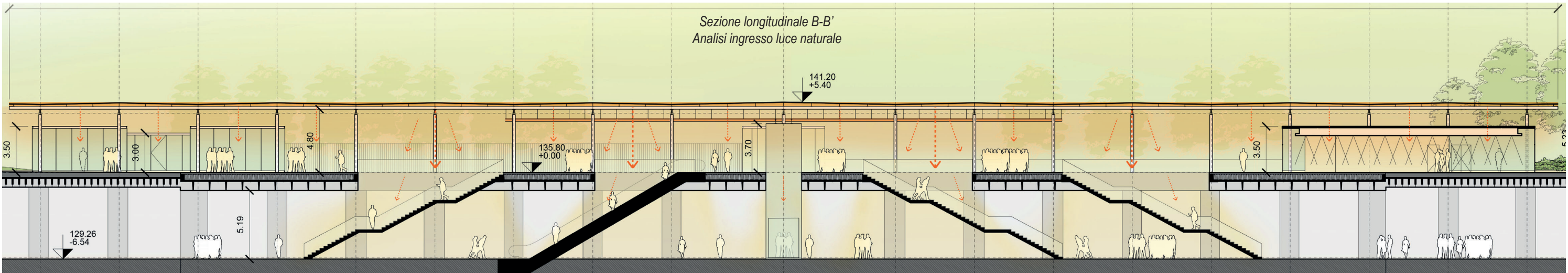
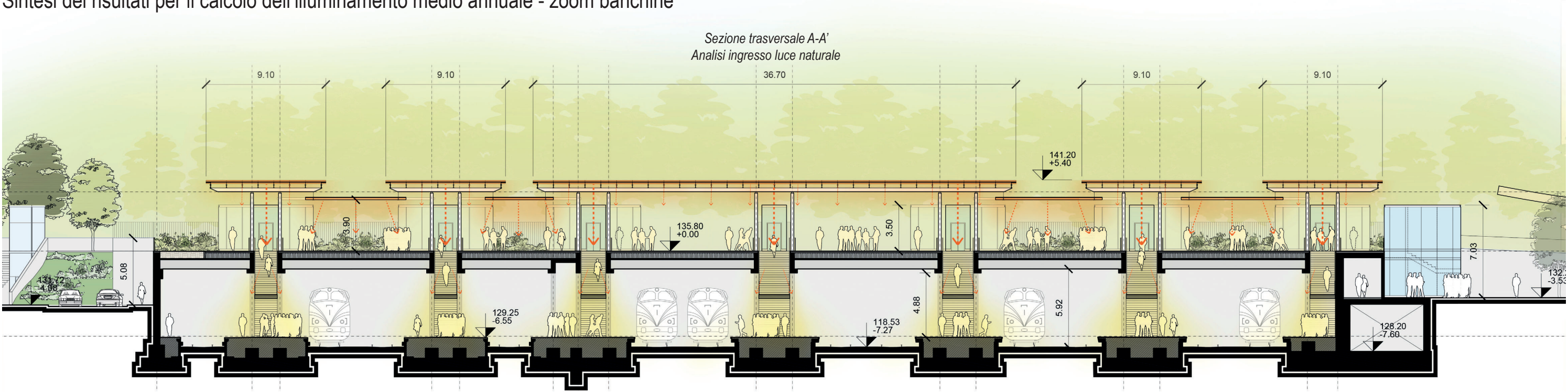


Pianta Livello Banchine B01



DAYLIGHT ANALISY_PROGETTO RPBW

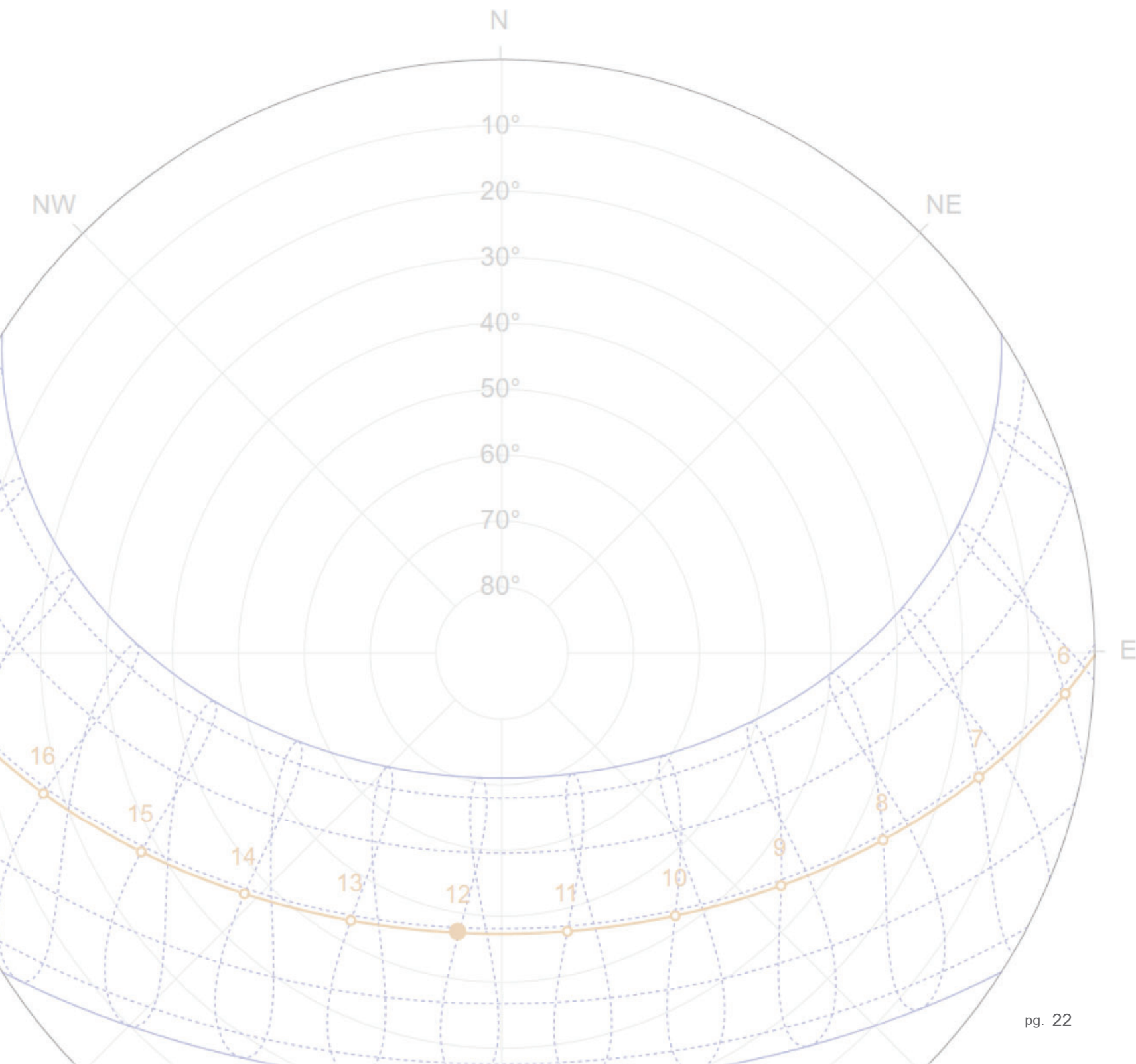
Sintesi dei risultati per il calcolo dell'illuminamento medio annuale - zoom banchine



Immagini di riferimento

Progetto RPBW

Daylight analysis su base annuale



DAYLIGHT ANALISY_PROGETTO RPBW

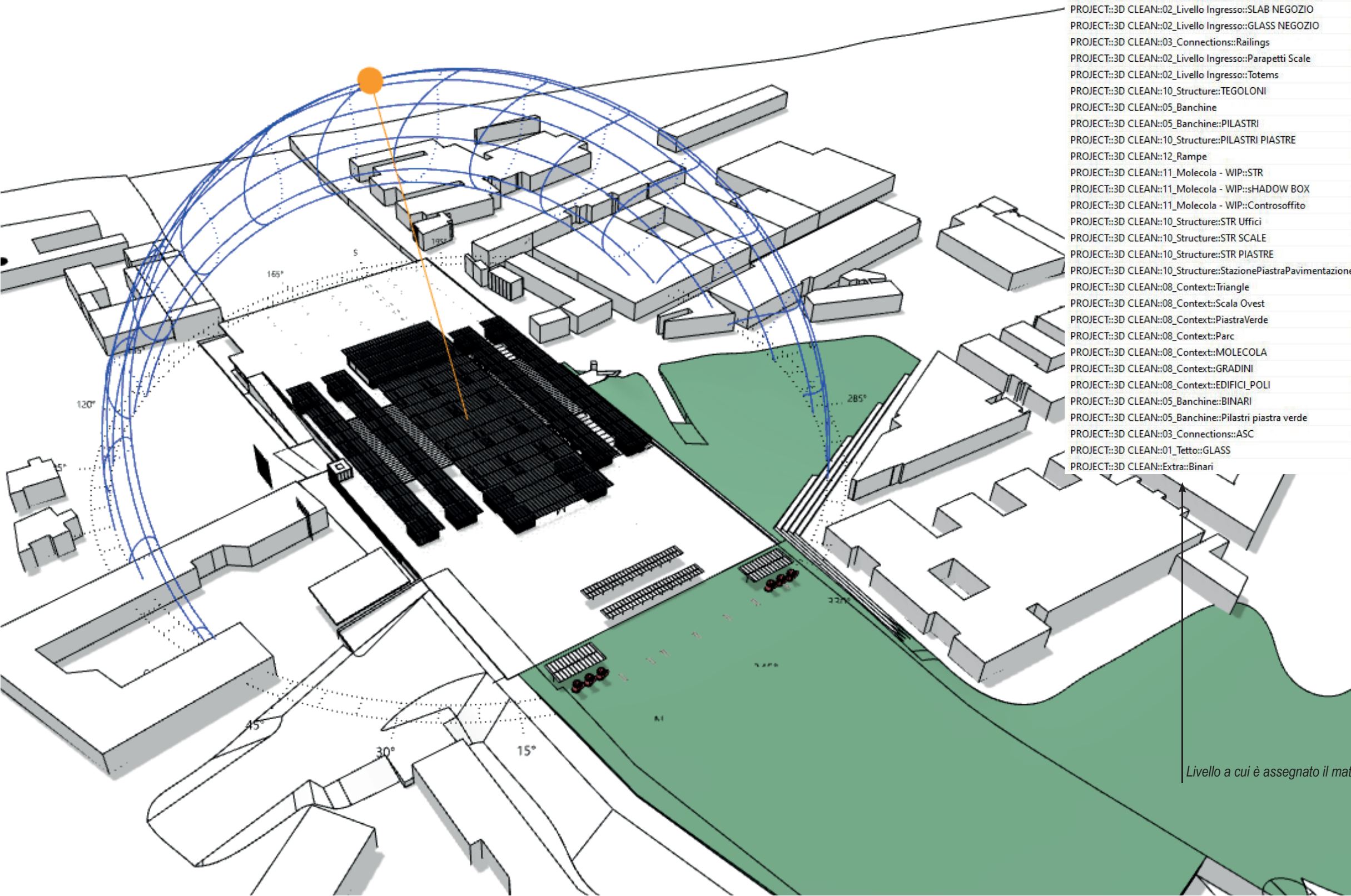
Inquadramento generale preset di calcolo e analisi dei materiali

Per l'analisi del daylight su base annuale sono state prese in considerazione le informazioni relative al clima provenienti dalla più vicina stazione metereologica prevista dal software - Milano Malpensa AP,LM, ITA.

Relativamente ai materiali utilizzati, nella schermata riassuntiva di fianco sono stati riportati i materiali selezionati dalla libreria integrata del software, partendo dalle indicazioni di finiture e rivestimenti condivisi nel progetto definitivo.

Il valore di riferimento R.vis si riferisce al valore medio di riflessione del materiale analizzato

Il valore di riferimento T.vis si riferisce al valore di trasmissione del materiale analizzato facendo riferimento allo spettro del visibile.



Layer Materials:				
Layer	Objects	Material	R.vis	T.vis
PROJECT::3D CLEAN::01_Tetto::GLASS PV	634	Kalwall 70mm Opt_1 CrystalWhite Tvis 20%	68,0%	20,0%
PROJECT::3D CLEAN::01_Tetto::STRUCTURE2	83416	Aluminum metal cladding	64,8%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::01_Tetto::STRUCTURE COLLEGAMENTI	3757	Aluminum metal cladding	64,8%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::11_Molecola - WIP::porte	100	Aluminium Door	44,2%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::11_Molecola - WIP::GLASS	250	Atlantica - Clear	10,2%	58,6%
PROJECT::3D CLEAN::11_Molecola - WIP::Mullions	89	Aluminum window mullion	51,5%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::11_Molecola - WIP::A-DOOR	1308	Aluminium Door	44,2%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::02_Livello Ingresso::Montanti	533	Aluminium Window Mullion	67,6%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::03_Connections::STAIRS	7970	Grey Stone Exterior floor	25,3%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::01_Tetto::TIRANTS	960	Aluminum metal cladding	64,8%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::01_Tetto::STRUCTURE1	1301	Aluminum metal cladding	64,8%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::02_Livello Ingresso::COLONNE	2343	Aluminum metal cladding	64,8%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::02_Livello Ingresso::OPAQUE WALLS	354	Wall LM83	50,0%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::02_Livello Ingresso::SLAB NEGOZIO	712	Concrete Floor	28,9%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::02_Livello Ingresso::GLASS NEGOZIO	122	Solarban 60 (2) on Azuria - Clear	8,2%	53,1%
PROJECT::3D CLEAN::03_Connections::Railings	1008	Grey Handrail	36,1%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::02_Livello Ingresso::Parapetti Scale	2296	Sungate 400 (2)	7,1%	87,8%
PROJECT::3D CLEAN::02_Livello Ingresso::Totems	3342	Aluminum window mullion	51,5%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::10_Structure::TEGOLONI	5698	Exterior Concrete floor	22,0%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::05_Banchine	88	Concrete Support	43,0%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::05_Banchine::PILASTRI	296	Concrete Support	43,0%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::10_Structure::PILASTRI PIASTRE	315	Concrete Exterior Wall	33,4%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::12_Rampe	121	Exterior Concrete wall	71,1%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::11_Molecola - WIP::STR	403	Exterior Concrete wall	71,1%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::11_Molecola - WIP::sSHADOW BOX	2	Azuria - Clear	10,5%	59,5%
PROJECT::3D CLEAN::11_Molecola - WIP::Controsoffitto	7	Ceiling E14 526	87,3%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::10_Structure::STR Uffici	2	Exterior wall	64,3%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::10_Structure::STR SCALE	316	Grey concrete exterior floor	40,0%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::10_Structure::STR PIASTRE	7	Exterior Concrete floor	22,0%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::10_Structure::StazionePiastraPavimentazione	153	Exterior Concrete floor	22,0%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::08_Context::Triangle	15	Grass 6	11,2%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::08_Context::Scala Ovest	25	Concrete Floor	28,9%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::08_Context::PiastraVerde	18	Grass 6	11,2%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::08_Context::Parc	164	Concrete Floor	28,9%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::08_Context::MOLECOLA	40	Concrete Floor	28,9%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::08_Context::GRADINI	18	Concrete Floor	28,9%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::08_Context::EDIFICI_POLI	257	Concrete Floor	28,9%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::05_Banchine::BINARI	75	Grey stone Countertop	21,5%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::05_Banchine::Pilastrini piastra verde	398	Concrete Exterior Wall	33,4%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::03_Connections::ASC	54	Media Lab metal	47,1%	0,0%
PROJECT::3D CLEAN::01_Tetto::GLASS	4	Solarban 60 (2) on Azuria - Clear	8,2%	53,1%
PROJECT::3D CLEAN::Extra::Binari	3528	Dark Stone countertop	5,9%	0,0%

Colore materiale

Riflessione materiale

Trasparenza materiale

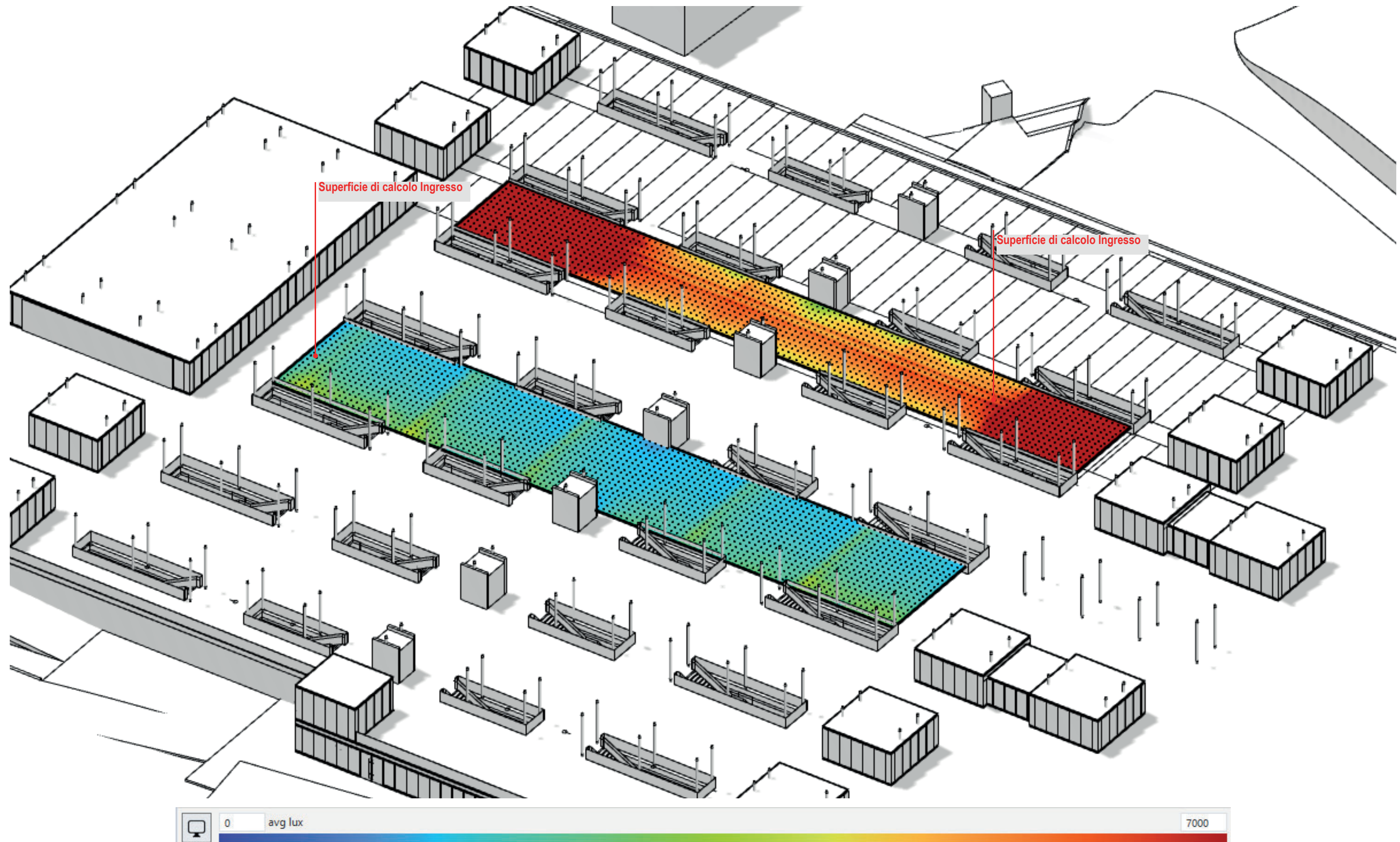
Nome materiale

Numero di elementi presenti nel livello

Livello a cui è assegnato il materiale

DAYLIGHT ANALISY_PROGETTO RPBW

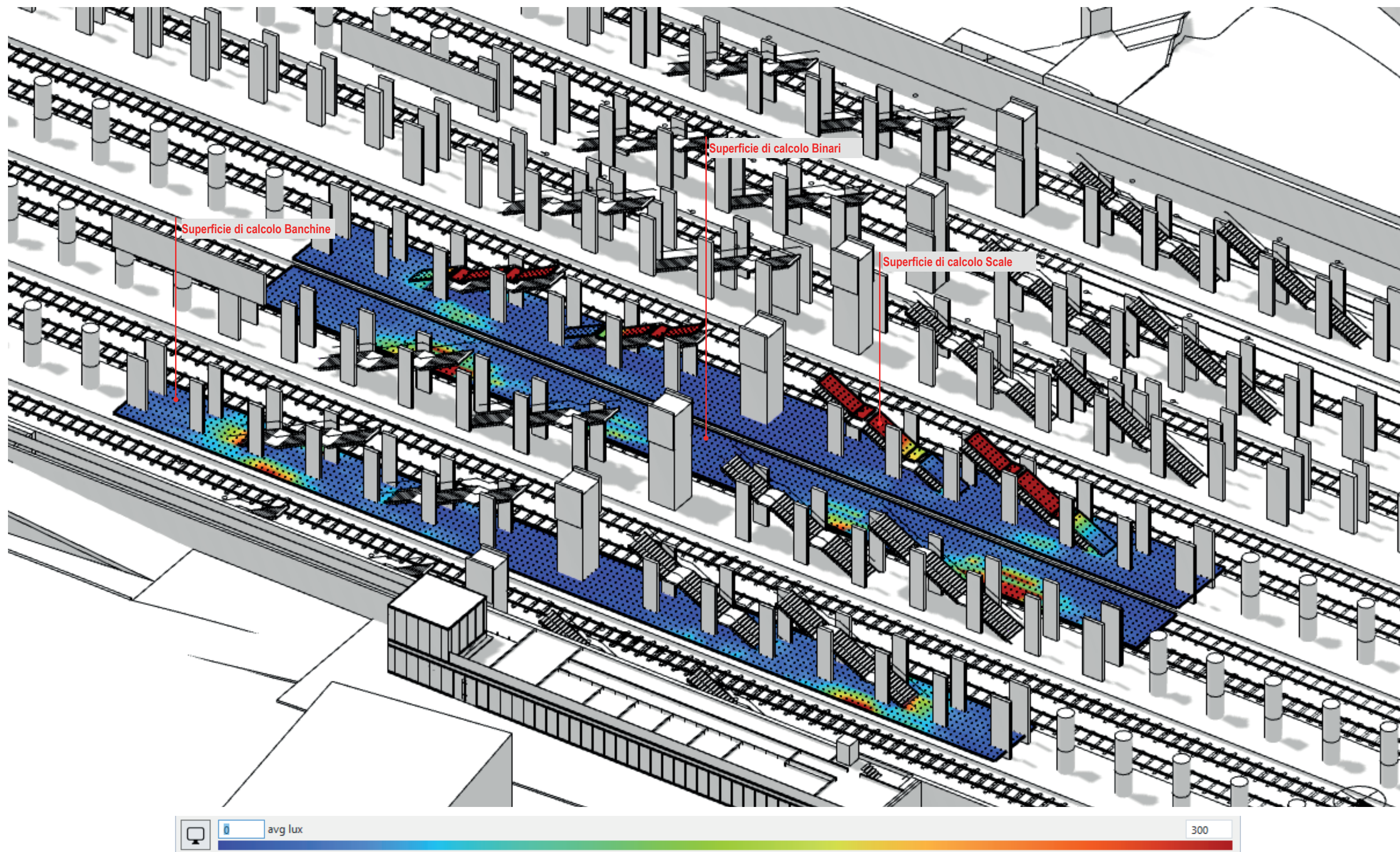
Sintesi dei risultati per il calcolo dell'illuminamento medio annuale - zoom livello ingresso (L00)



Scala dei valori a colori sfalsati

DAYLIGHT ANALISY_PROGETTO RPBW

Sintesi dei risultati per il calcolo dell'illuminamento medio annuale - zoom livello banchine (B01)



Scala dei valori a colori sfalsati

DAYLIGHT ANALISY_PROGETTO RPBW

Sintesi dei risultati per il calcolo dell'illuminamento medio annuale - superfici di calcolo

Nell'immagine sottostante sono riportati tutti i risultati relativi alle superfici di calcolo utilizzate ai fini dell'analisi del daylight. La sintesi riporta diversi parametri attivi in climateStudio per tutte le tipologie di calcolo previste anche in riferimento alle certificazioni energetiche come LEED e BREEAM. Nello specifico i principali parametri di valutazione sono suddivisi in:

- Useful Daylight Illuminance (UDI)

Illuminamento diurno utile - questa metrica indica la frequenza con cui i livelli di luce diurna rientrano in 4 macro scaglioni.

- Spatial Daylight Autonomy (sDA):

Autonomia spaziale diurna - la percentuale della superficie regolarmente occupata che è "illuminata di giorno".

- Annual Sunlight Exposure (ASE):

Esposizione annuale alla luce solare -La percentuale della superficie regolarmente occupata che è "sovrailluminata". In questo contesto, i luoghi "sovrailluminati" sono quelli che ricevono luce solare diretta (>1000 lux direttamente dal disco solare) per più di 250 ore occupate.

- Mean Illuminance:

Illuminamento medio: l'illuminamento medio sulla superficie regolarmente occupata durante tutte le ore occupate.

- Blinds Open:

Persiane aperte: la percentuale media dell'area dinamica della finestra che non è ombreggiata durante le ore occupate

24,0% avg UDIa			43,2% sDA _{500/50%}						17,1% ASE _{1000,250}				1709 avg lux				- blinds open				
ID	Description	Tags	Sq.m	Spacing[m]	UDI.f	UDI.s	UDI.a	UDI.e	DA	sDA	ASE	ASE.blinds	Avg.Lux	Blinds	DynamicGlass	Automated	TargetLux	MinLux	Avg.Ill.Ok	Min.Ill.Ok	
Accesso scala		☞	13,5	0,61	4,82%	3,15%	50,19%	41,84%	92,03%	100,00%	20,00%	20,00%	3680	N	N	N	300	100	87,44%	93,68%	
Banchine		☞	659,5	0,61	97,84%	2,15%	0,01%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	16	N	N	N	300	100	0,00%	0,00%	
Banchine		☞	575,4	0,61	92,07%	6,69%	1,24%	0,00%	1,25%	0,00%	0,00%	0,00%	34	N	N	N	300	100	0,02%	0,00%	
Banchine		☞	555,3	0,61	94,06%	4,94%	0,88%	0,12%	1,00%	0,00%	0,00%	0,00%	55	N	N	N	300	100	3,82%	0,00%	
livello ingresso		☞	555,7	0,61	3,12%	2,49%	29,34%	65,05%	94,39%	100,00%	98,73%	98,73%	6855	N	N	N	300	100	93,43%	95,32%	
livello ingresso		☞	748,4	0,61	5,73%	4,28%	70,83%	19,17%	89,99%	100,00%	0,00%	0,00%	2026	N	N	N	300	100	85,17%	87,89%	
Scale		☞	7,4	0,61	6,36%	5,76%	81,86%	6,02%	87,88%	100,00%	0,00%	0,00%	1700	N	N	N	300	100	82,35%	89,01%	
Scale		☞	8,9	0,61	10,24%	15,86%	73,85%	0,05%	73,91%	100,00%	0,00%	0,00%	682	N	N	N	300	100	67,24%	79,60%	
Scale		☞	8,8	0,61	73,86%	22,70%	3,42%	0,02%	3,44%	0,00%	0,00%	0,00%	78	N	N	N	300	100	0,16%	0,00%	
Scale		☞	7,4	0,61	6,87%	6,88%	84,72%	1,54%	86,25%	100,00%	0,00%	0,00%	1297	N	N	N	300	100	80,94%	87,48%	
Scale		☞	8,9	0,61	17,17%	27,05%	55,55%	0,24%	55,79%	66,67%	0,00%	0,00%	561	N	N	N	300	100	56,54%	50,02%	
Scale		☞	8,8	0,61	99,89%	0,10%	0,00%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	12	N	N	N	300	100	0,09%	0,00%	
Scale		☞	7,4	0,61	6,86%	6,64%	84,00%	2,50%	86,50%	100,00%	0,00%	0,00%	1409	N	N	N	300	100	80,74%	87,76%	
Scale		☞	3,0	0,61	7,51%	8,52%	83,90%	0,07%	83,97%	100,00%	0,00%	0,00%	1067	N	N	N	300	100	77,06%	87,96%	
Scale		☞	8,0	0,61	17,42%	27,53%	55,04%	0,00%	55,05%	71,43%	0,00%	0,00%	481	N	N	N	300	100	56,77%	49,27%	
Scale		☞	3,0	0,61	39,12%	55,70%	5,18%	0,00%	5,18%	0,00%	0,00%	0,00%	138	N	N	N	300	100	3,25%	44,91%	
Scale		☞	7,9	0,61	99,18%	0,82%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	18	N	N	N	300	100	0,00%	0,00%	
Scale		☞	7,4	0,61	6,74%	6,43%	85,45%	1,38%	86,82%	100,00%	0,00%	0,00%	1327	N	N	N	300	100	81,28%	88,05%	
Scale		☞	3,0	0,61	7,38%	8,40%	84,10%	0,12%	84,22%	100,00%	0,00%	0,00%	1124	N	N	N	300	100	77,35%	88,44%	
Scale		☞	8,0	0,61	10,03%	14,75%	74,96%	0,26%	75,21%	100,00%	0,00%	0,00%	872	N	N	N	300	100	67,79%	80,69%	
Scale		☞	3,0	0,61	13,46%	23,33%	63,21%	0,00%	63,21%	100,00%	0,00%	0,00%	449	N	N	N	300	100	55,22%	79,19%	
Scale		☞	7,9	0,61	42,65%	50,19%	7,15%	0,00%	7,15%	0,00%	0,00%	0,00%	133	N	N	N	300	100	0,00%	13,22%	
Scale		☞	3,0	0,61	13,81%	24,31%	61,86%	0,02%	61,88%	100,00%	0,00%	0,00%	438	N	N	N	300	100	53,16%	78,74%	
Scale		☞	3,0	0,61	7,21%	7,79%	84,76%	0,24%	85,00%	100,00%	0,00%	0,00%	1234	N	N	N	300	100	78,03%	88,62%	
Scale		☞	3,0	0,61	34,26%	54,57%	11,11%	0,06%	11,17%	0,00%	0,00%	0,00%	183	N	N	N	300	100	10,13%	53,07%	
Scale		☞	3,0	0,61	7,74%	9,07%	83,10%	0,09%	83,19%	100,00%	0,00%	0,00%	1101	N	N	N	300	100	76,03%	87,53%	
Total			3.229		55,60%	4,56%	23,97%	15,86%	39,84%	43,17%	17,08%	17,08%	1.709								

DAYLIGHT ANALISY_PROGETTO RPBW

Sintesi dei risultati per il calcolo dell'illuminamento medio annuale - Useful Daylight Illuminance (UDI)

Illuminamento diurno utile (UDI): questa metrica indica la frequenza con cui i livelli di luce diurna rientrano nei seguenti quattro step:

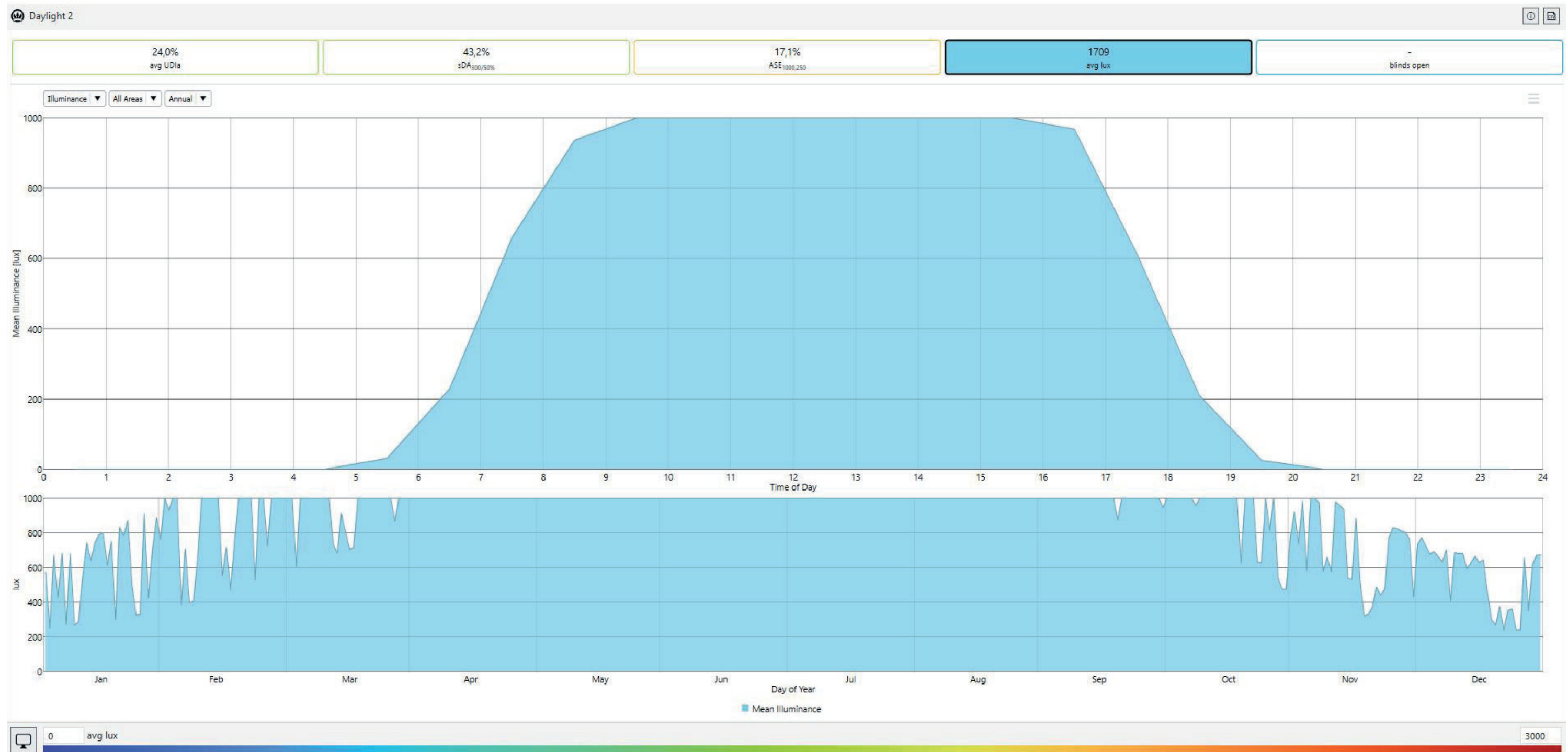
- Non riuscito (UDI_f): inferiore a 100 lux.
- Supplementare (UDI_s): Tra 100 e 300 lux.
- Autonomo (UDI_a): Tra 300 e 3000 lux.
- Eccessivo (UDI_e): più di 3000 lux.



DAYLIGHT ANALISY_PROGETTO RPBW

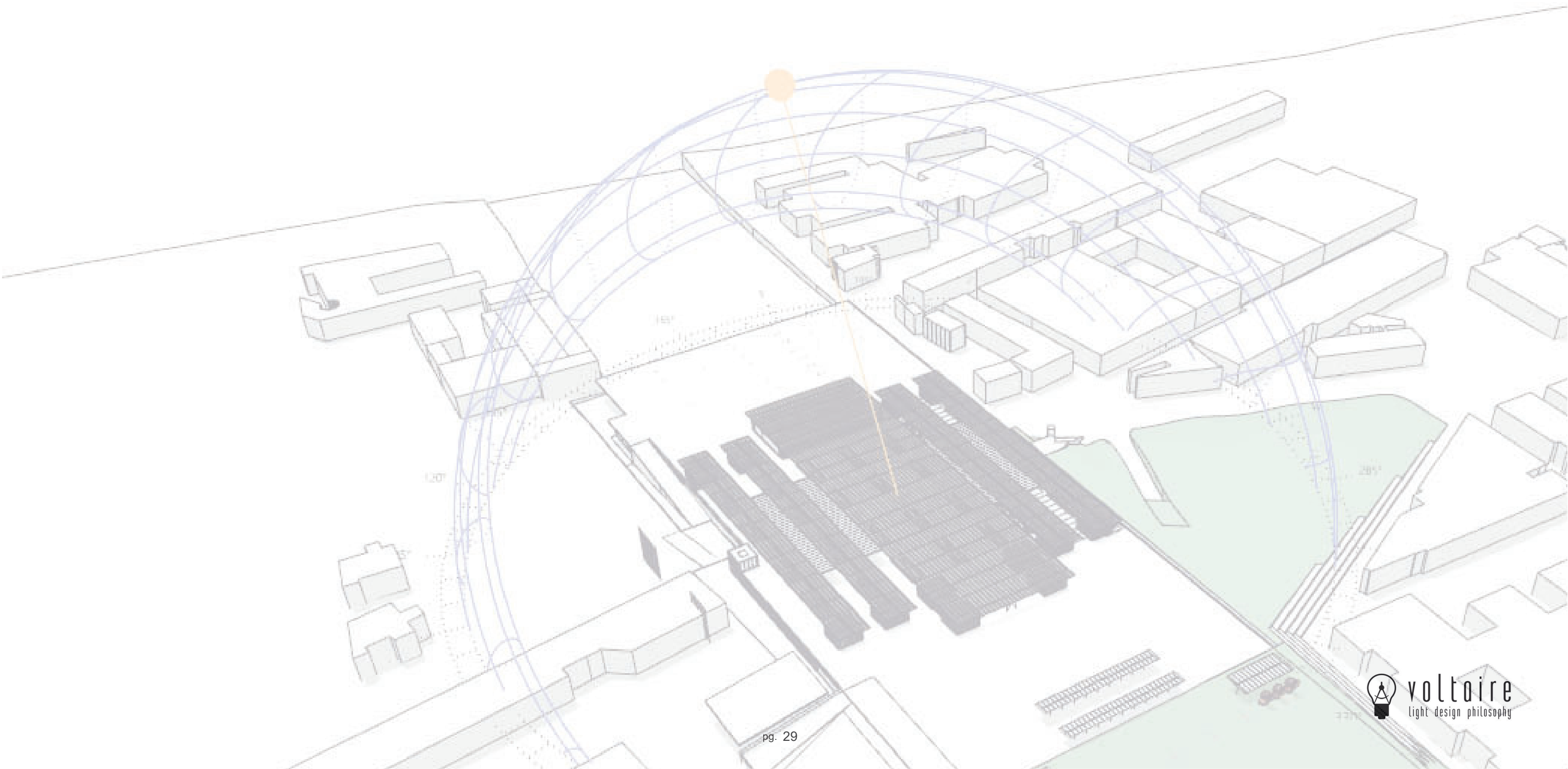
Sintesi dei risultati per il calcolo dell'illuminamento medio annuale - Mean Illuminance

Illuminamento medio: l'illuminamento medio sulla superficie regolarmente occupata durante tutte le ore occupate. Selezionando la metrica nel pannello di controllo è possibile esaminare sia i dati di illuminamento medio che quelli orari nella finestra di Rhino. Ai fini di questa analisi verranno prese in considerazione solo i valori di illuminamento medio, definiti come Avg. Lux. Il valore rappresenta la media di tutti i punti di calcolo presenti sulla superficie e calcolati per tutte le giornate dell'anno in tutte le ore di luce diurna attiva.



Progetto RPBW

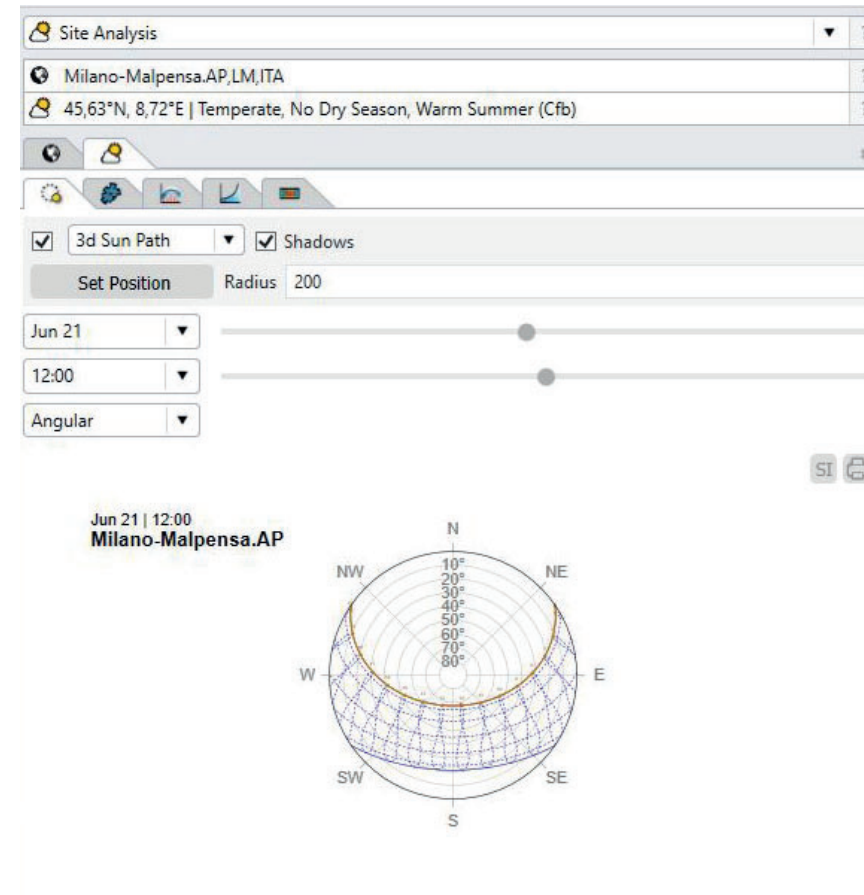
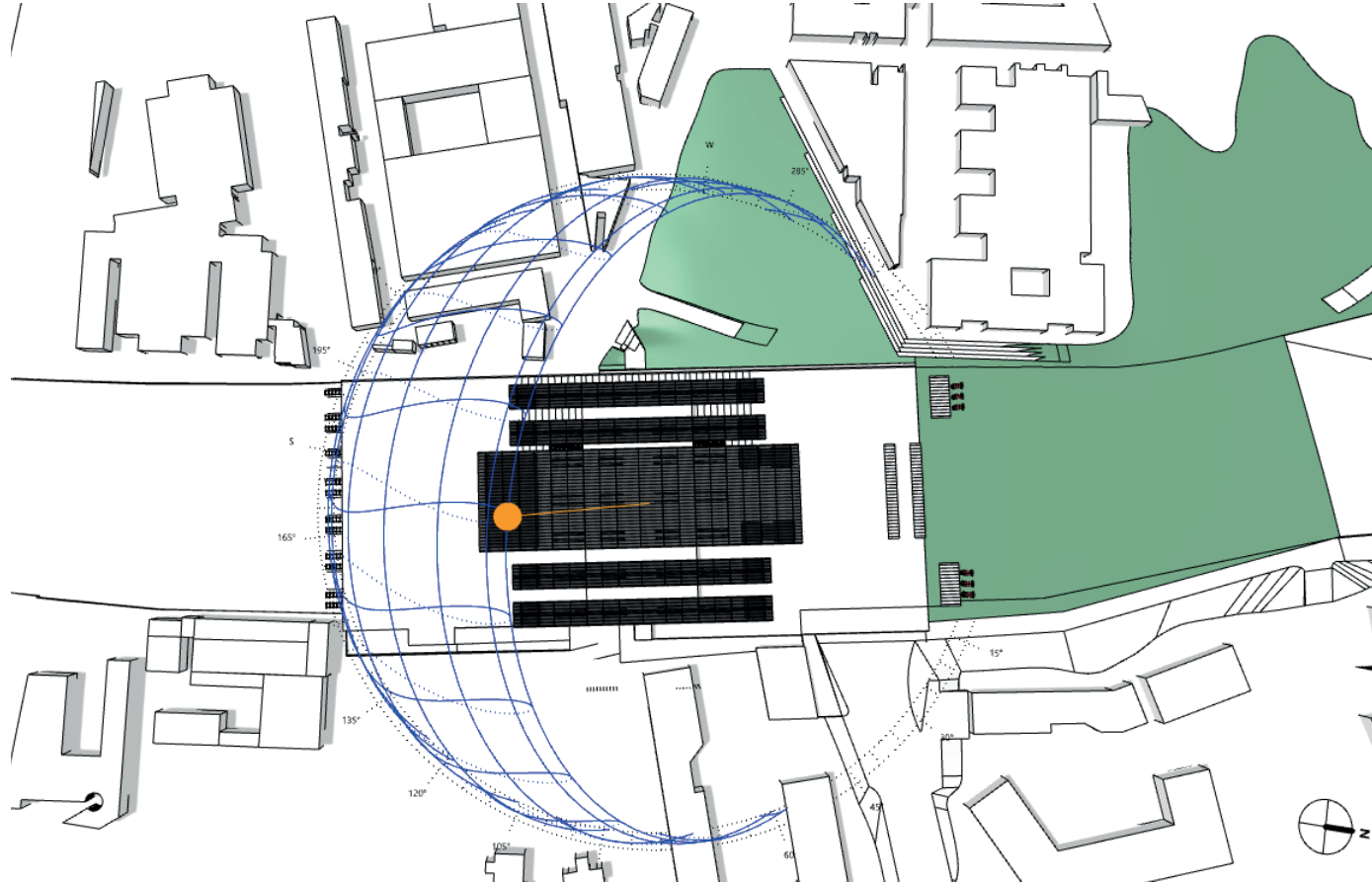
—
Point in time evaluation



POINT IN TIME ILLUMINATION_PROGETTO RPBW

Posizione e orientamento

Solstizio estate

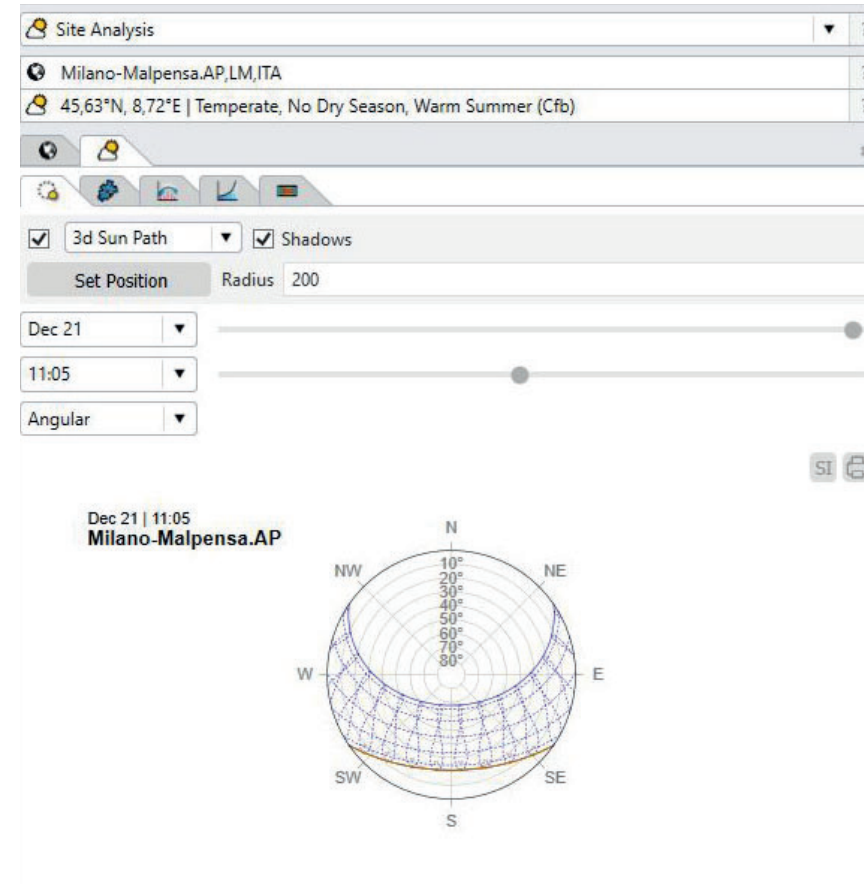
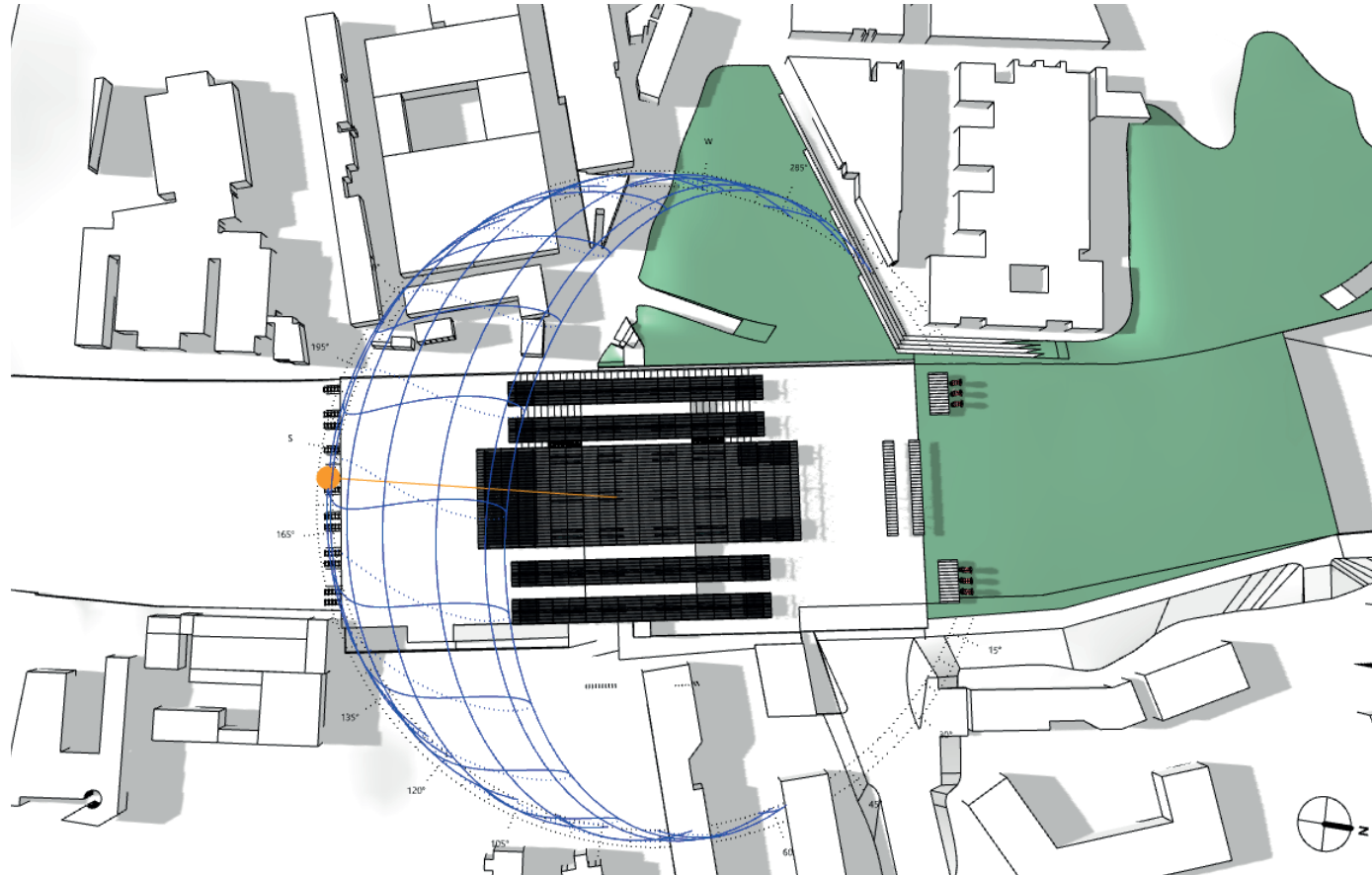


La seconda tipologia di verifica illuminotecnica che è stata impostata è quella relativa al calcolo dell'illuminamento medio di tutte le superfici di calcolo impostate ma in una data ora e giorno dell'anno.

Per questa analisi si è deciso di impostare il calcolo in 2 momenti dell'anno rappresentativi rispettivamente del massimo e del minimo illuminamento ipotetico.

- Solstizio estivo : 21 Giugno alle ore 12.00
- Solstizio invernale: 21 Dicembre alle ore 12.00

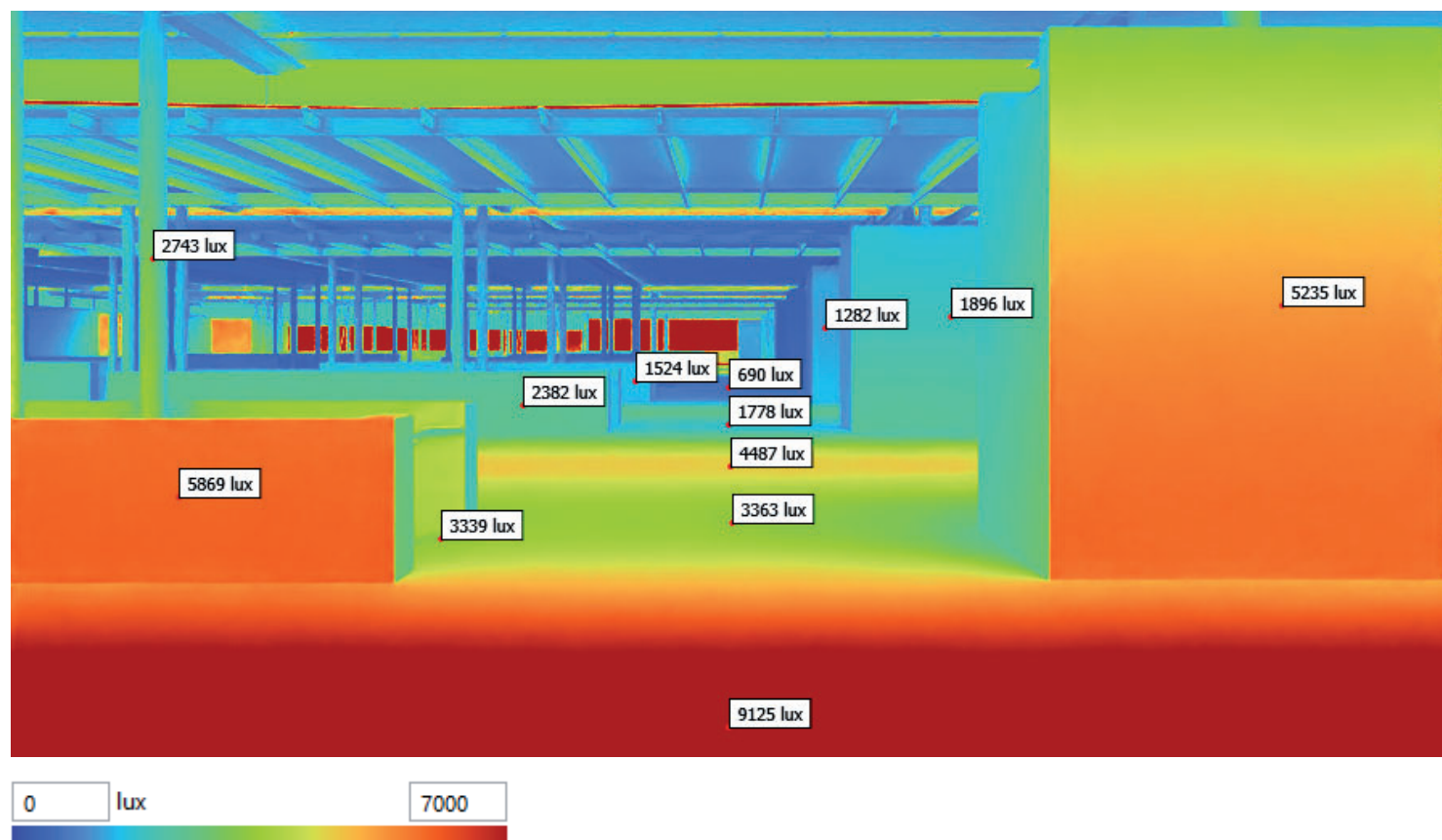
Solstizio inverno



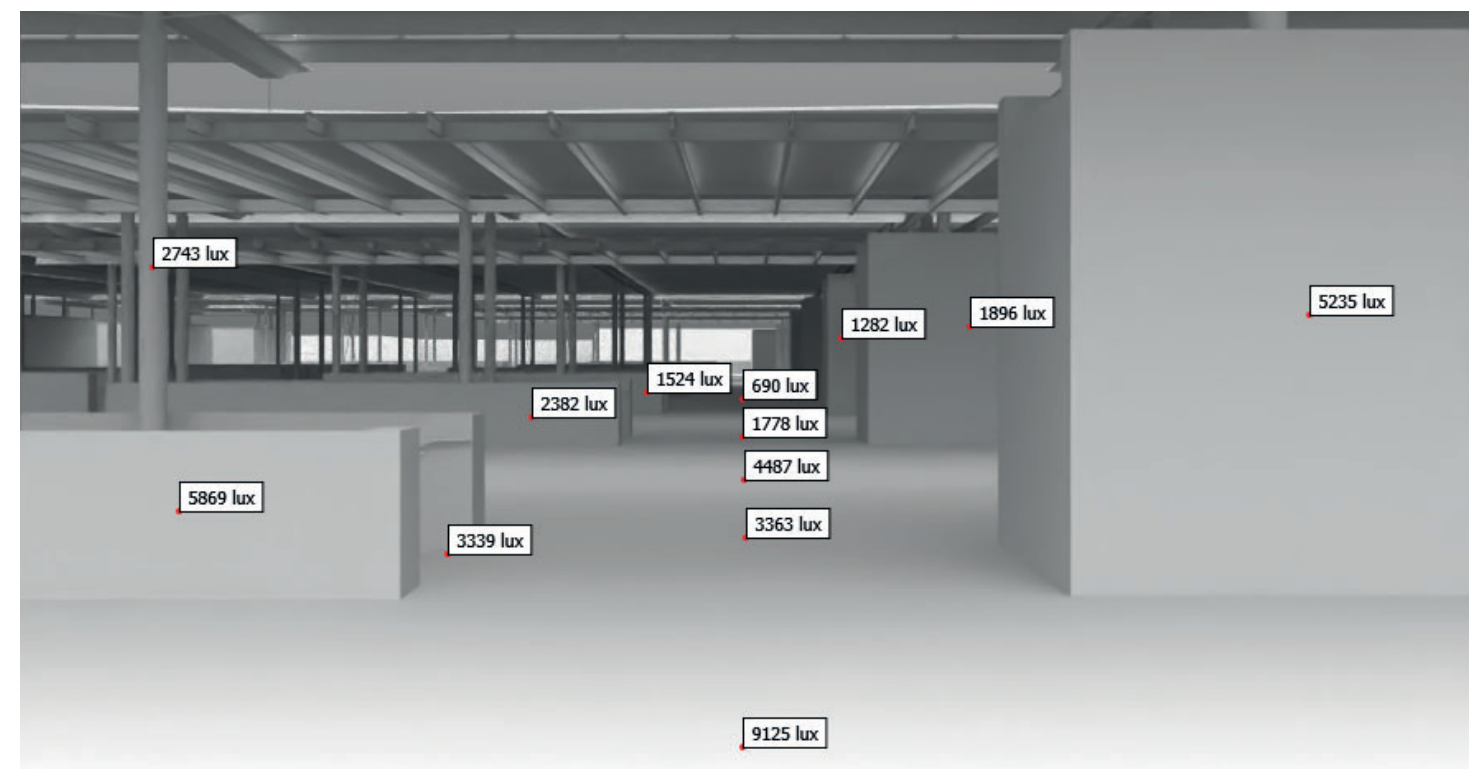
POINT IN TIME ILLUMINATION_PROGETTO RPBW

Render illuminamenti con calcolo ai solstizi estate/inverno_Livello ingresso L00

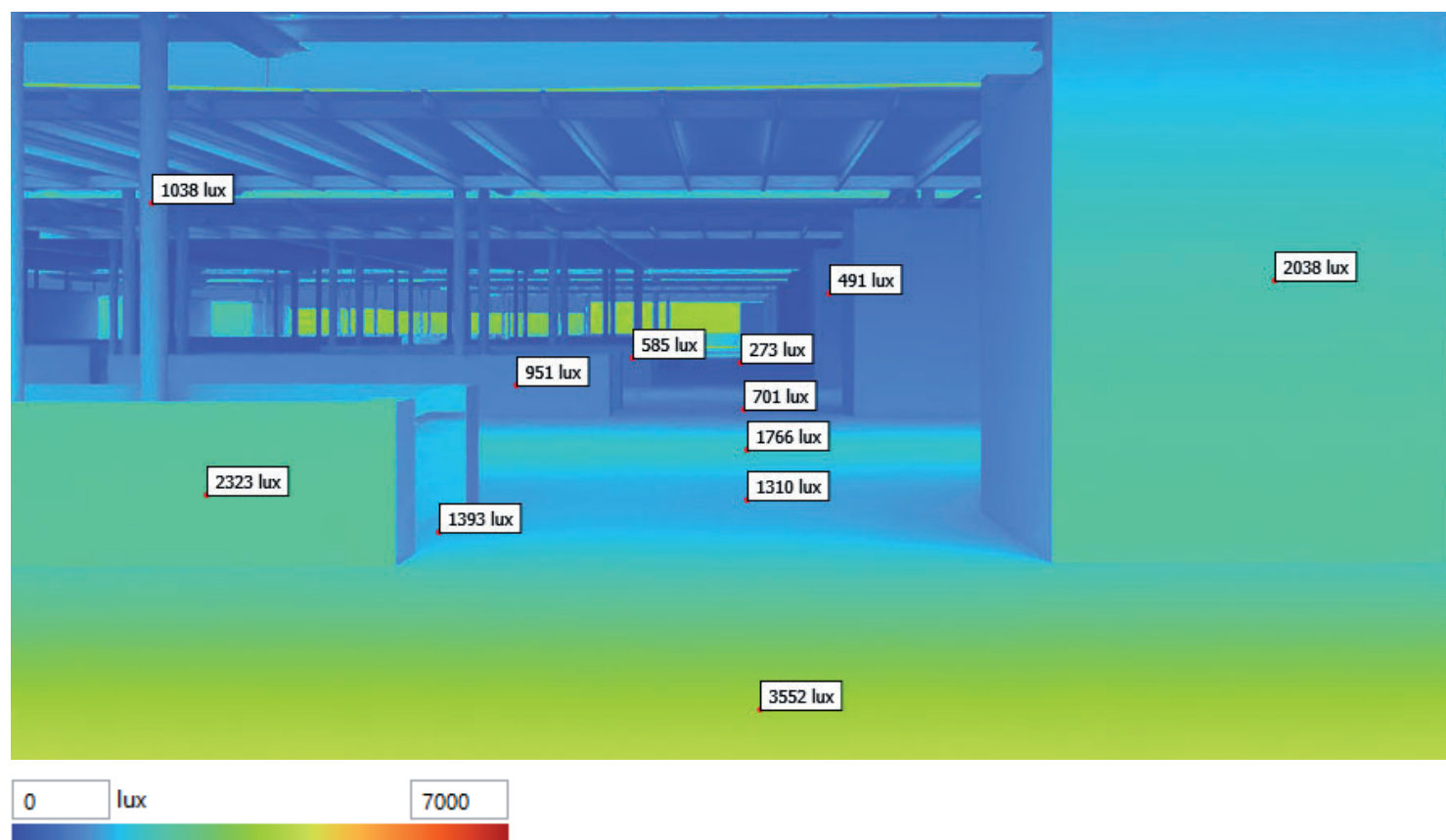
Render in False colours - Solstizio estate [21 Giu ore 12.00]



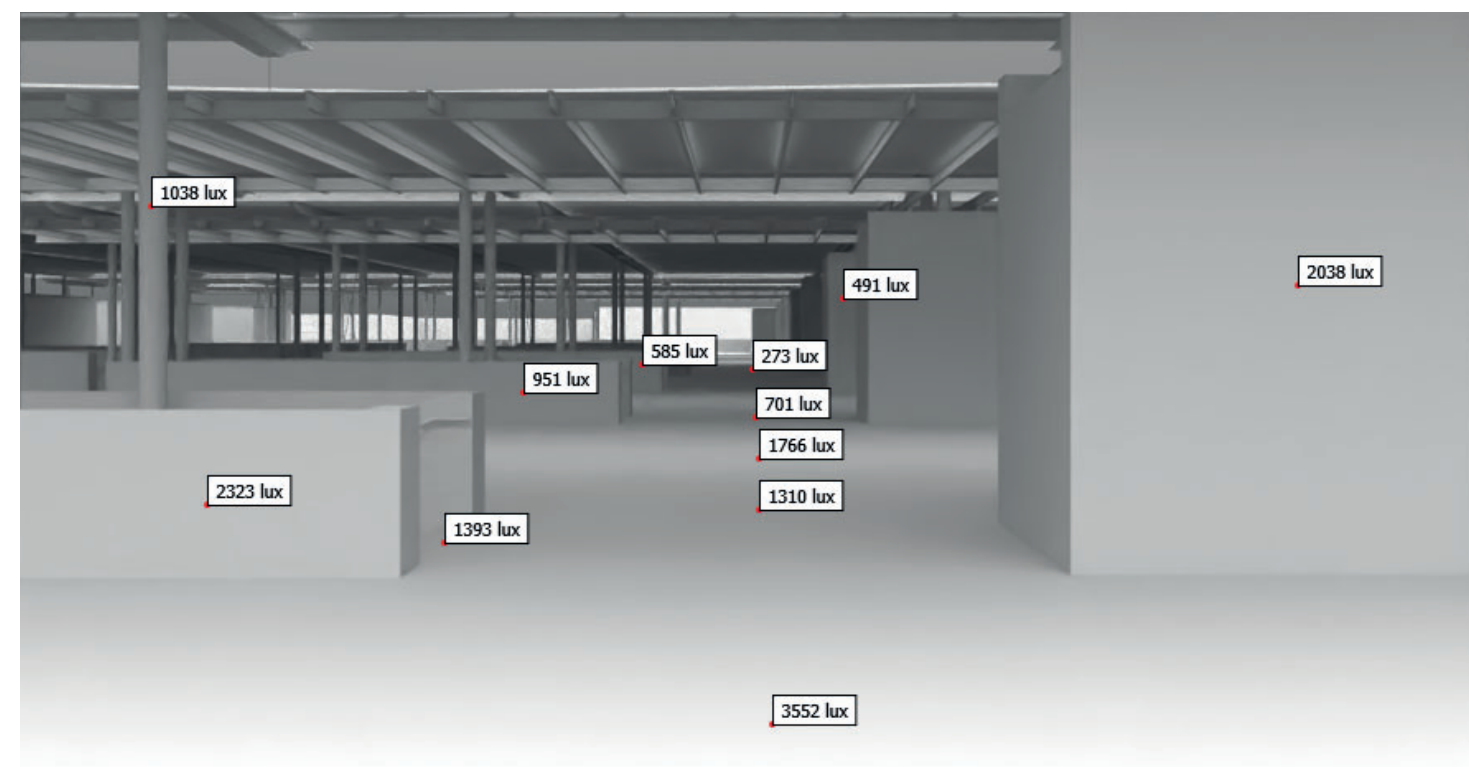
Render 3D - Solstizio estate [21 Giu ore 12.00]



Render in False colours - Solstizio inverno [21 Dic ore 12.00]

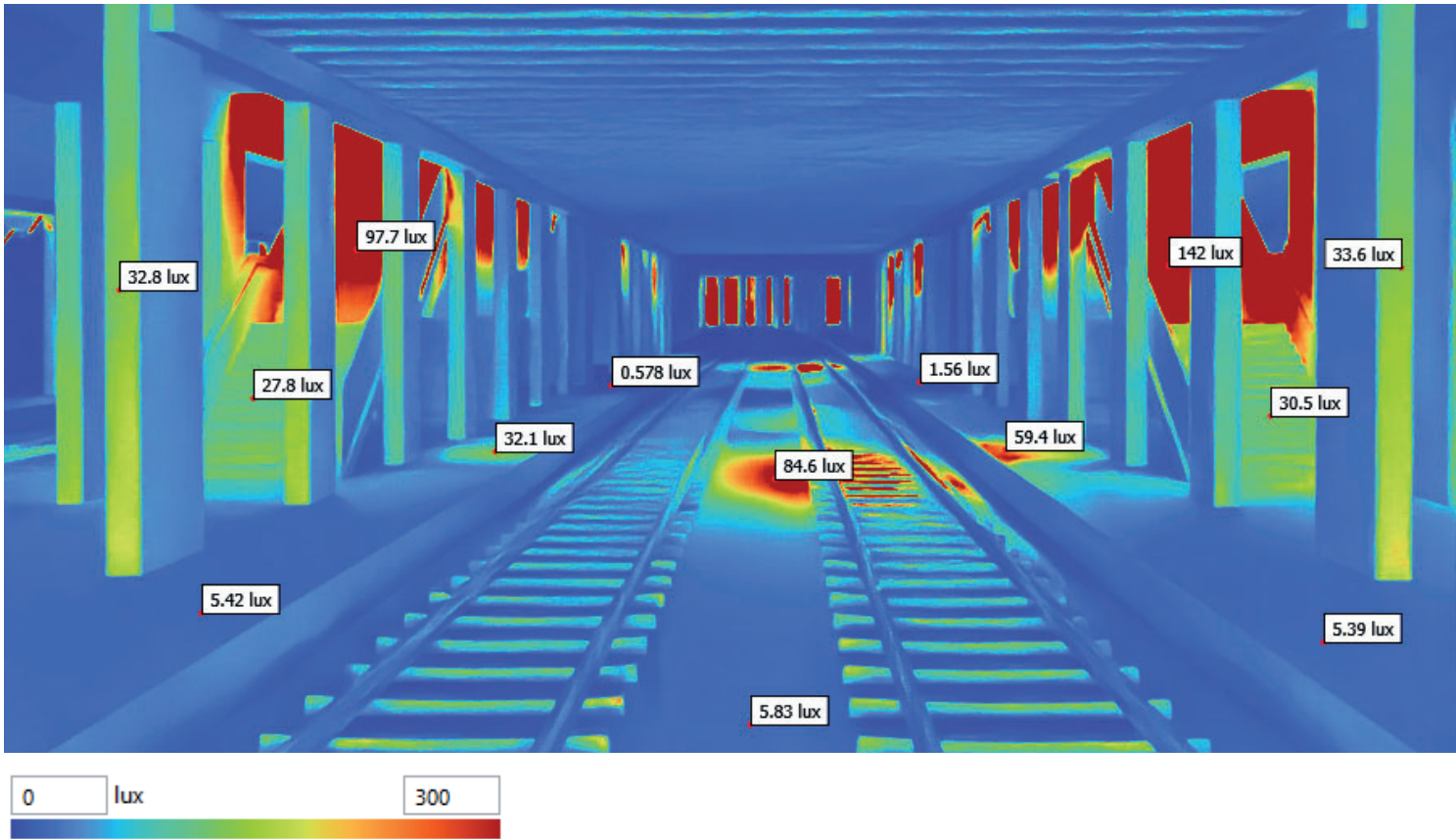


Render 3D - Solstizio inverno [21 Dic ore 12.00]

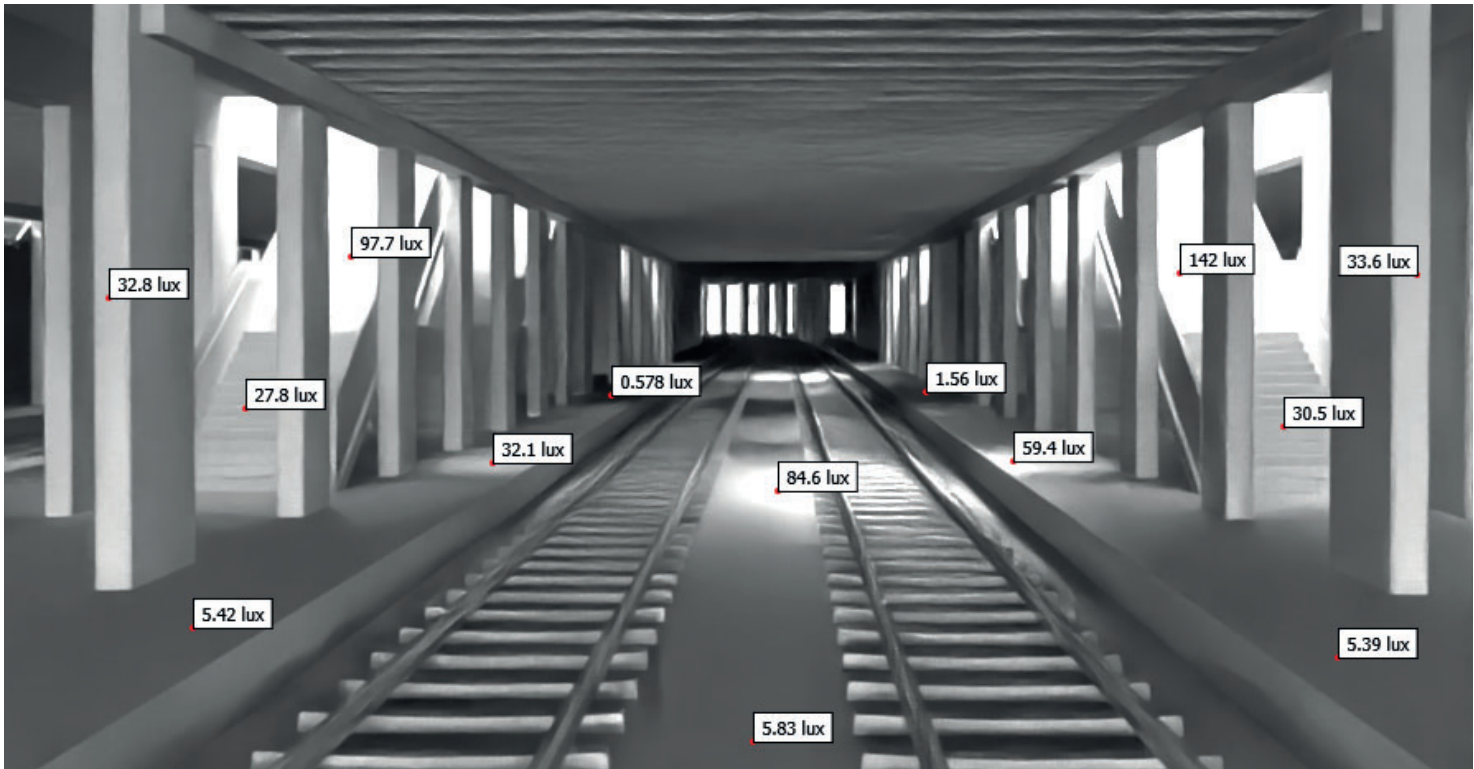


POINT IN TIME ILLUMINATION_PROGETTO RPBW
Render illuminamenti con calcolo ai solstizi estate/inverno_Livello banchine B01

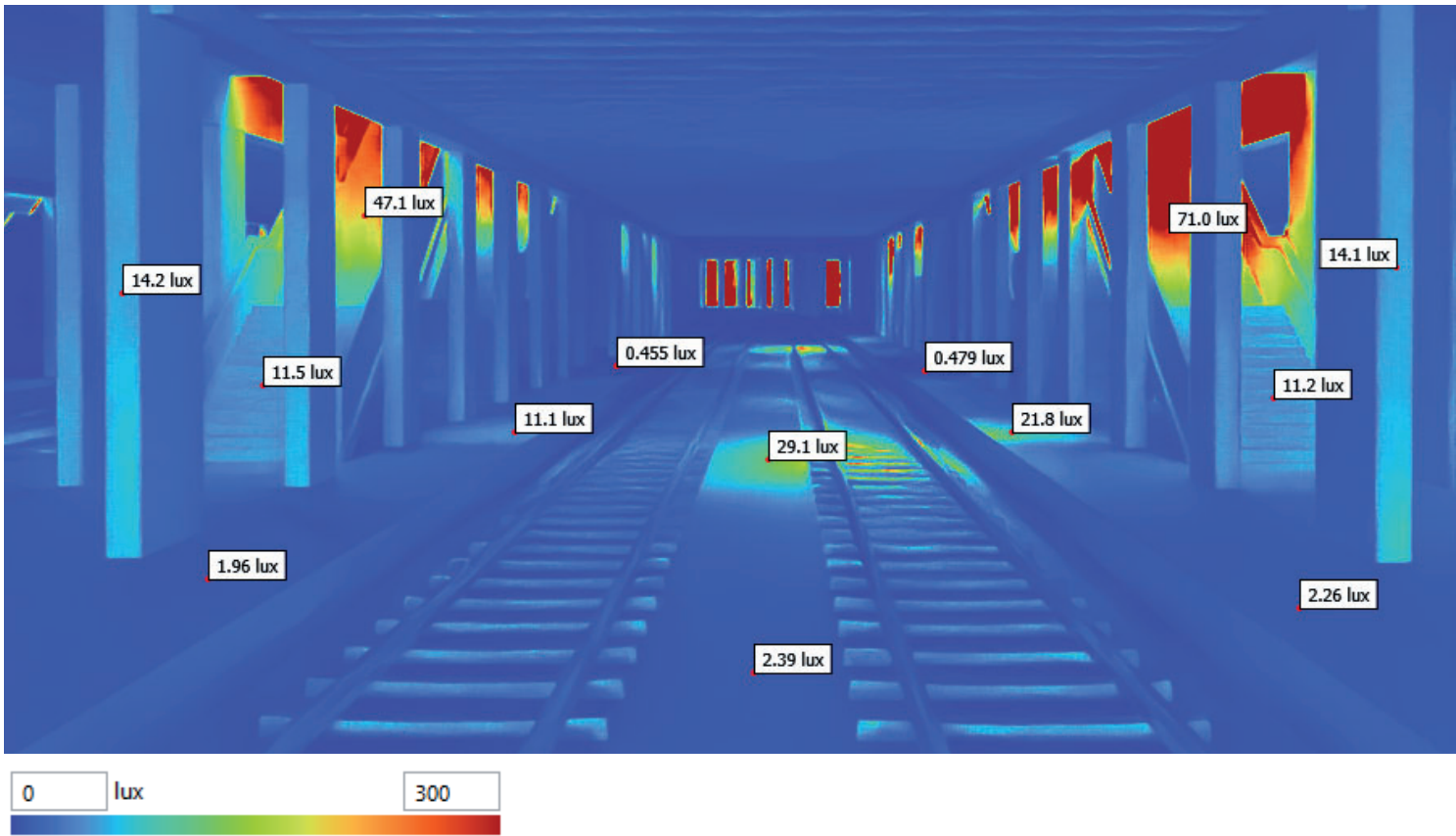
Render in False colours - Solstizio estate [21 Giu ore 12.00]



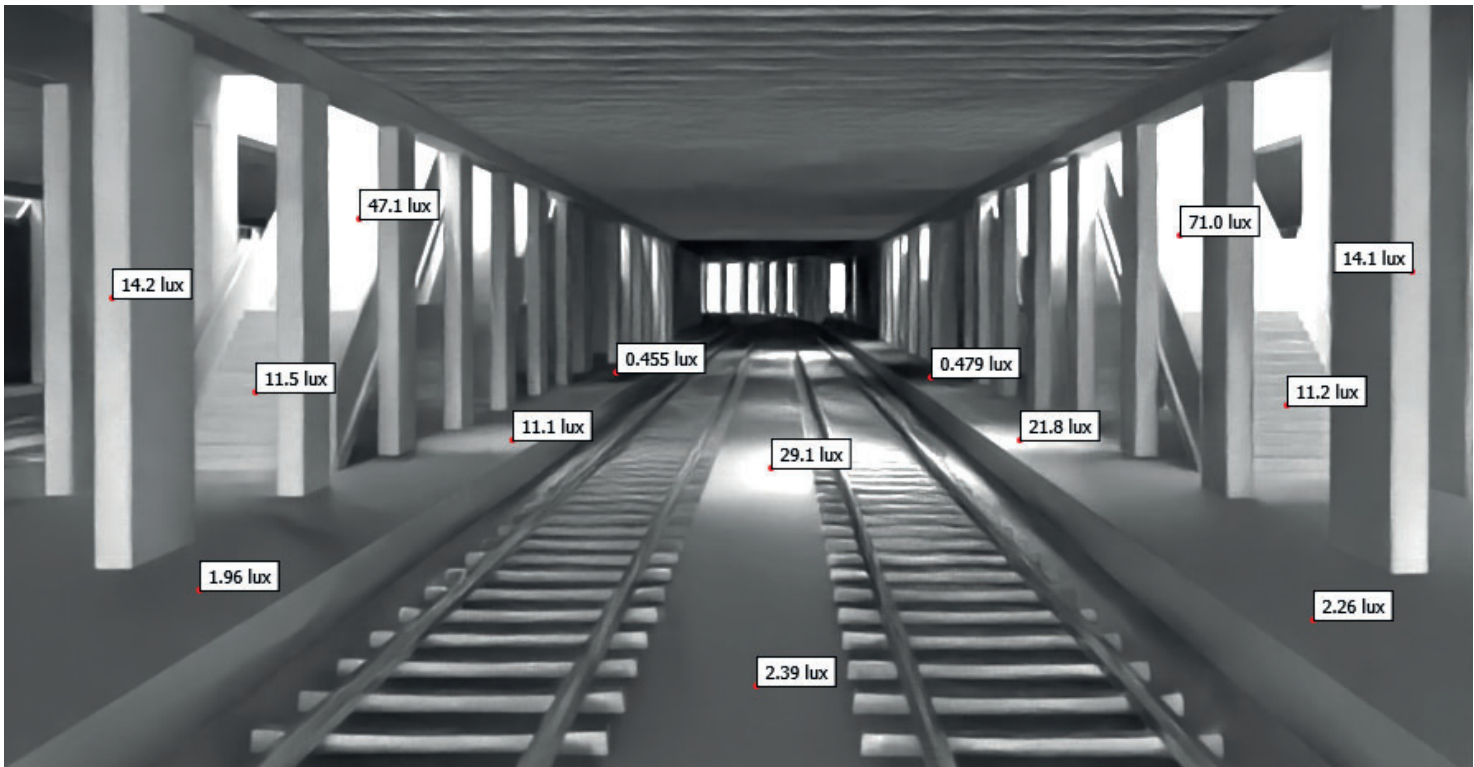
Render 3D - Solstizio estate [21 Giu ore 12.00]



Render in False colours - Solstizio inverno [21 Dic ore 12.00]



Render 3D - Solstizio inverno [21 Dic ore 12.00]





CONCLUSIONI

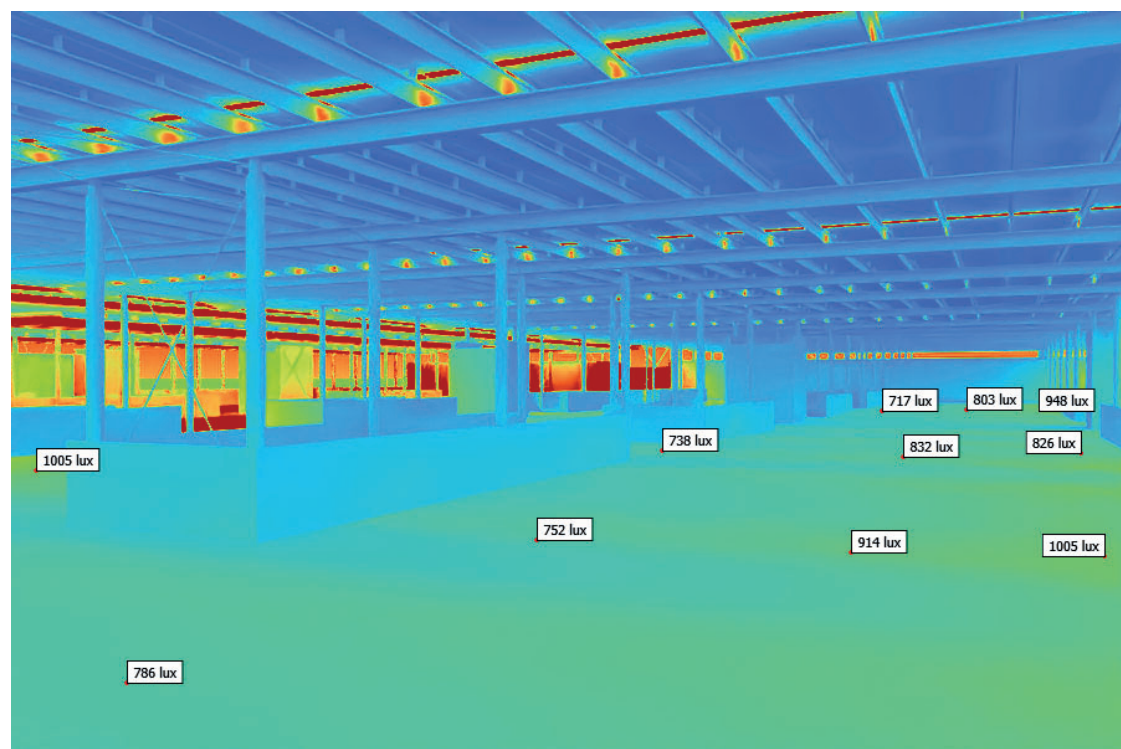
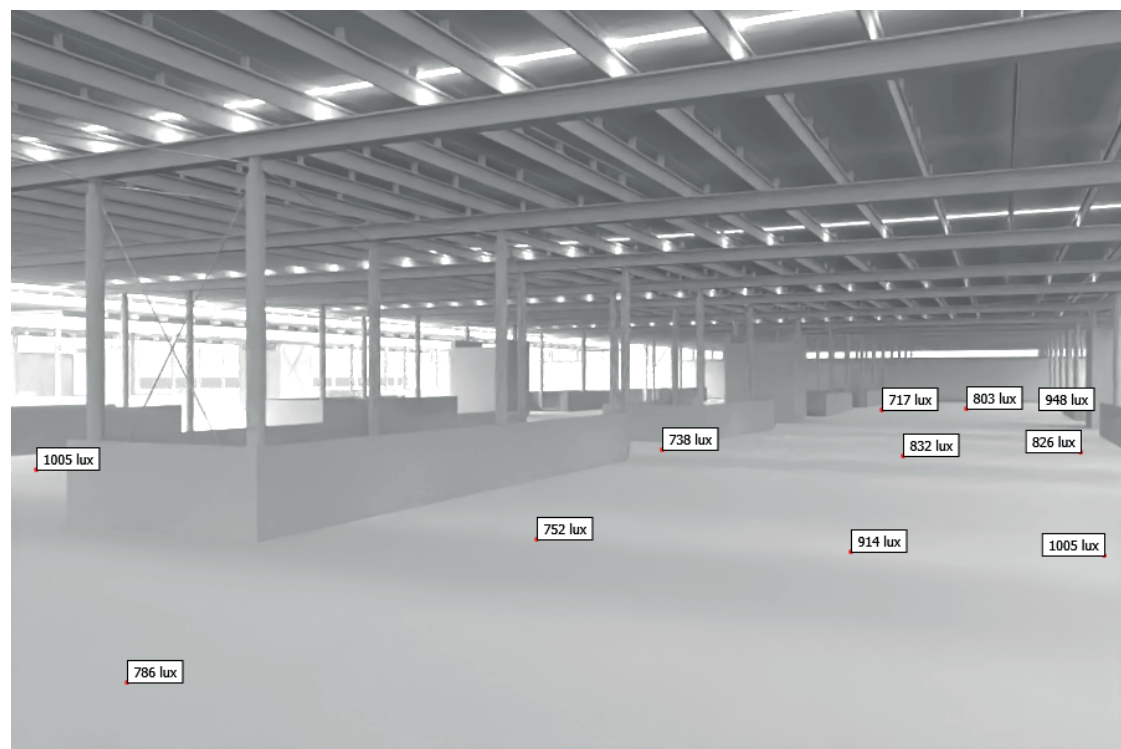
CONCLUSIONI

Render illuminanti con calcolo ai solstizi estate/inverno_Livello ingresso L00

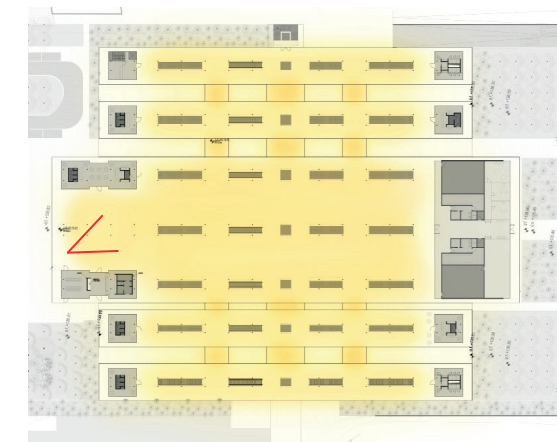
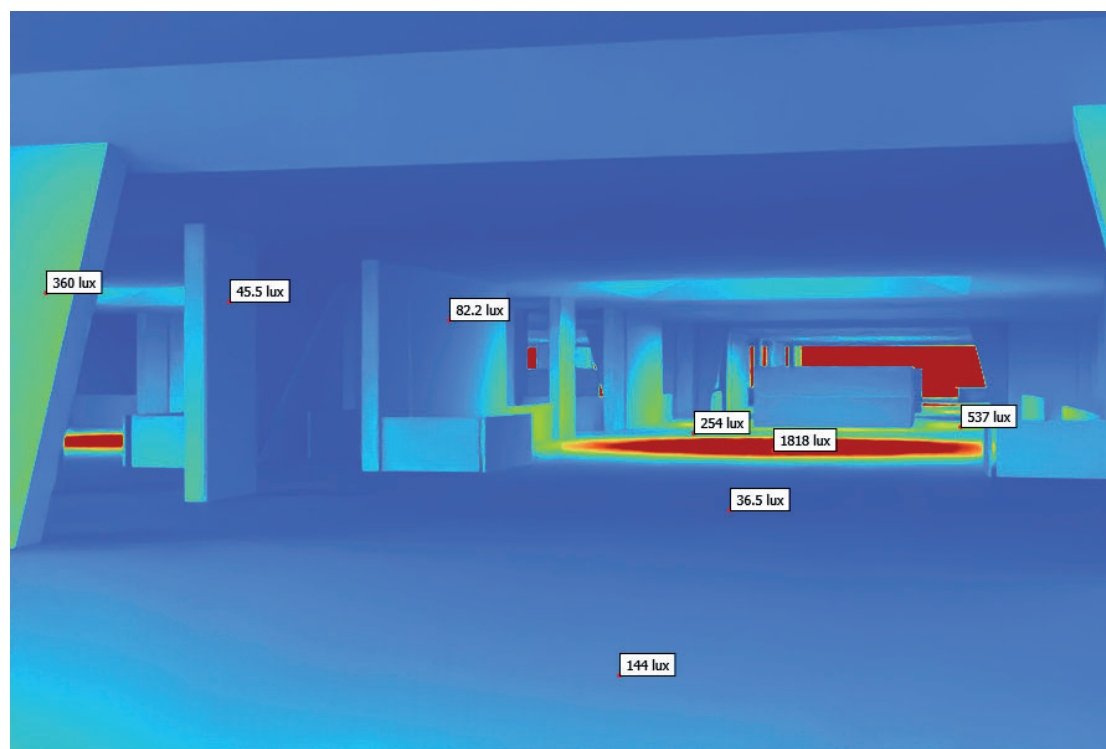
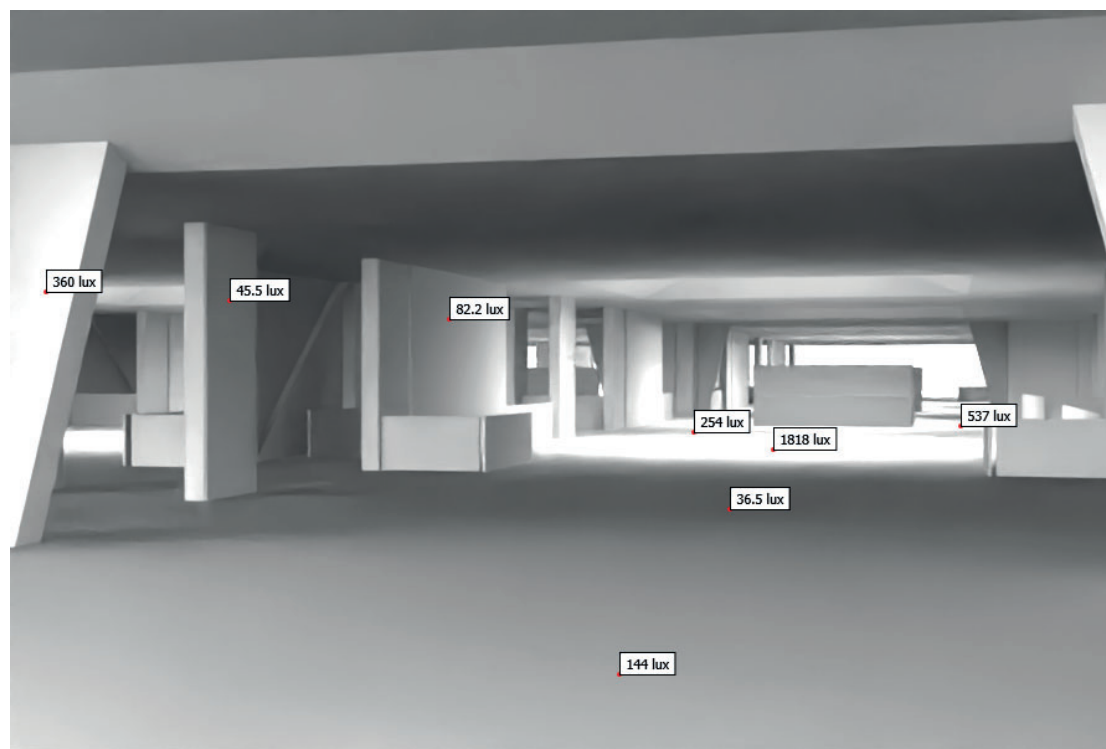
Dalle diverse analisi effettuata sono emerse sostanziali differenze tra i due progetti presi in esame, sia in termini di strategie progettuali che di scelte delle finiture utilizzate. Questa differenza di approccio ha ovviamente avuto un forte impatto in termini di daylight efficacy.

Partendo dal livello ingresso in entrambe le analisi eseguite, sia attraverso la daylight analysis su base annuale che con la “point in time illumination”, appare immediato come la strategia di una copertura completamente aperta e vetrata (per quanto parzialmente ombreggiata dalla presenza delle celle fotovoltaiche) proposto da RPBW risulti molto più efficace sia in termini di livelli di illuminamento che per distribuzione della luce per tutta l'estensione dello spazio. Questa uniformità di distribuzione permette una migliore percezione dello spazio e delle profondità. La strategia proposta nel progetto definitivo, per quanto garantisca in alcuni punti livelli di illuminamento molto elevati, risulta però molto meno efficace in quanto le aperture localizzate e la presenza delle numerose

Progetto RPBW



Progetto Definitivo



partizioni (spesso cieche) non impediscono una buona distribuzione della luce, creando una forte alternanza di luce/ombra che non favorisce il comfort e la fruibilità dello spazio.

Inoltre, la scelta di mantenere delle aperture puntuali su una copertura cieca, favorisce l'ingresso della luce diretta nella sua massima possibilità solo in poche ore centrali della giornata, ovvero quando il sole è vicino allo Zenit.

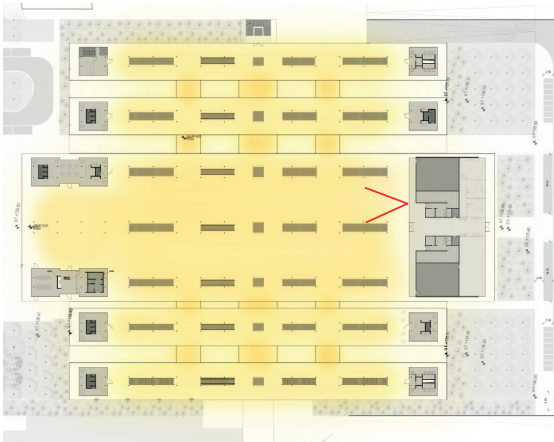
Un altro fattore discriminante è inoltre rappresentato dalla strategia delle aperture perimetrali e delle ripartizioni relative alle aree retail e accessorie. Anche in questo caso la strategia proposta da RPBW risulta vincente in quanto, avendo mantenuto una visuale quasi passante dell'edificio da parte a parte, garantisce un ulteriore apporto di luce naturale anche quando il sole è nelle sue ore meno intense e basso sull'orizzonte.

La ripartizione della copertura in campate, infine, intervallate da delle “passerelle” completamente trasparenti che interrompono l'andamento longitudinale della copertura primaria, rappresentano un'interruzione che garantisce anche in questo caso il filtraggio della luce naturale, andando a coprire in maniera efficace anche le zone più interne al livello ingresso e che a causa della geometria dell'edificio non avrebbero ricevuto sufficiente apporto.

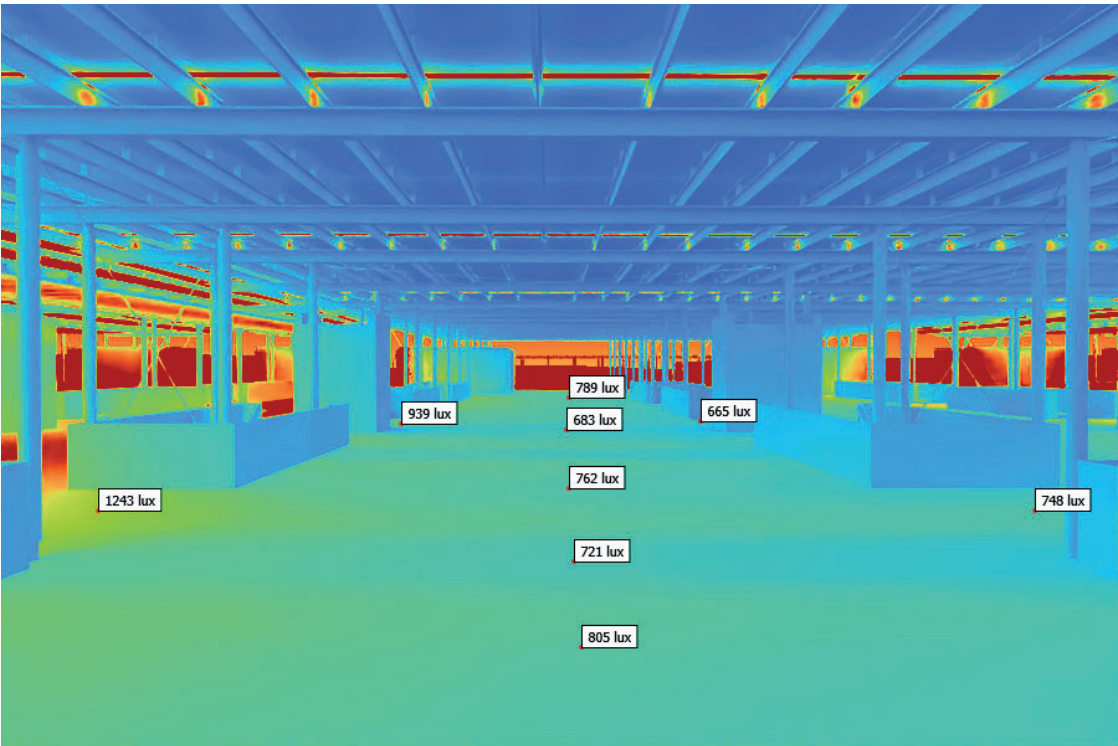
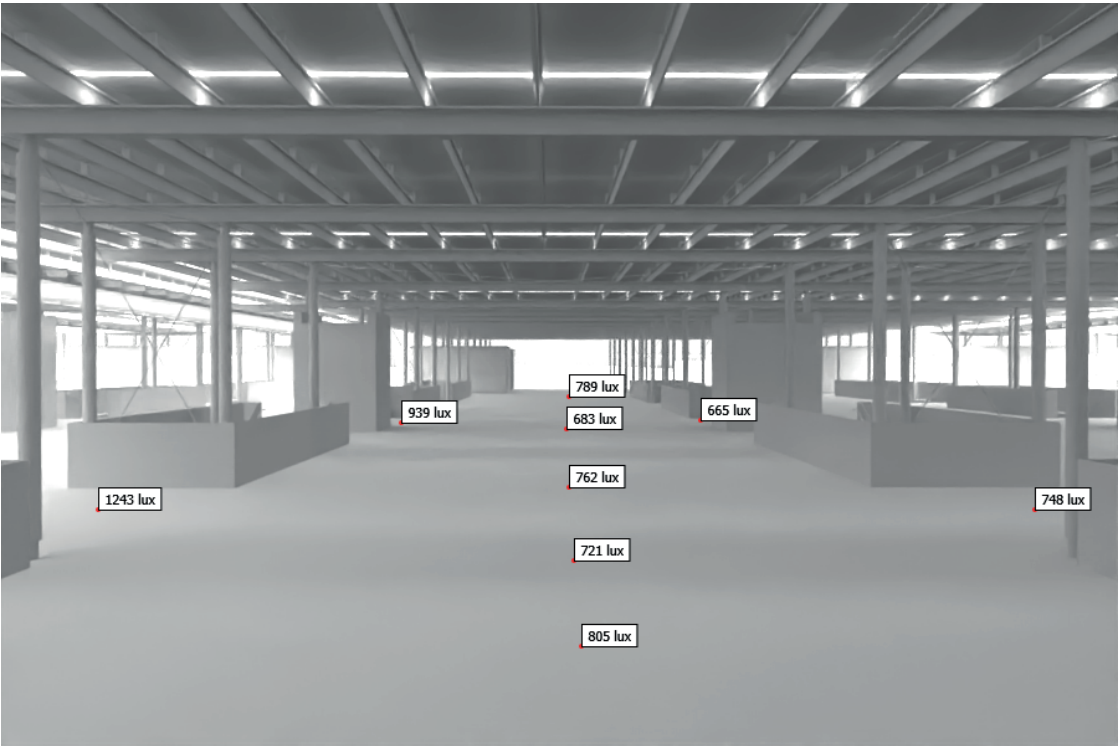
CONCLUSIONI

Render illuminanti con calcolo ai solstizi estate/inverno_Livello ingresso L00

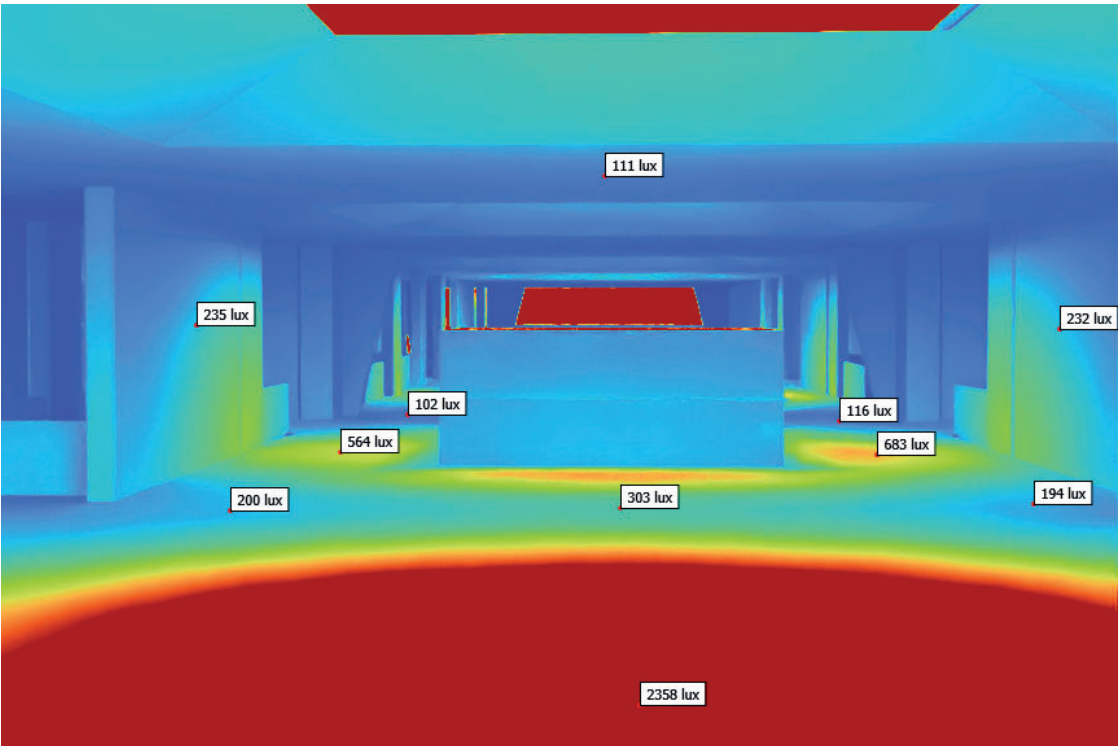
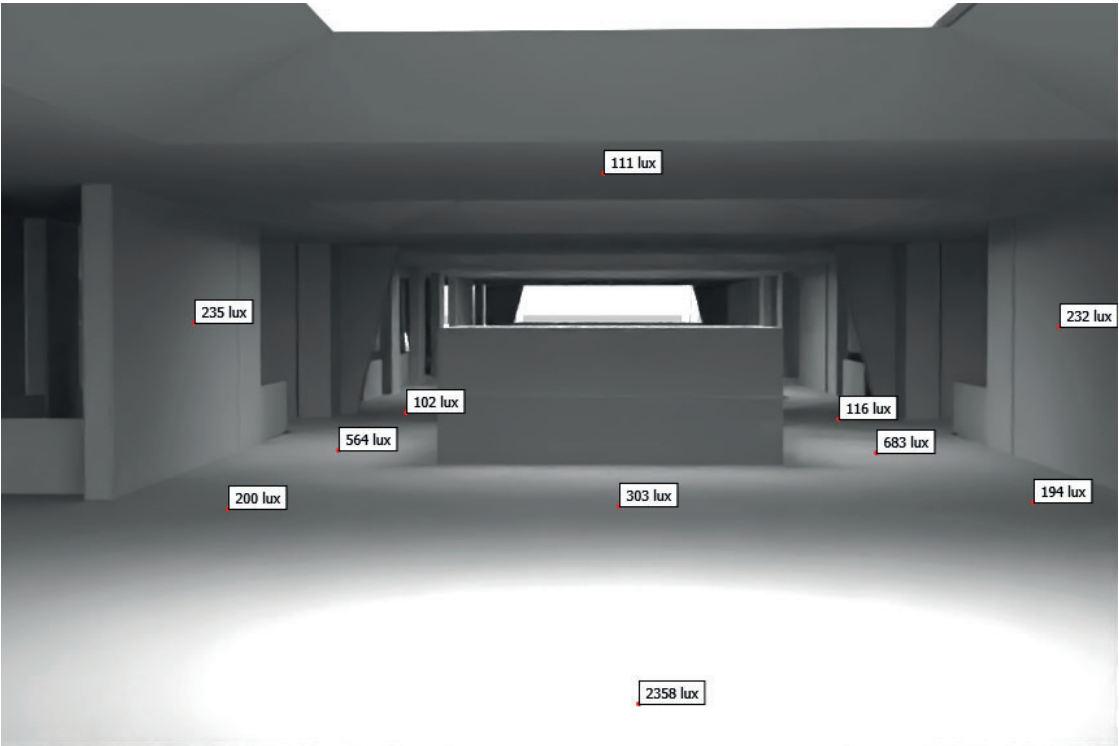
Rimanendo sempre a livello ingresso ma volgendo lo sguardo alla zona pavimentazione anche qui si possono individuare delle strategie completamente diverse. Nel progetto RPBW tutte le aperture nella pavimentazione che fungono da collegamento con il piano banchine sono costituite da parapetti in vetro. Le aperture nella pavimentazione sono ampie e coprono l'intera area delle scale. Per quanto riguarda il progetto definitivo ritroviamo una perfetta corrispondenza tra i lucernari a soffitto e le aperture a pavimento. Nonostante questo approccio agevoli in qualche modo il passaggio della luce verso i livelli inferiori, l'eccessiva profondità della copertura e di quella della soletta a pavimento creano un "tunnel" di luce che però non garantisce una buona distribuzione.



Progetto RPBW



Progetto Definitivo

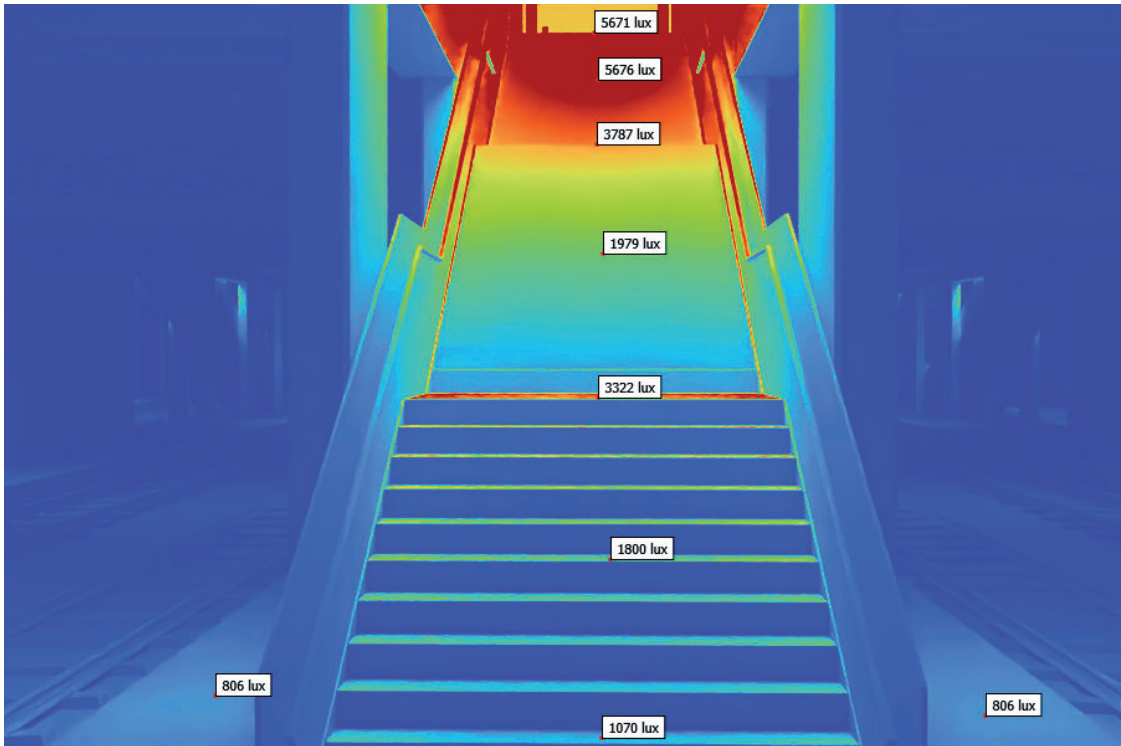


CONCLUSIONI

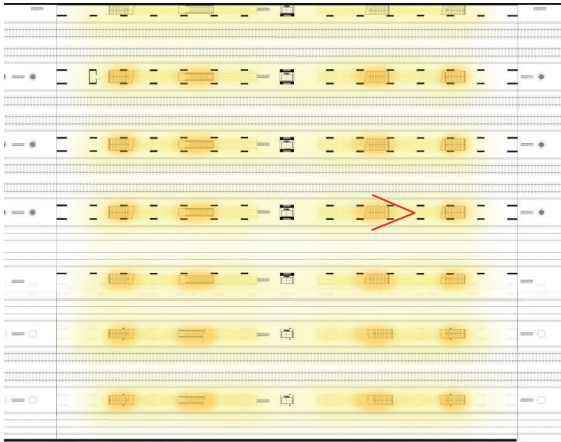
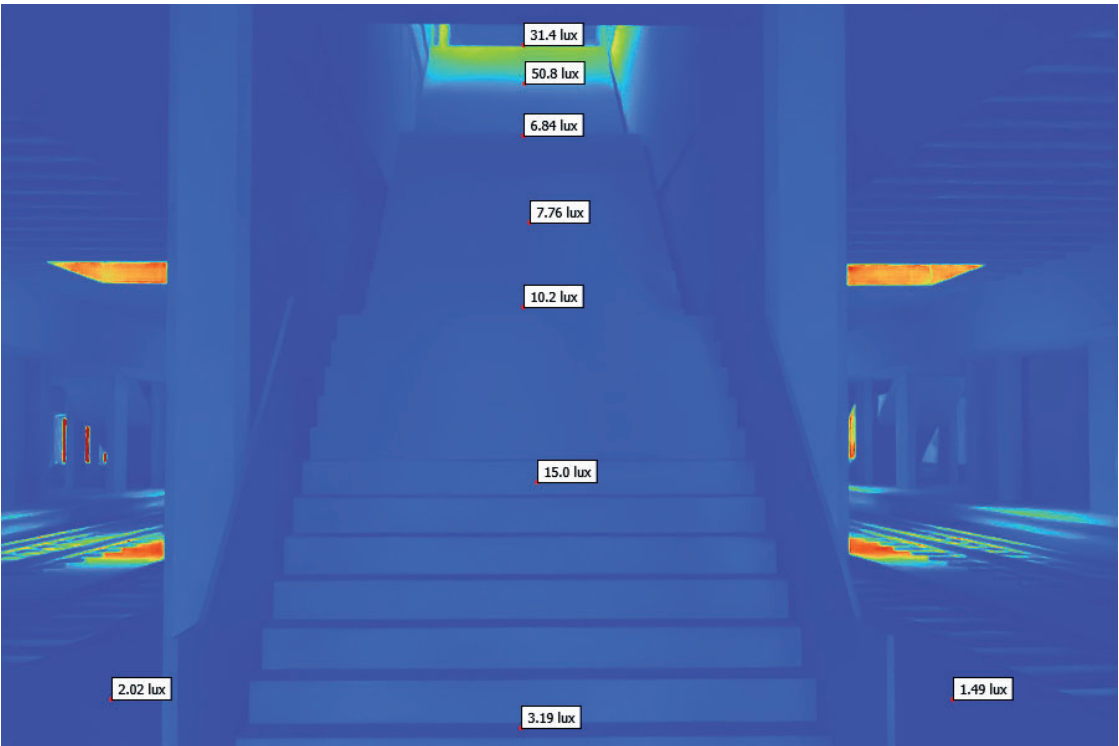
Render illuminanti con calcolo ai solstizi estate/inverno_Aree di transito

Le aree di transizione tra i due livelli, ovvero scale e scale mobili, sono un altro punto di interesse e nel quale l’apporto di luce naturale può risultare cruciale. Anche in questo caso è possibile identificare delle profonde differenze di approccio tra i due progetti. Il progetto definitivo prevedeva il mantenimento di partizioni continue per tutta la lunghezza delle scalinate; nonostante i materiali utilizzati sono un mix di materiali opachi e superfici vetrate, la mancanza di corrispondenza tra le aperture presenti in copertura e la posizione degli accessi, va decisamente a discapito di questi ultimi, rendendo queste aree di transito investite da luce naturale solo nei primissimi gradini del livello ingresso.

Progetto RPBW



Progetto Definitivo



La strategia prevista dal progetto di RPBW prevede invece un approccio di apertura delle partizioni laterali, lasciando al minimo le superfici opache; l’utilizzo di corrimano completamente vetrate, infine, massimizzano il filtraggio della luce naturale verso il livello sottostante.

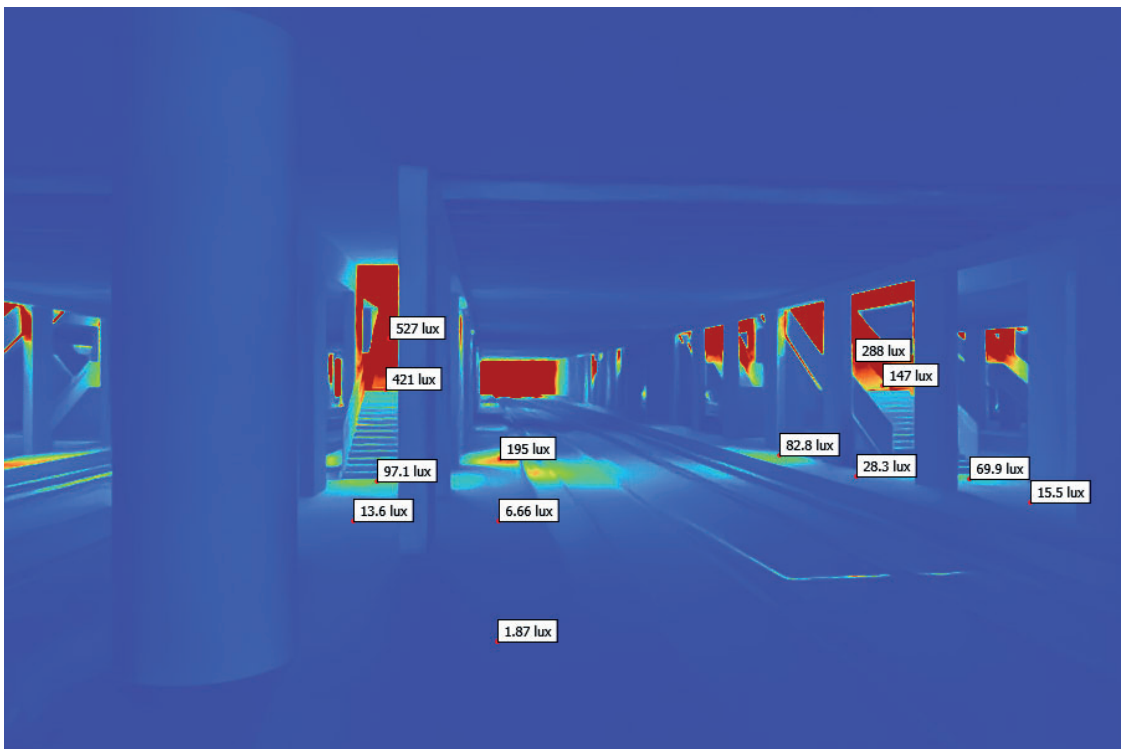
L’implementazione delle aperture a pavimento inoltre, permettono un irraggiamento della scalinata in una profondità molto maggiore rispetto al progetto definitivo, aumentando i livelli di uniformità di zone di passaggio che spesso, in questo tipo di contesto urbano, sono considerati fondamentali, sia per la fruibilità dello spazio, che in termini di sicurezza.

CONCLUSIONI

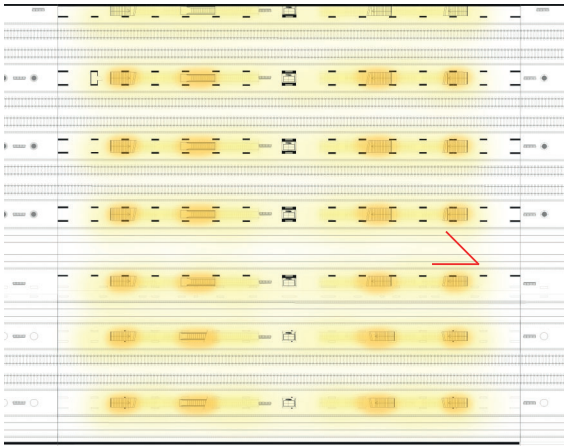
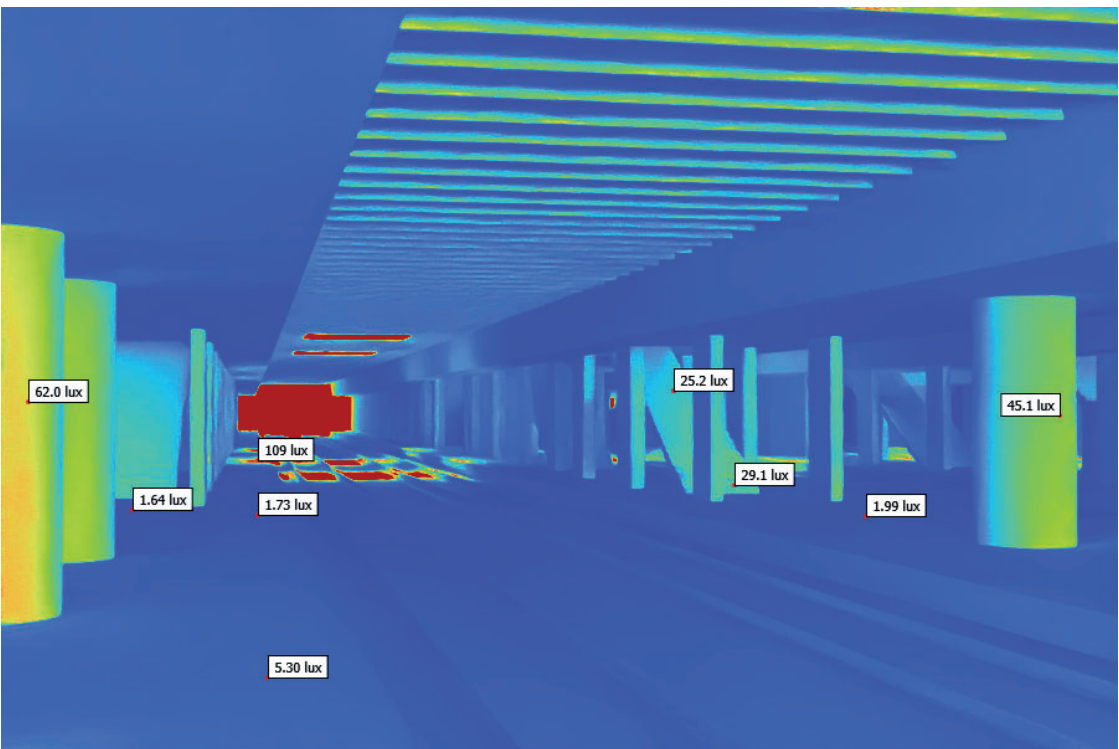
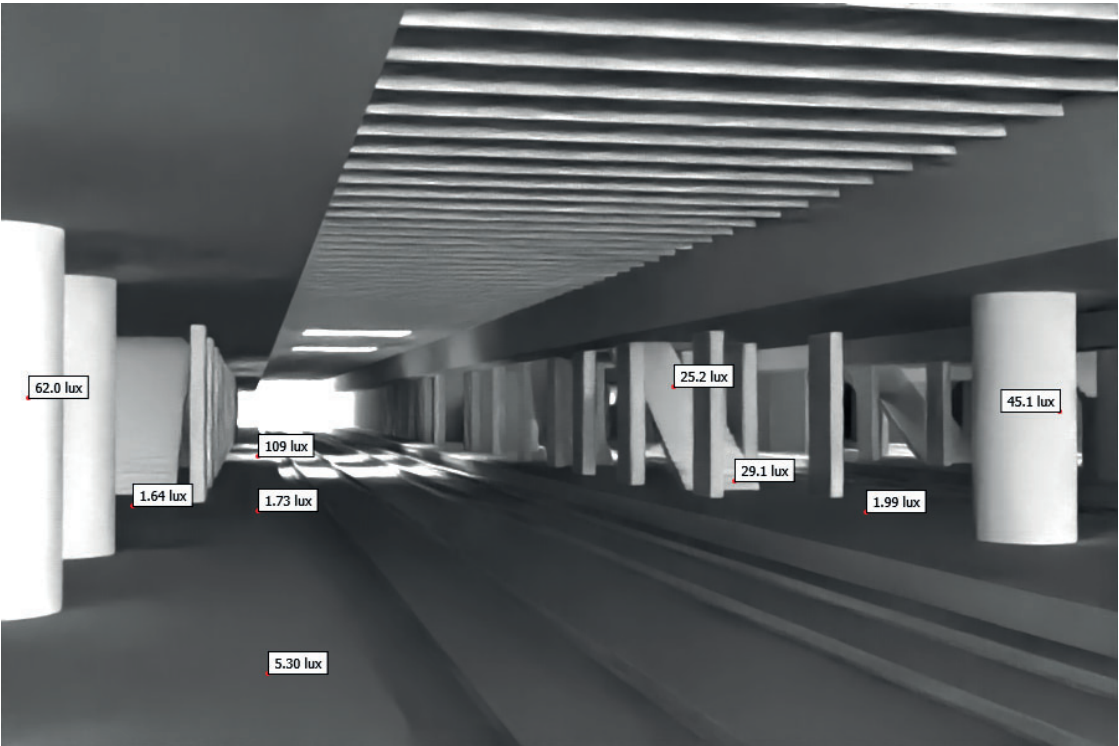
Render illuminanti con calcolo ai solstizi estate/inverno_Livello banchine B01

Concludiamo la nostra analisi passando ad una delle zone di maggior interesse progettuale, ovvero le banchine del livello Binari. Anche in questo caso la strategia progettuale prevista dai due progetti ai livelli superiori si ripercuote in maniera completamente diversa anche in queste zone. Partendo dal progetto definitivo si può subito notare come la presenza delle aperture a lucernario, corrispondenti a quelle previste sul livello sovrastante, forniscano in effetti un importante apporto di luce naturale in questo piano. Quello che però emerge è come la loro localizzazione esattamente in corrispondenza dei binari e non delle banchine, renda in parte inefficace la strategia, soprattutto considerando che queste verranno completamente oscurate nel momento in cui dovesse verificarsi il transito di un treno. In questo caso la luce naturale verrebbe completamente bloccata, lasciando le banchine all'oscuro.

Progetto RPBW



Progetto Definitivo



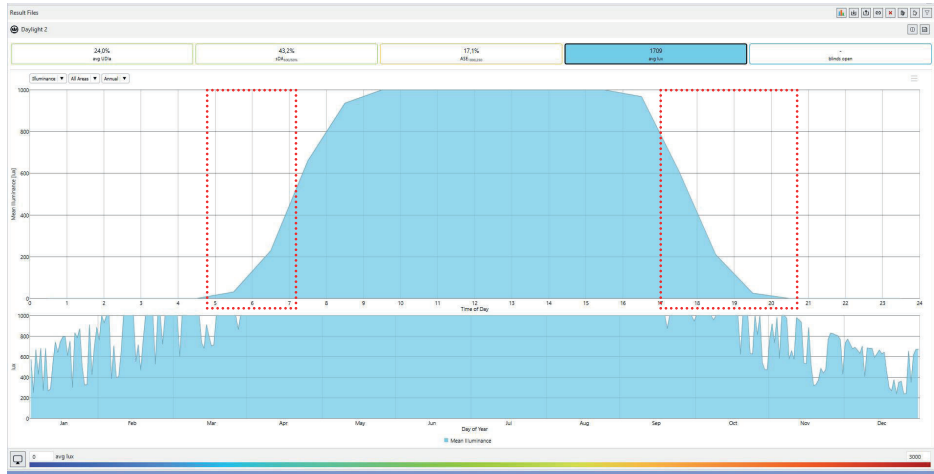
Nel progetto di RPBW, nonostante in alcune aree localizzate i livelli illuminamento siano leggermente inferiori (principalmente in prossimità della parte terminale delle banchine), l'accesso della luce naturale è garantito, come già visto, prevalentemente dalle aperture posizionate sopra le scale. Questo permette di avere un apporto molto più distribuito su ampia area delle banchine, ma soprattutto viene garantita una luce localizzata nelle aree di maggiore fruizione ed importanza, rendendo così la strategia più efficace. Nella parte terminale delle banchine in prossimità della nuova piastra verde in copertura, si registra quindi sì un leggero decremento dei livelli di lux, ma che viene compensato da una migliore gradualità di illuminamento nel passaggio da zone coperte a quelle scoperte dei binari; questo incrementa di molto il senso di comfort soprattutto nei confronti degli operatori tecnici e dei conducenti dei treni.

CONCLUSIONI

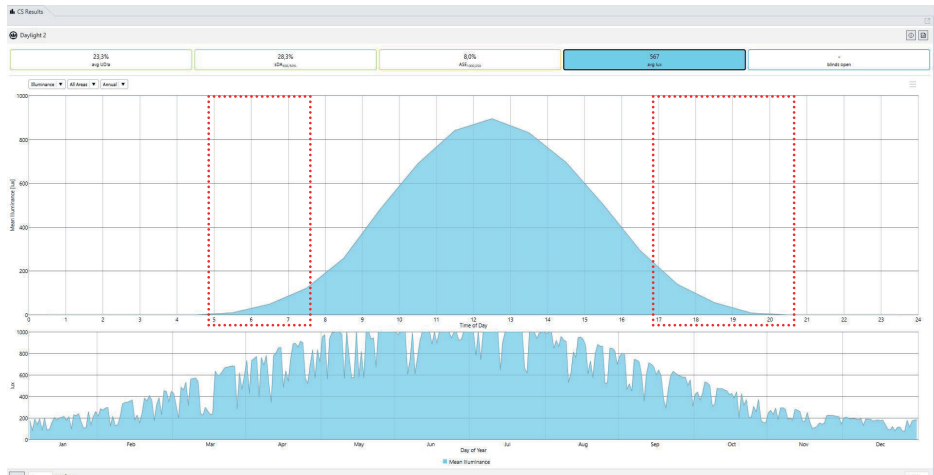
In sintesi si è rilevato una tendenza generalmente migliorativa per quanto riguarda la luce naturale nel progetto proposto da RPBW.

Le migliorie riguardano in larga parte il livello ingresso ma con un sensibile incremento dell'efficacia della strategia anche nel piano banchine, in quanto non solo i livelli di illuminamento vengono implementati in alcuni casi anche del doppio (passiamo da una media di circa 1.5 lx a quasi 2.8lx) ma in linea generale la luce viene distribuita più uniformemente, e pilotata nelle aree dove è maggiormente necessaria, in quanto sono le aree che vengono fruite da tutti gli utenti.

Progetto RPBW



Progetto Definitivo

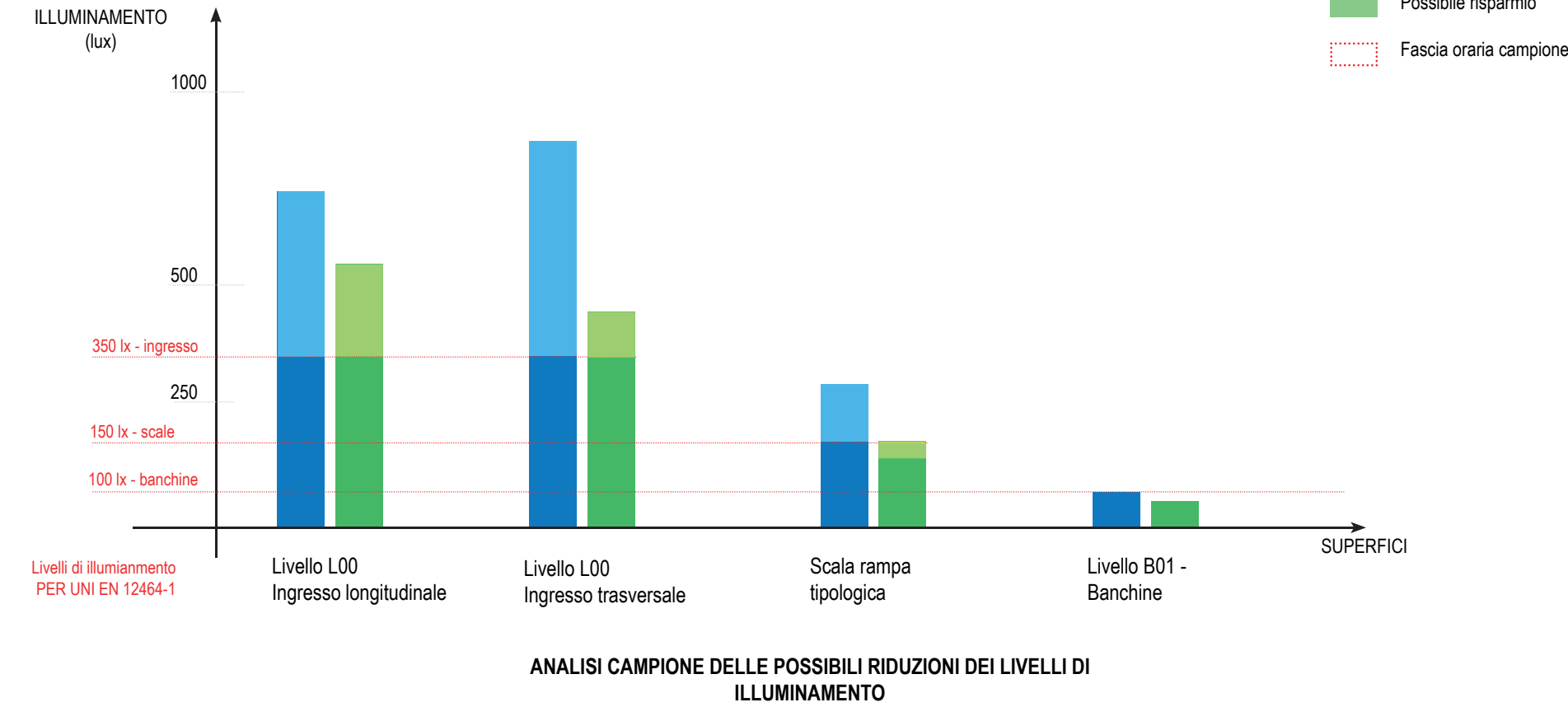


Un ultima considerazione va inoltre fatta relativamente a quanto la luce naturale può anche influenzare l'utilizzo della luce artificiale. Attraverso l'utilizzo di sensori di luminosità, sia al piano Ingresso che a quello banchine, una buona distribuzione della luce naturale che risulti costante lungo tutto l'arco dell'anno permette una sensibile riduzione dell'uso della luce artificiale con conseguente sensibile riduzione dei consumi.



Diversi studi hanno dimostrato come l'uso di sensori di illuminamento possano ridurre i consumi derivanti dall'uso della luce artificiale con particolare rilevanza nelle fasce orarie vicine al sorgere e calare del sole, in una percentuale tra il 20% ed il 40%.

Considerando questo dato si può facilmente dedurre come, con particolare enfasi sul livello Ingresso, la strategia del progetto RPBW permette un importante risparmio in termini economici, avendo una distribuzione della luce uniforme e, soprattutto, ampiamente distribuita nell'arco della giornata. In questo modo l'utilizzo di sensori di luminosità verrebbero massimizzati e il risparmio distribuito su un arco temporale maggiore.



Il grafico sotto riportato mette in correlazione i livelli di illuminamento emersi dal calcolo sulla media annuale delle principali superfici di calcolo analizzate con i livelli di illuminamento prescritti dalla norma UNI EN 12464-1 in materia di illuminazione degli ambienti interni di pubblico interesse.

La rappresentazione grafica è indicativa di quanto, partendo da questi dati, si potrebbe operare una riduzione dei livelli medi di illuminamento, partendo dai valori raggiunti da entrambi i progetti e riducendoli gradualmente fino al raggiungimento dei livelli prescritti dalla norma. Il grafico rappresenta una simulazione ipotetica che analizza principalmente le ore in cui il sole è più vicino allo Zenit, e quindi le ore in cui l'illuminazione artificiale dovrebbe andare ad integrarsi con quella naturale.

Nel caso del progetto di RPBW, potendo contare su un maggiore apporto di luce naturale la riduzione dell'uso della luce artificiale sarebbe ancora maggiore, garantendo così anche un corrispondente maggiore risparmio energetico.

- Progetto RPBW
- Possibile risparmio
- Progetto DEFINITIVO
- Possibile risparmio
- Fascia oraria campione



info@voltairedesign.it | voltairedesign.it

via f. brioschi 26, 20136 milano, italia

phone +39 02 8358 349