



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Scuola di Ingegneria

Corso di Laurea Magistrale in
Ingegneria Edile

Tesi di Laurea Magistrale

Progetto della nuova sede dei laboratori del DICEA dell' Università degli Studi di Firenze

Relatori

Prof.ssa Arch. Frida Bazzocchi

Prof. Ing. Vincenzo di Naso

Prof. Ing. Marco Pio Lauriola

Candidato

Giacomo Fantacci



cell.:
347 9226823



mail:
giacomo.fantacci@gmail.com



STATO ATTUALE

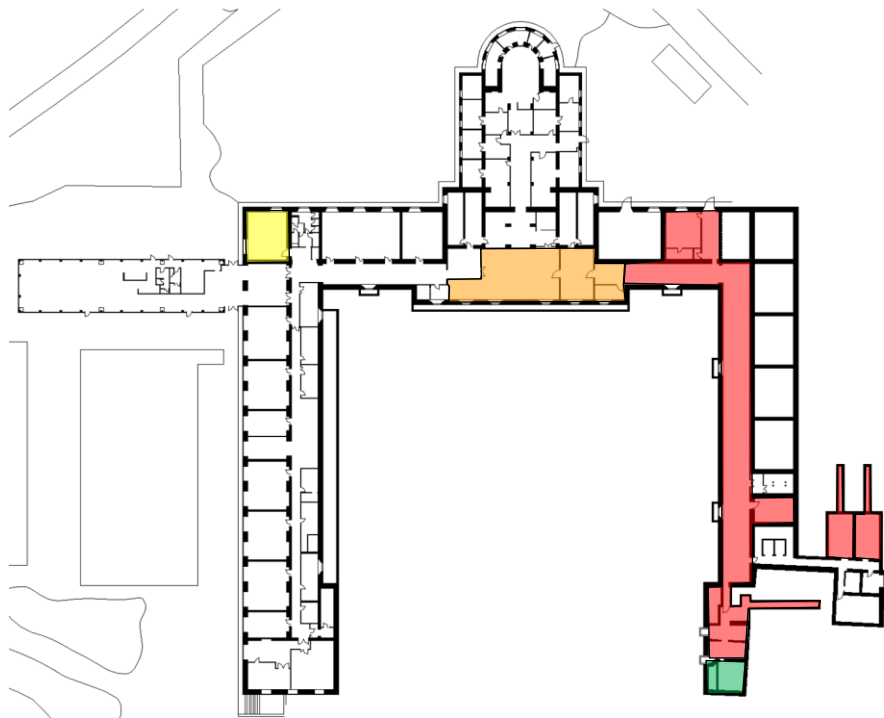
UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

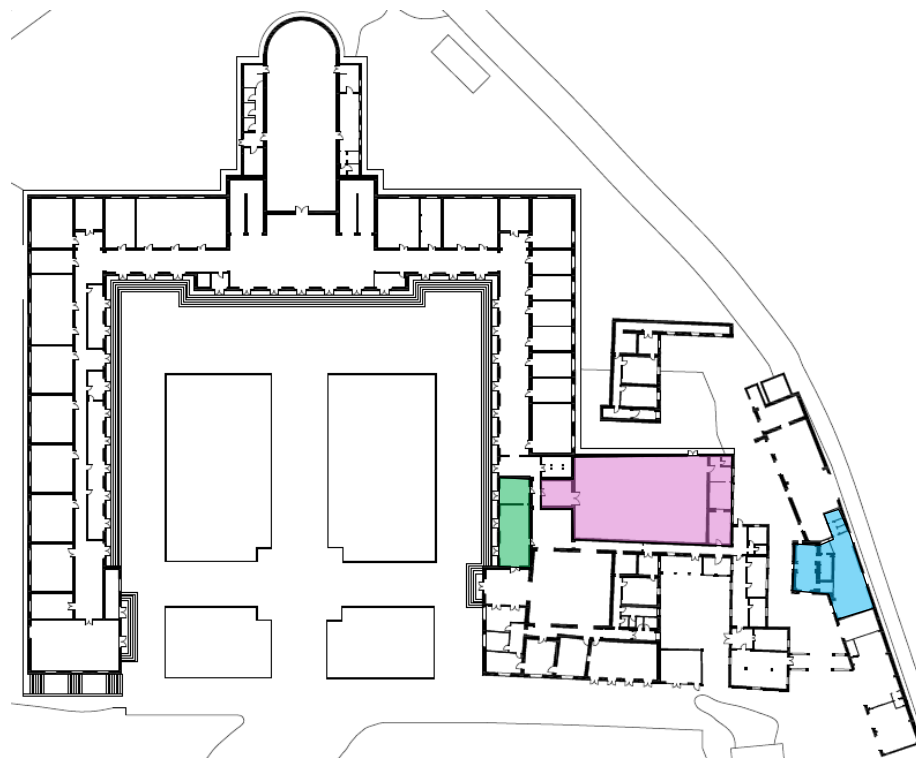
SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

Santa Marta – Pianta Piano Seminterrato



Santa Marta – Pianta Piano Terra



- Laboratorio di Sicurezza e Infortunistica Stradale
- Laboratorio di Idraulica Fluviale
- Laboratorio di Ingegneria Marittima

- Laboratorio di Geotecnica
- Laboratorio di Strutture e Materiali
- Laboratorio di Ingegneria Sanitaria



Galleria del Vento (sede di Prato)

STATO ATTUALE

UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

Esempio: Laboratorio di
Strutture e Materiali

Tornio



Banco di prova



Pompa ad olio

Universale elettromeccanica



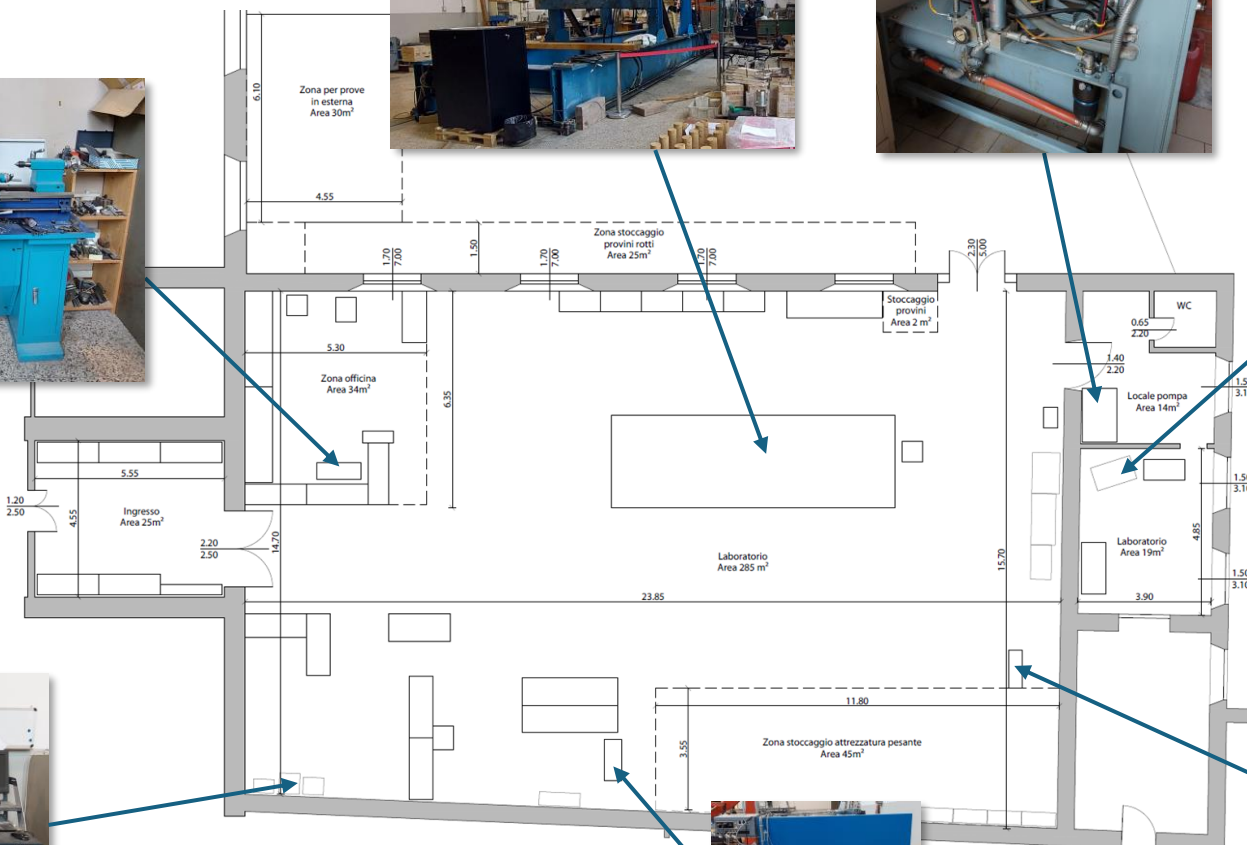
Universale oleodinamica



Pressa per cls



Pressa per fibrorinforzati



STATO ATTUALE

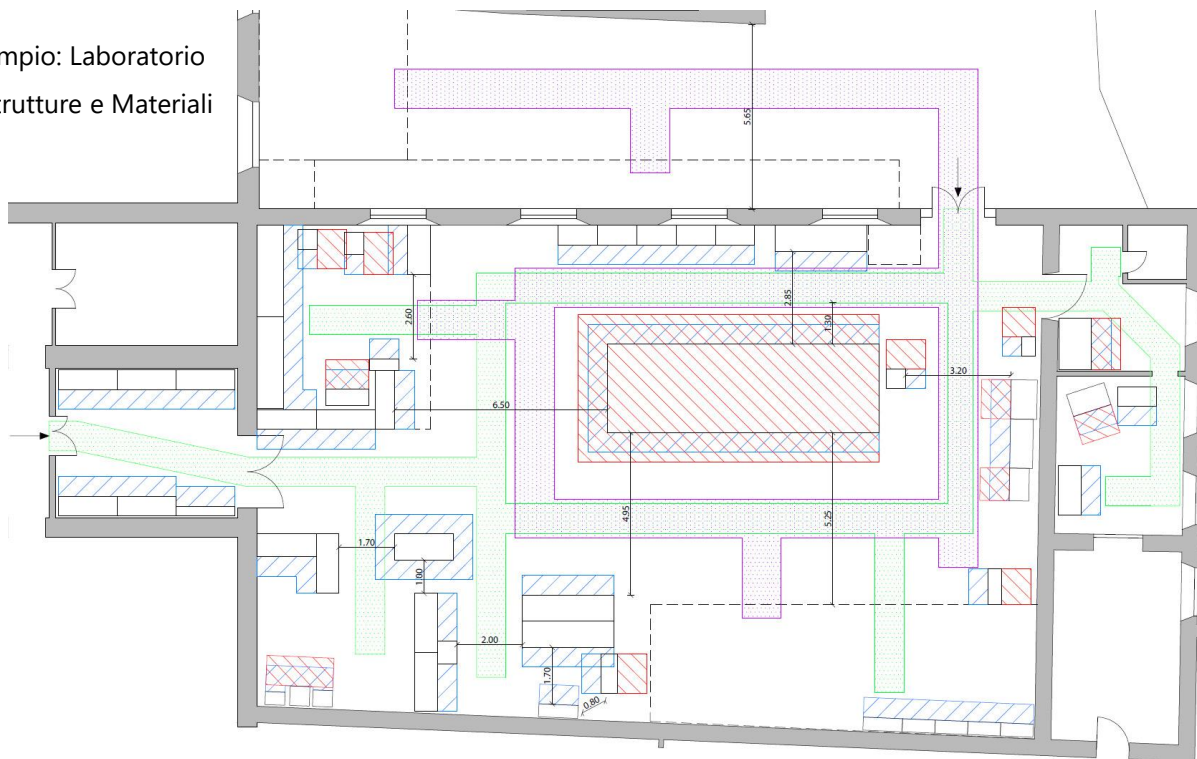
UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

Esempio: Laboratorio
di Strutture e Materiali



Criticità rilevate

1	assenza di una zona idonea per lo stoccaggio degli elementi pesanti per il setup del banco di prova e dei martinetti (attualmente depositati a terra, ingombrando spazi che potrebbero risultare utili per le attività del laboratorio);
2	assenza di un magazzino per lo stoccaggio dei materiali (sabbie, ghiaie, malte, terra, ecc...) e della strumentazione per prove in situ;
3	assenza di una zona idonea per lo stoccaggio dei provini rotti, i quali devono essere conservati per almeno 60 giorni dopo la prova;
4	assenza di una zona idonea per lo stoccaggio degli elementi trave o parete da testare in laboratorio;
5	difficoltà nella movimentazione dei carichi, dovuta alla distribuzione degli spazi e all'assenza di macchinari specifici (attualmente vengono utilizzate delle gru e transpallet manuali);
6	ambiente di laboratorio non suddiviso in aree specifiche (si tratta di un unico vano che ospita tutte le funzioni, quindi poco efficiente dal punto di vista delle funzioni specifiche);
7	assenza di un locale dedicato per le pompe (le quali andrebbero peraltro rinnovate perché vecchie e troppo spesso necessitano di manutenzione);
8	condizioni termo-igrometriche non adeguate;
9	assenza di una linea ad aria compressa (sono presenti due compressori mobili);
10	spazio di preparazione dei provini esterno al laboratorio.

LAYOUT DI ATTIVITÀ

Laboratorio di Strutture e Materiali





STATO ATTUALE

UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

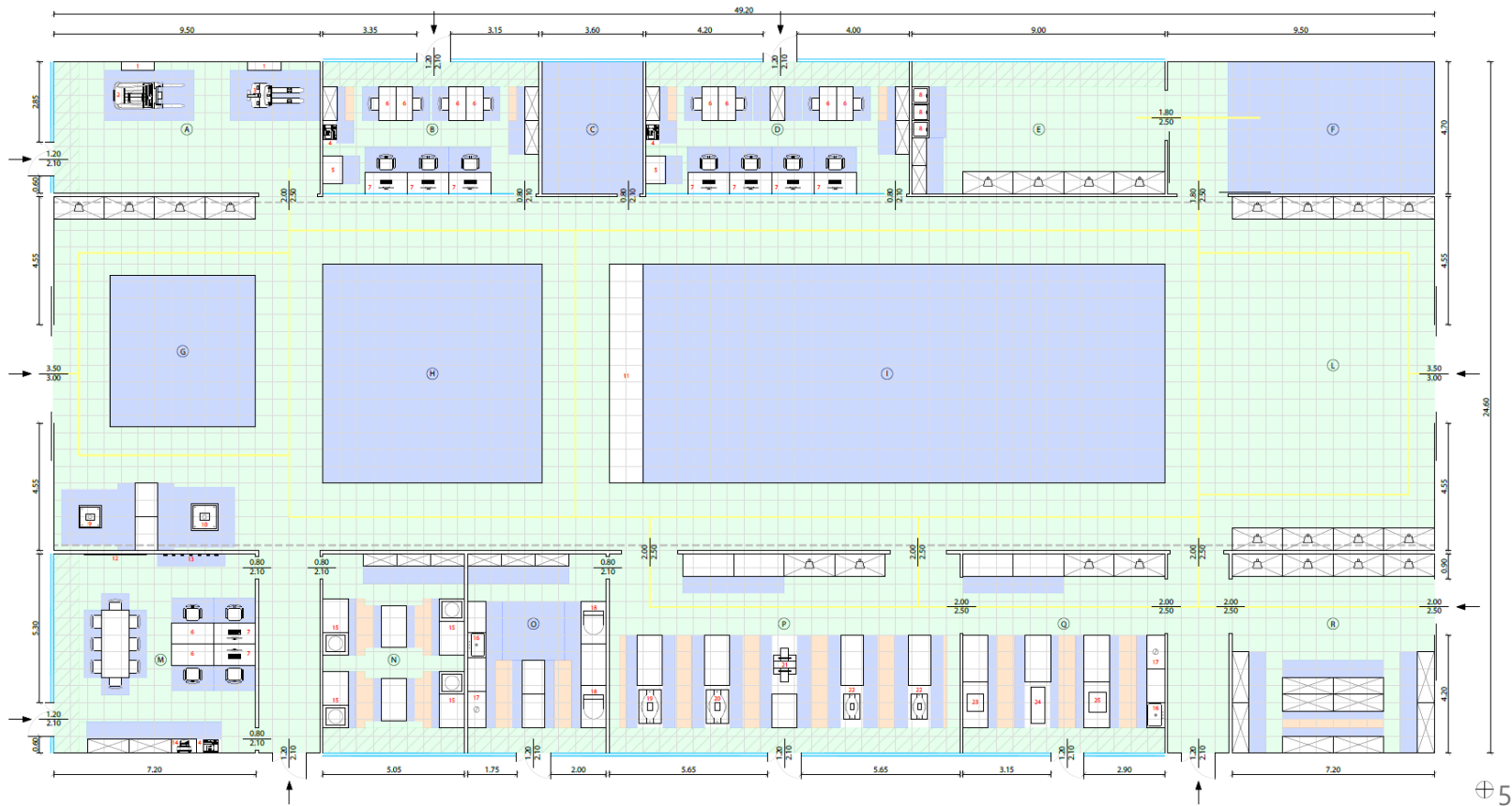
LABORATORIO DI STRUTTURE E MATERIALI

UNITÀ LOCALI	Superficie	UNITÀ LOCALI	Superficie
A) Deposito muletti/transpallet	44,7 m ²	I) Zona per parete di contrasto	144,3 m ²
B) Box acquisizione dati tavola vibrante	36,2 m ²	L) Zona preparazione setup di prova	56,2 m ²
C) Locale tecnico	9,7 m ²	M) Ufficio/Zona meeting	51,1 m ²
D) Box acquisizione dati parete di contrasto	44,2 m ²	N) Metrologia	36,2 m ²
E) Stoccaggio provini rotti	42,3 m ²	O) Zona prove grossolane e rettifica provini	35,5 m ²
F) Zona prove esterna	44,7 m ²	P) Zona presse	88,8 m ²
G) Zona prove su facciate	28,1 m ²	Q) Oficina	51,1 m ²
H) Tavola vibrante	60,8 m ²	R) Magazzino	51,1 m ²
NECESSITÀ DI PROSSIMITÀ		COMPUTO SUPERFICI	
• Laboratorio di Geotecnica		Superficie netta totale unità locali: 825 m ²	
• Laboratorio di Tecnologie Edilizie		Superficie lorda del laboratorio: 1210 m ²	

- ① Colonnina di ricarica
- ② Muletto elettrico
- ③ Transpallet elettrico
- ④ Fotocopiatrice
- ⑤ Server
- ⑥ Postazione studio
- ⑦ Postazione pc
- ⑧ Contenitore per scarti
- ⑨ Macchina universale 500kN
- ⑩ Macchina universale 1000kN
- ⑪ Parete di contrasto
- ⑫ Lavagna digitale
- ⑬ Attaccapanni
- ⑭ Stampante/Plotter
- ⑮ Macchinario per metrologia
- ⑯ Lavabo
- ⑰ Cappa di aspirazione
- ⑱ Troncatrice cls
- ⑲ Pressa laterizi 5000kN
- ⑳ Macchina elettromeccanica 600kN
- ㉑ Pressa fibrorinforzati
- ㉒ Pressa cls 3000kN
- ㉓ Segna a nastro
- ㉔ Tornio
- ㉕ Trapano a colonna

Legenda:

- Modulo 60x60 cm
- Percorrenze muletto/transpallet
- Fascia discomfort
- Percorrenze
- Carroponte
- Dispensa/Archivio
- Spazi d'uso macchinari/arredi
- Ingresso pedonale/carrabile
- Scaffalatura pesante
- Sovrapposizioni
- Parete finestra
- Banco da lavoro/ Scrivania



STATO ATTUALE

UNITÀ AMBIENTALI

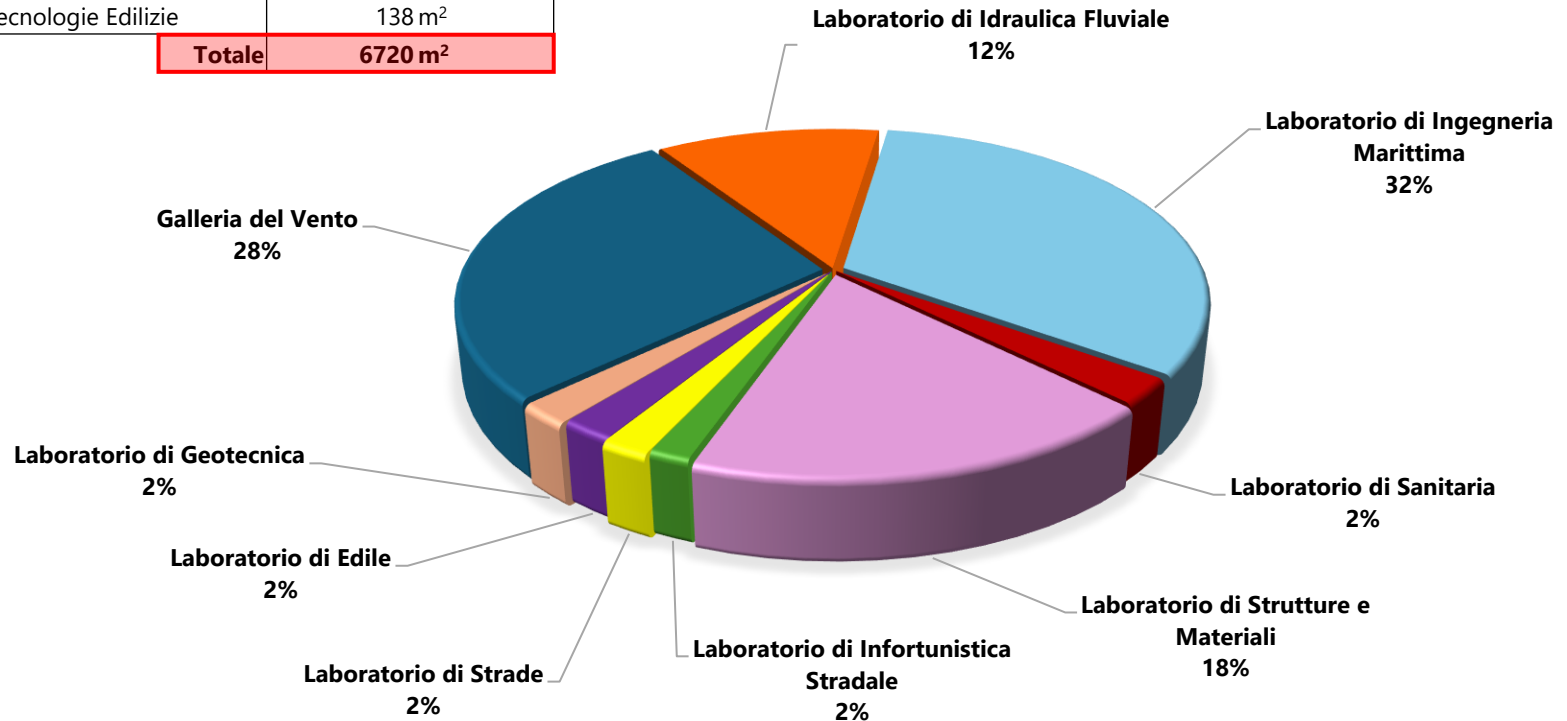
PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

UNITÀ AMBIENTALE	Superficie lorda
Laboratorio di Geotecnica	138 m ²
Galleria del Vento	1872 m ²
Laboratorio di Idraulica Fluviale	787 m ²
Laboratorio di Ingegneria Marittima	2188 m ²
Laboratorio di Sanitaria	164 m ²
Laboratorio di Strutture e Materiali	1210 m ²
Laboratorio di Infortunistica Stradale	105 m ²
Laboratorio di Strade	125 m ²
Laboratorio di Tecnologie Edilizie	138 m ²
Totale	6720 m²

Superfici lorde occupate dalle unità ambientali dei laboratori [%]



STATO ATTUALE

UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

Polo Scientifico e Tecnologico di Sesto Fiorentino



STATO ATTUALE

UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

Fotoinserimento del progetto nel contesto urbano



STATO ATTUALE

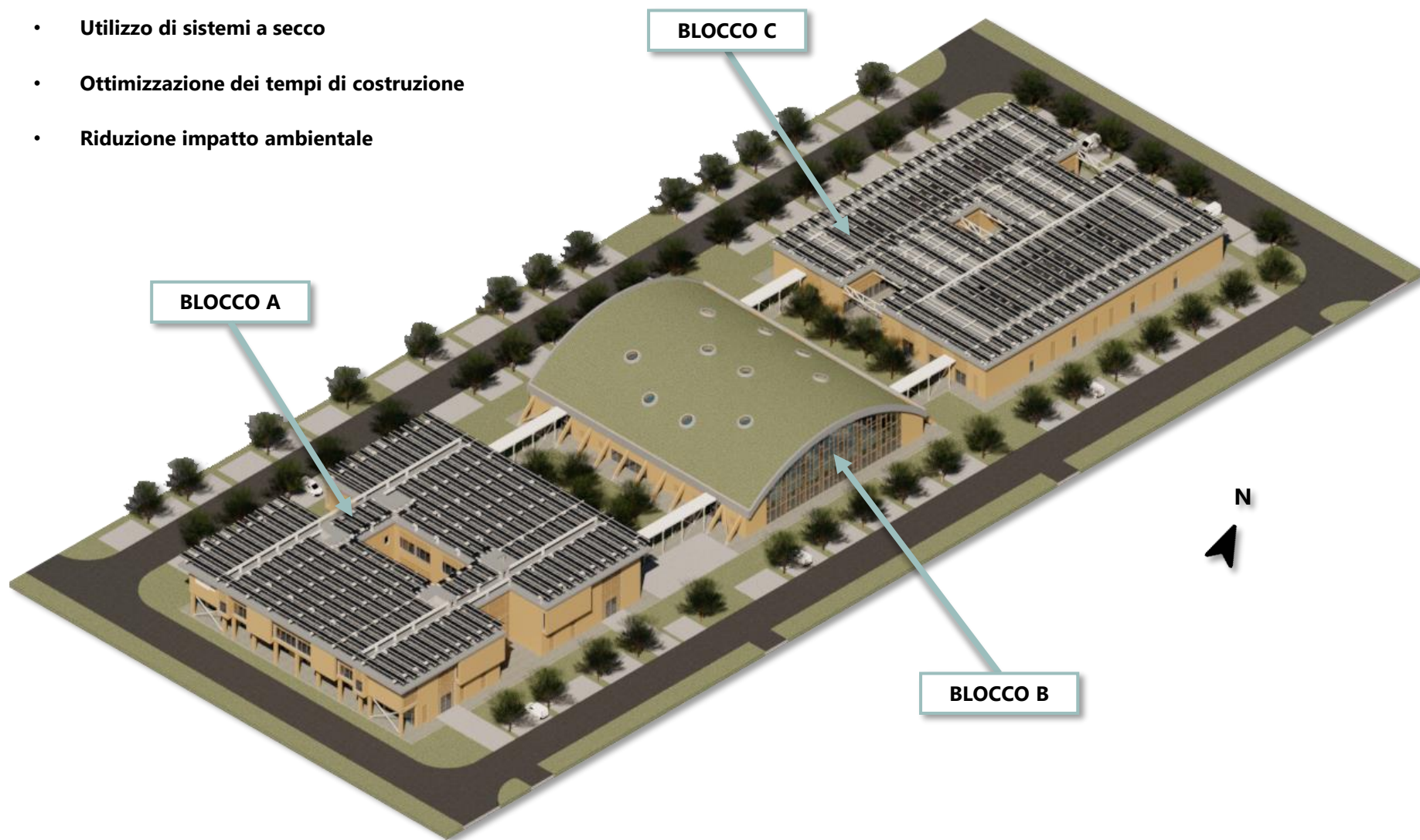
UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

- **Utilizzo di sistemi a secco**
- **Ottimizzazione dei tempi di costruzione**
- **Riduzione impatto ambientale**



STATO ATTUALE

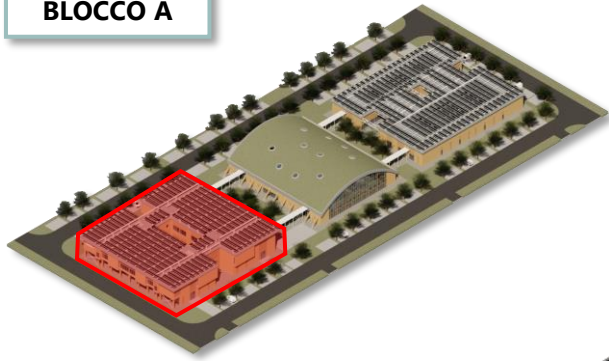
UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

BLOCCO A



- **Struttura intelaiata in acciaio**
- **Solai in legno lamellare «sdraiato»**
- **Copertura a pannelli fotovoltaici integrati alla struttura**

STATO ATTUALE

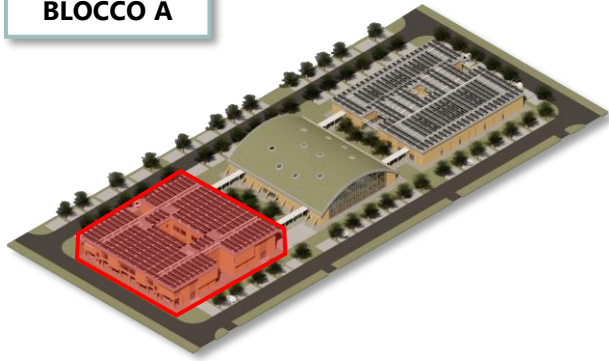
UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

BLOCCO A



Vista da Via Madonna del Piano



Vista laterale del porticato



Corte interna

STATO ATTUALE

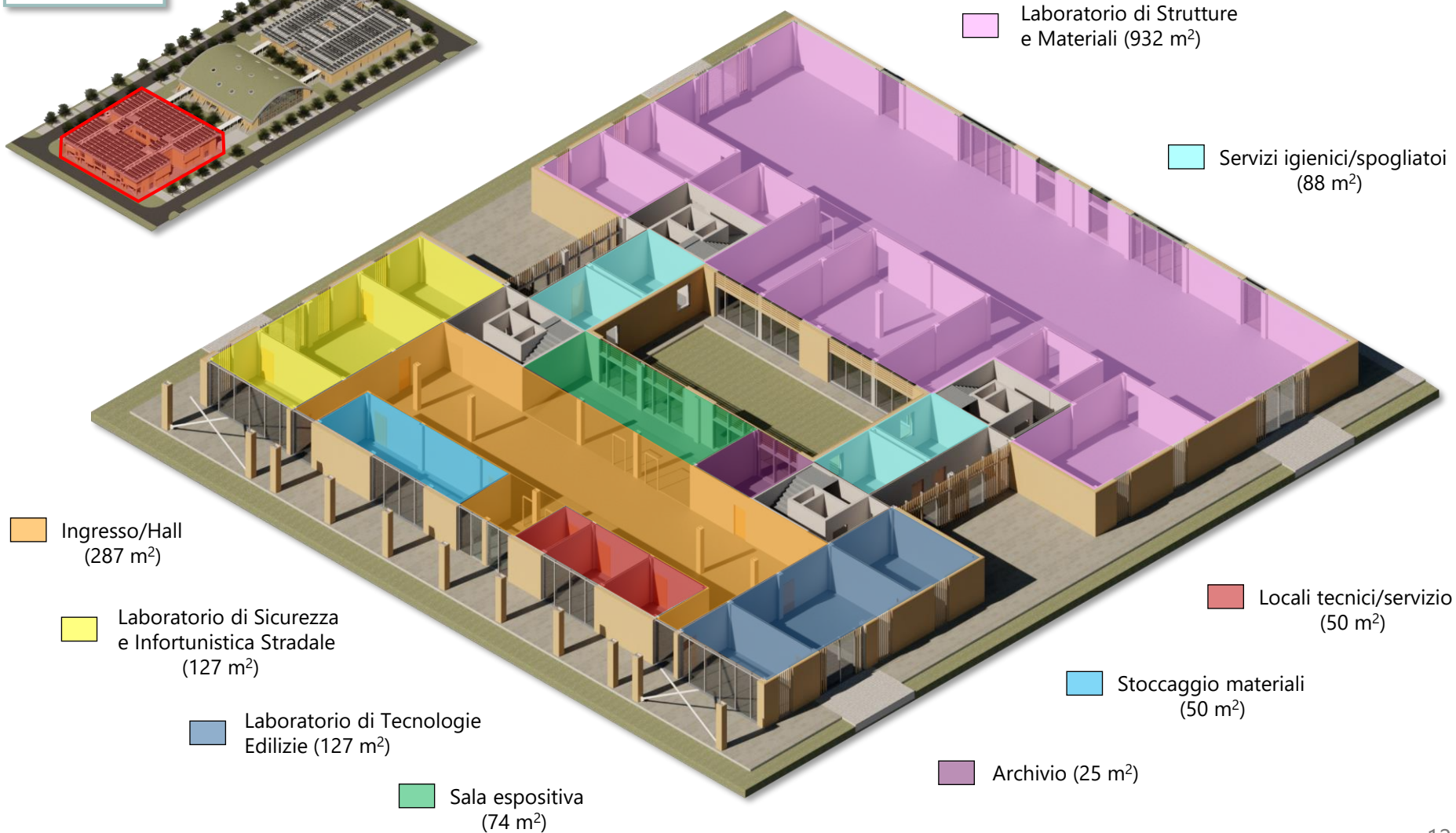
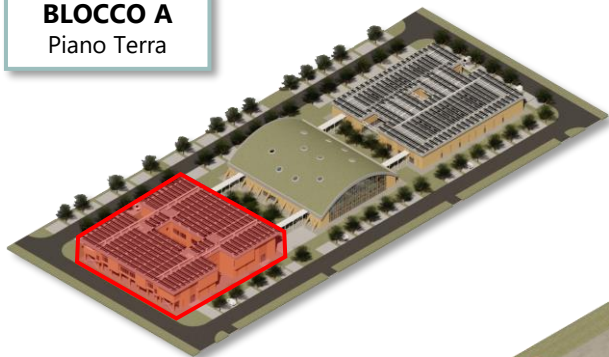
UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

BLOCCO A
Piano Terra



STATO ATTUALE

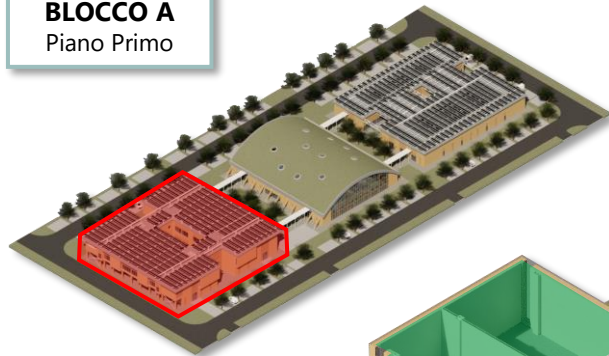
UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

BLOCCO A
Piano Primo



Uffici (140 m²)

Aule professori/
dottorandi (156 m²)

Laboratorio di
Geotecnica (160 m²)

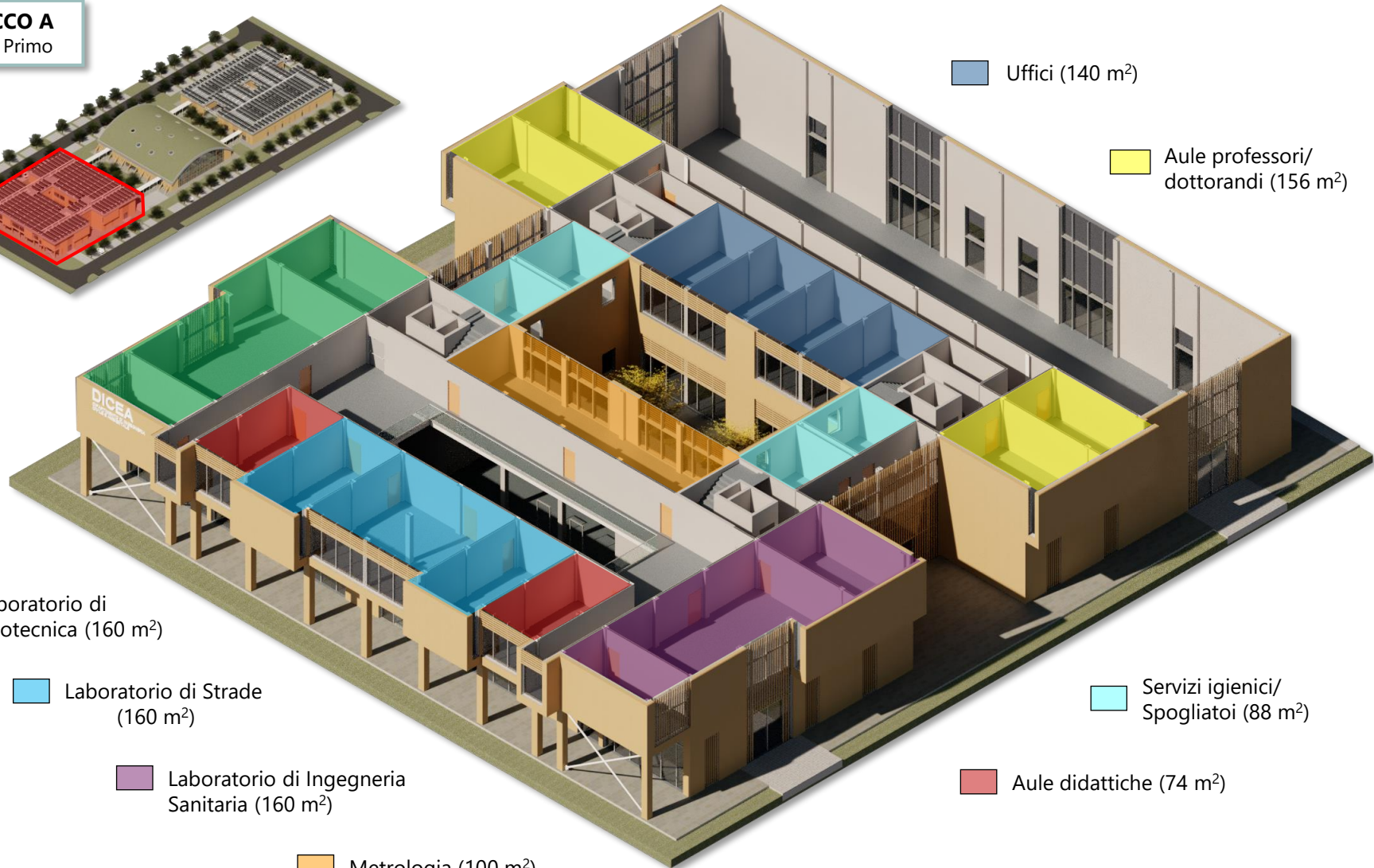
Laboratorio di Strade
(160 m²)

Laboratorio di Ingegneria
Sanitaria (160 m²)

Metrologia (100 m²)

Servizi igienici/
Spogliatoi (88 m²)

Aule didattiche (74 m²)



STATO ATTUALE

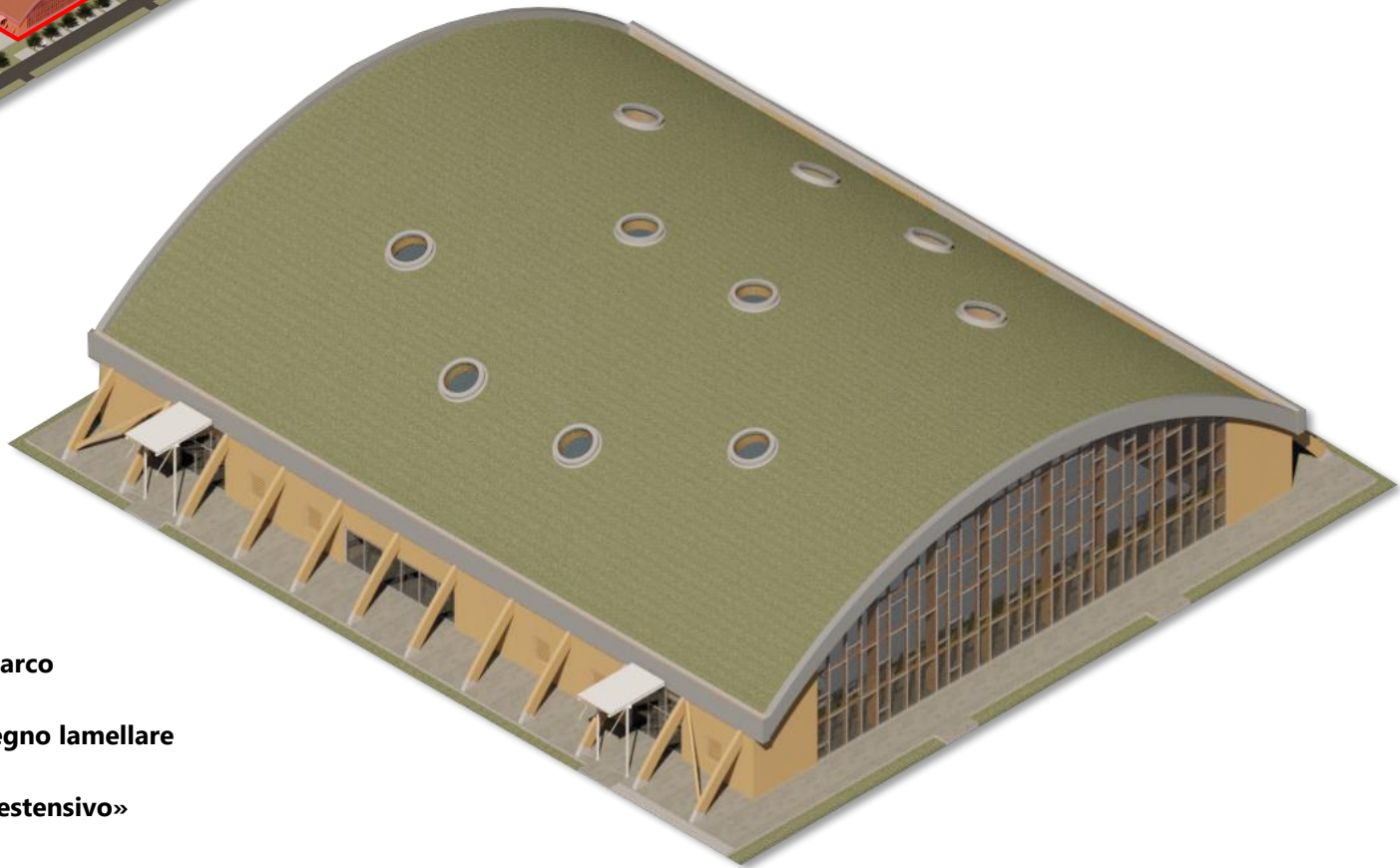
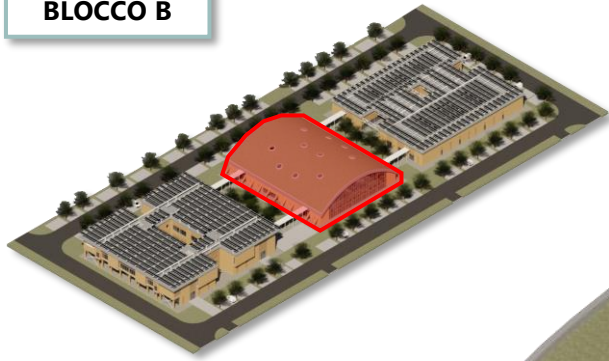
UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

BLOCCO B



- **Copertura ad arco**
- **Struttura in legno lamellare**
- **Tetto verde «estensivo»**

STATO ATTUALE

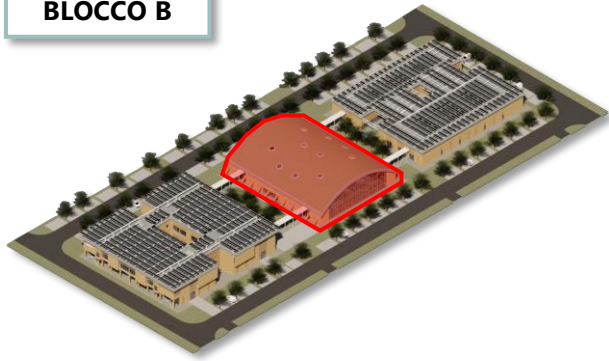
UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

BLOCCO B



Vista esterna dalla nuova sede di Agraria



Vista esterna dal Blocco C



Vista interna

STATO ATTUALE

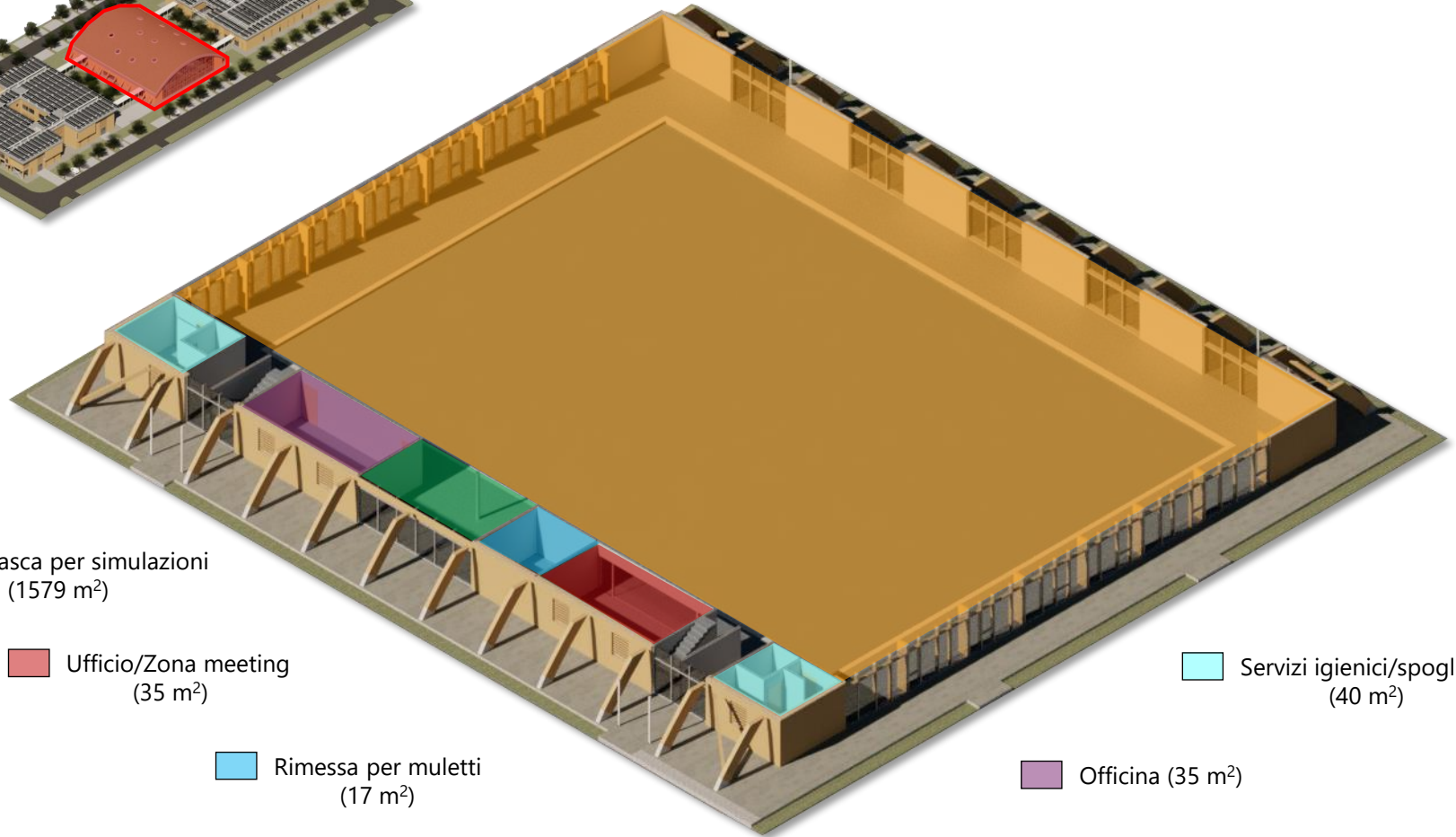
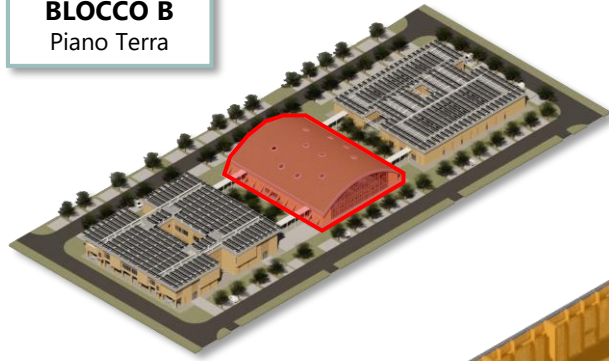
UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

BLOCCO B
Piano Terra



Zona vasca per simulazioni
(1579 m²)

Ufficio/Zona meeting
(35 m²)

Rimessa per muletti
(17 m²)

Zona di stoccaggio
(41 m²)

Servizi igienici/spogliatoi
(40 m²)

Officina (35 m²)

STATO ATTUALE

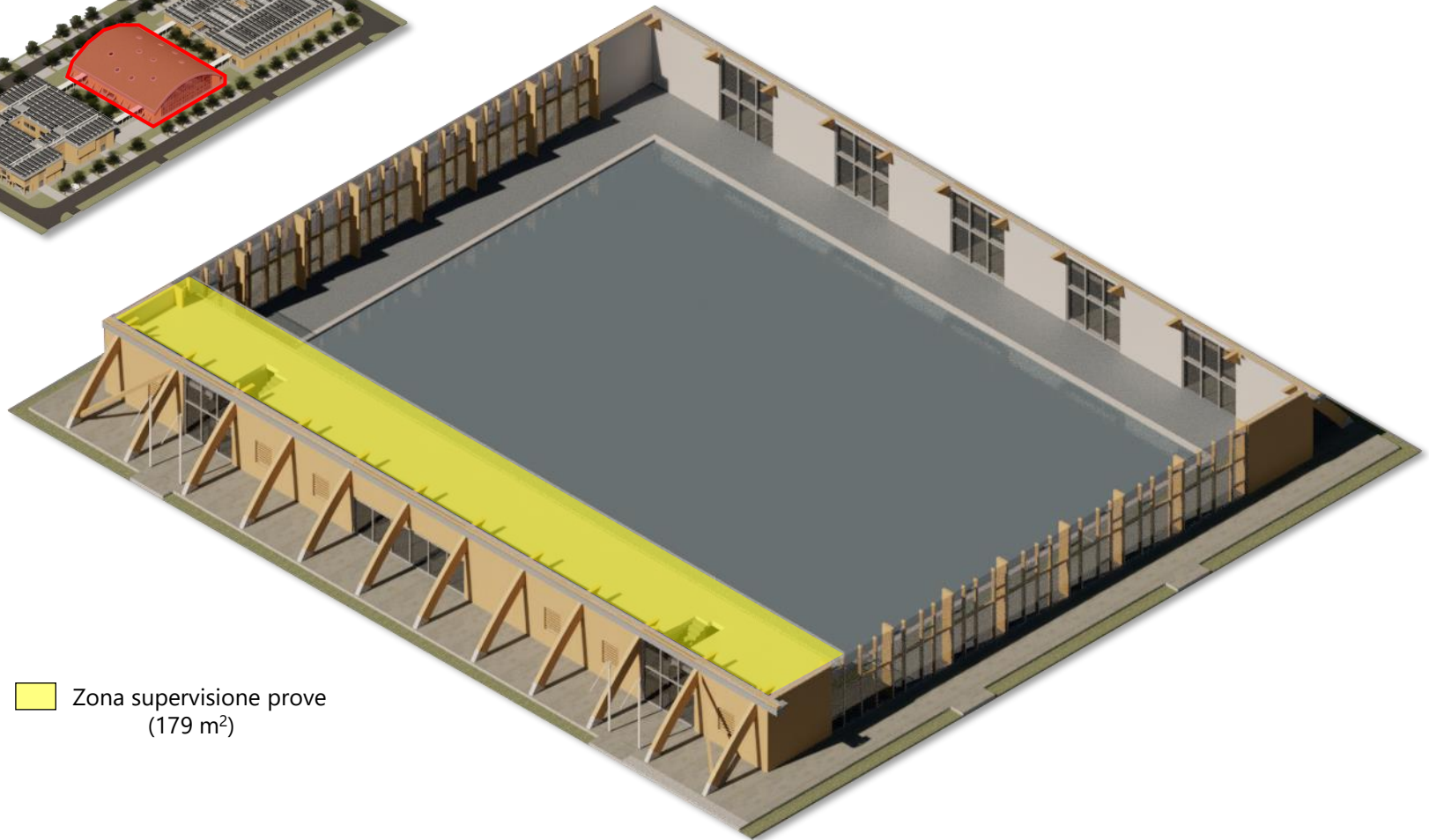
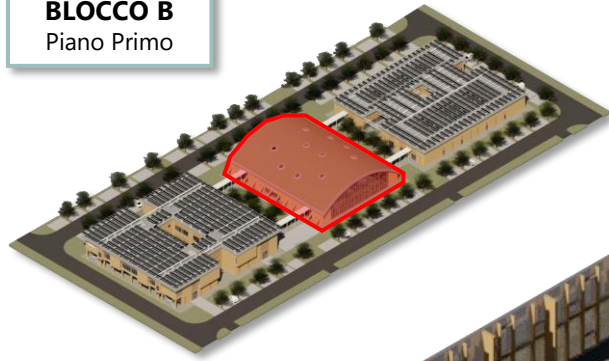
UNITÀ AMBIENTALI


PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

BLOCCO B
Piano Primo



 Zona supervisione prove
(179 m²)

STATO ATTUALE

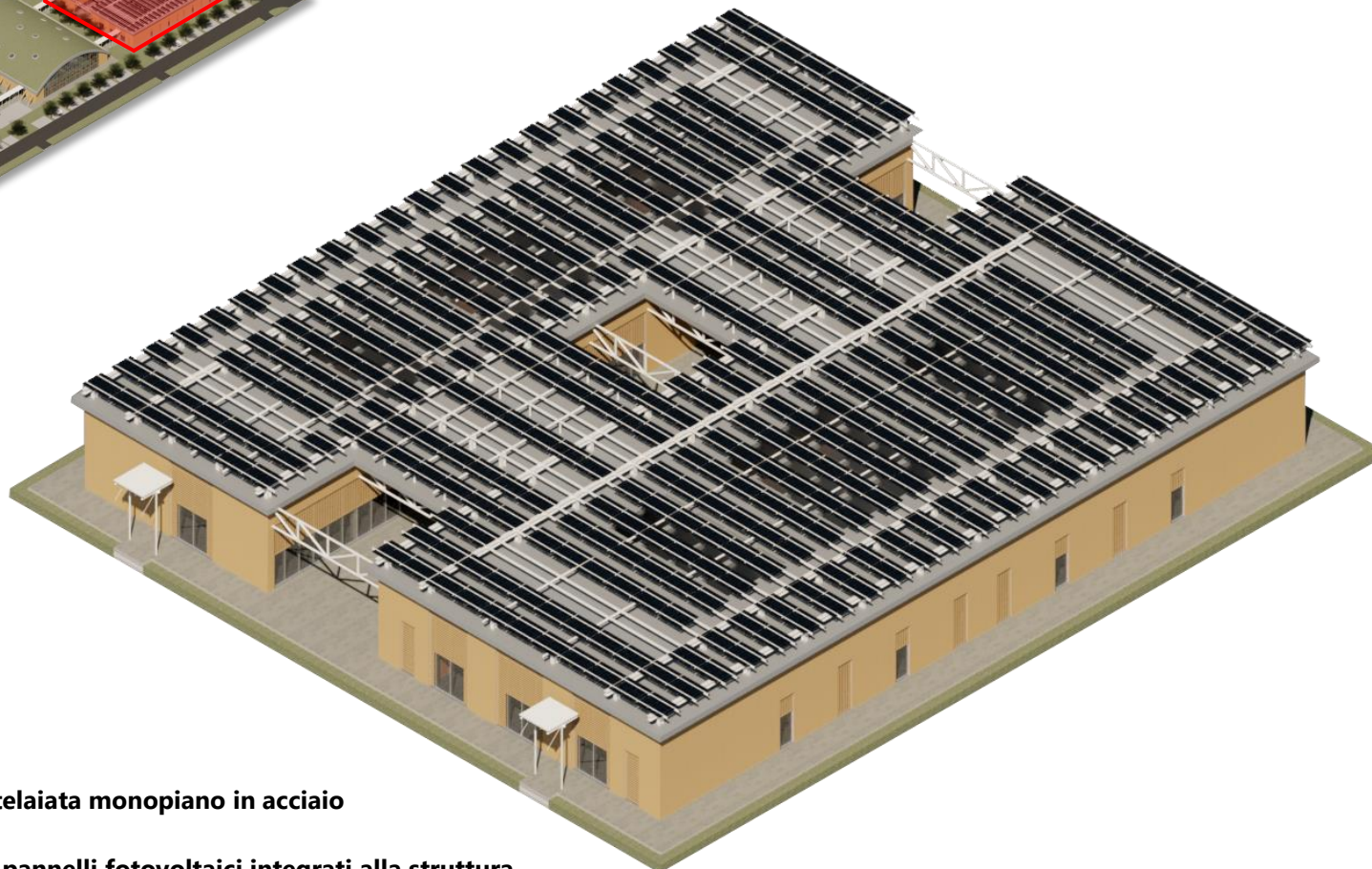
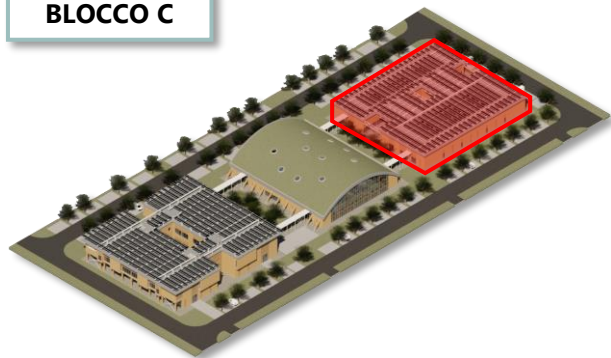
UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

BLOCCO C



- **Struttura intelaiata monopiano in acciaio**
- **Copertura a pannelli fotovoltaici integrati alla struttura**

STATO ATTUALE

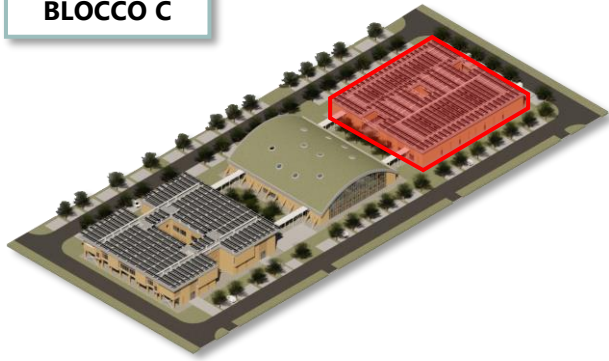
UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

BLOCCO C



Vista esterna dal Blocco B



Vista dell'ingresso della Galleria del Vento



Vista interna del Laboratorio di Ingegneria Fluviale

STATO ATTUALE

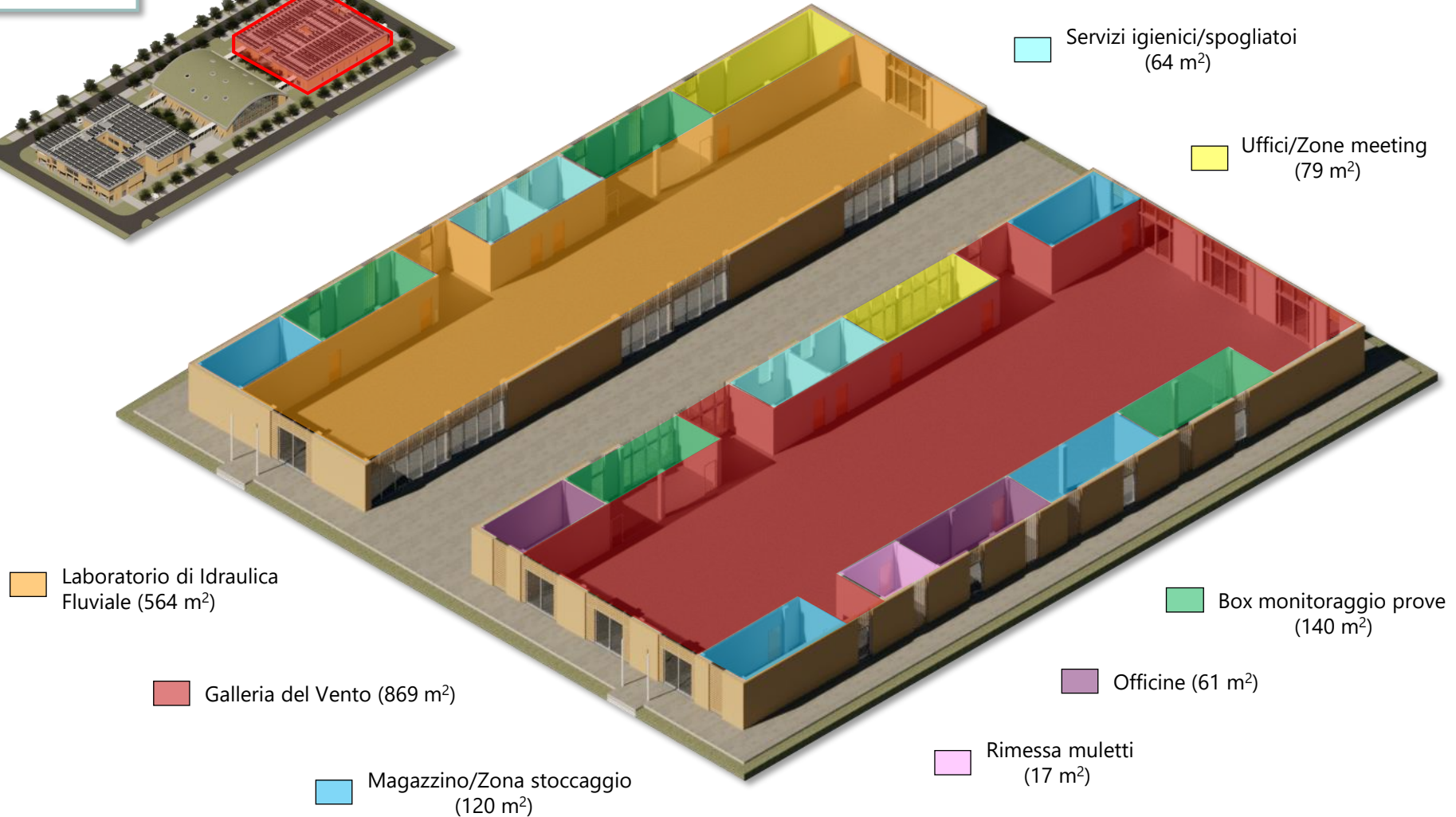
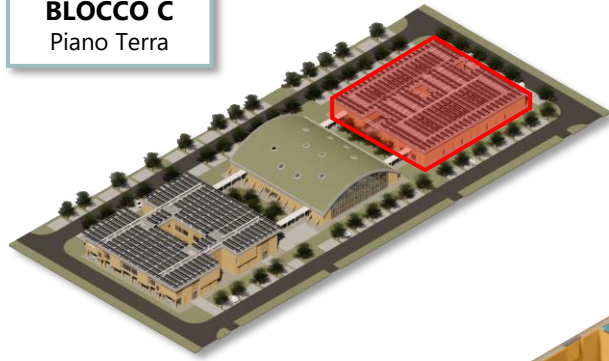
UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

BLOCCO C
Piano Terra



STATO ATTUALE

UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

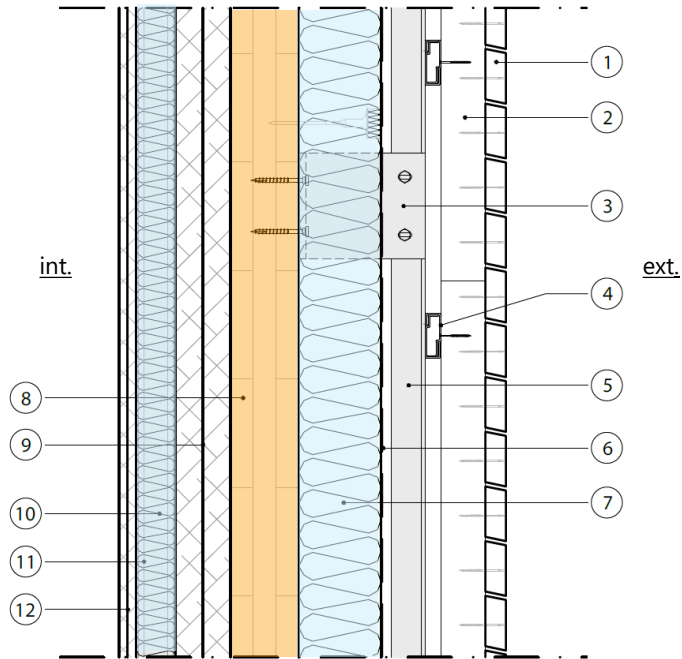
SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

PARTIZIONI VERTICALI

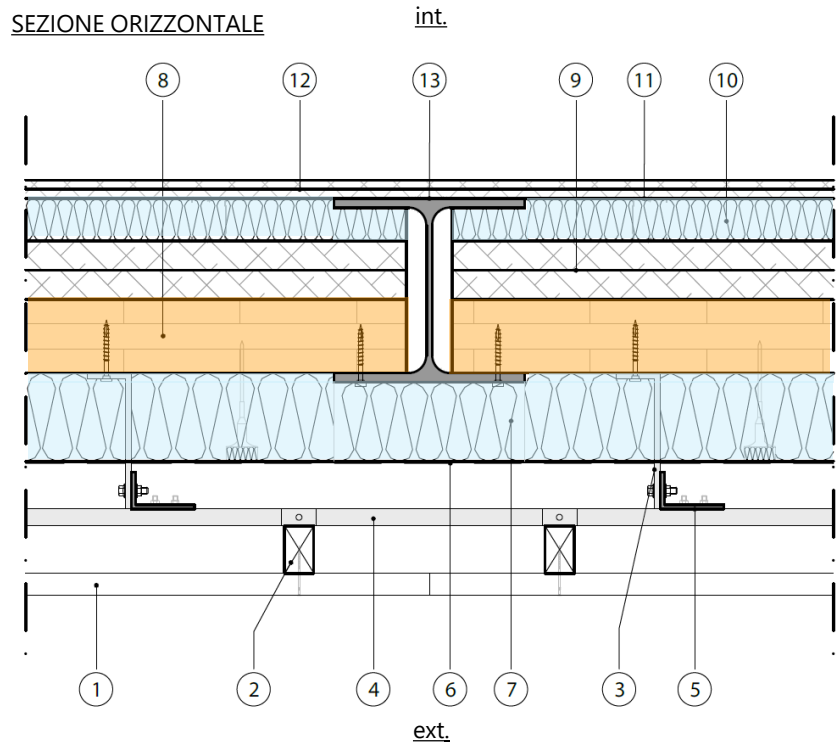
FACCIATA A SCHERMO AVANZATO CON RIVESTIMENTO IN LEGNO ACCOYA

SEZIONE VERTICALE



- Spessore: 37.5 cm
 - $U=0.13 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
 - $R_w=62 \text{ dB}$
 - $M_s=256 \text{ kg/m}^2$
1. Listello in legno Accoya
 2. Montante in legno del pannello di facciata
 3. Staffa a L in alluminio
 4. Traversi e graffe in alluminio
 5. Profilo a L in alluminio
 6. Telo di tenuta all'aria
 7. Isolante termico

SEZIONE ORIZZONTALE



8. Pannello parete in Xlam 3 strati 30/40/30
9. Pannelli in cementolegno
10. Pannello in fibra di legno
11. Profilo a C 50/50/50 in acciaio formato a freddo
12. Controparete a doppia lastra
13. Colonna HEA in acciaio S275

STATO ATTUALE

UNITÀ AMBIENTALI

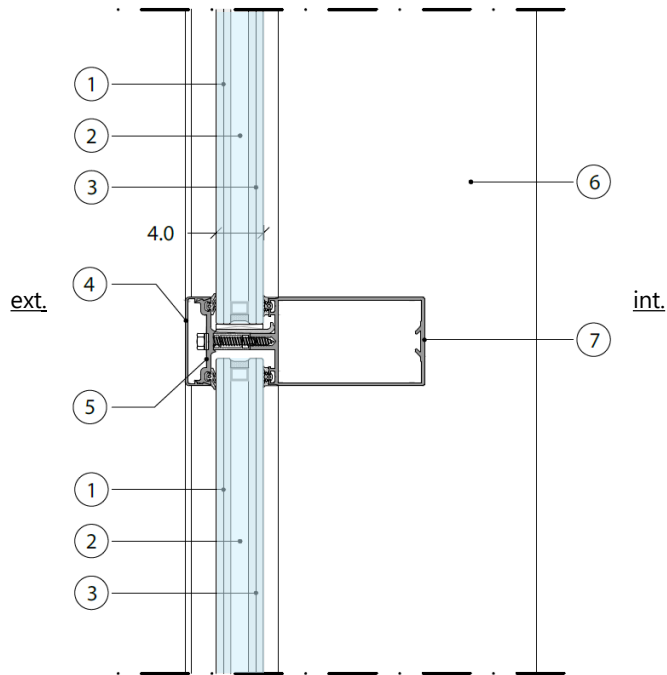
PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

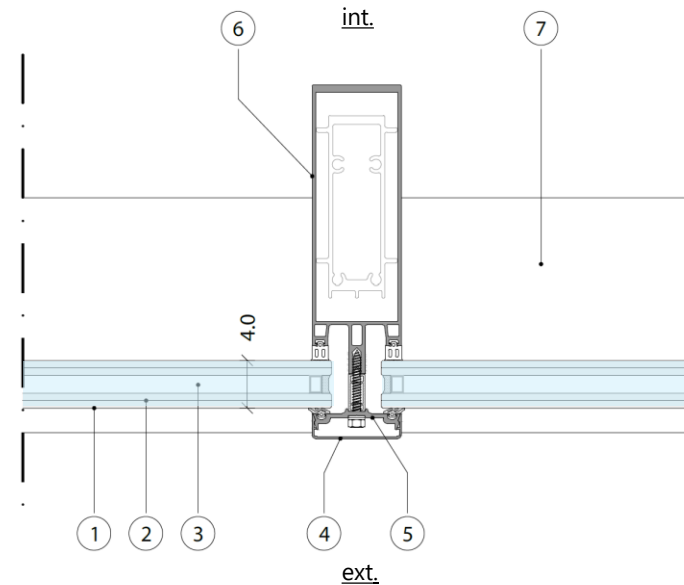
FACCIATA CONTINUA METRA POLIEDRA SKY TECH 60 A MONTANTI E TRAVERSI IN ALLUMINIO

SEZIONE VERTICALE



- Spessore: 23.8 cm
- $U=1.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
- $R_w=52 \text{ dB}$
- $P_{\text{vetro}}=62 \text{ kg/m}^2$

SEZIONE ORIZZONTALE



1. Doppio vetro da 6mm accoppiato con PVB da 0.76mm
2. Intercapedine con argon 90%
3. Doppio vetro da 6mm accoppiato con PVB da 0.76mm + Coating selettivo
4. Cartella in alluminio EN AW 6060
5. Pressore in alluminio EN AW 6060 con guarnizioni in EPDM
6. Montante in alluminio EN AW 6060
7. Traverso in alluminio EN AW 6060

STATO ATTUALE

UNITÀ AMBIENTALI

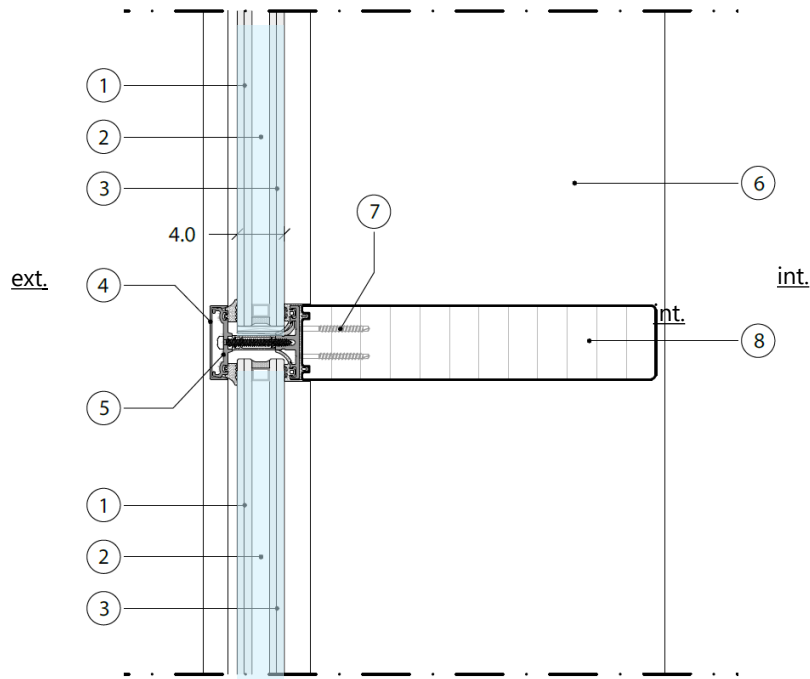
PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

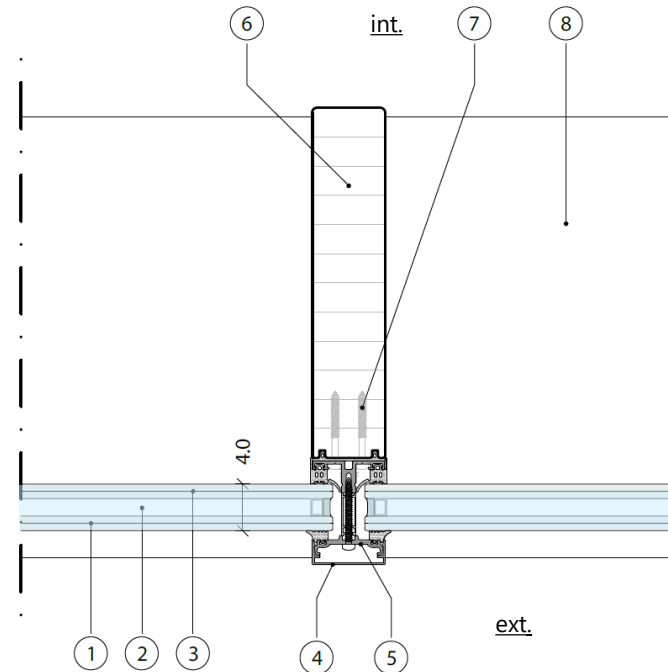
PROGETTO STRUTTURALE

FACCIATA CONTINUA STABALUX AK-H A MONTANTI E TRAVERSI IN LEGNO LAMELLARE

SEZIONE VERTICALE



SEZIONE ORIZZONTALE



- Spessore: 31.4 cm
 - $U=1.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
 - $R_w=52 \text{ dB}$
 - $P_{\text{vetro}}=62 \text{ kg}/\text{m}^2$
- | | |
|---|---|
| 1. Doppio vetro da 6mm accoppiato con PVB da 0.76mm | 5. Pressore in alluminio EN AW 6060 con guarnizioni in EPDM |
| 2. Intercapedine con argon 90% | 6. Montante in legno lamellare GL24h |
| 3. Doppio vetro da 6mm accoppiato con PVB da 0.76mm + Coating selettivo | 7. Viti a filettatura parziale per legno |
| 4. Cartella in alluminio EN AW 6060 | 8. Traverso in legno lamellare GL24h |

STATO ATTUALE

UNITÀ AMBIENTALI

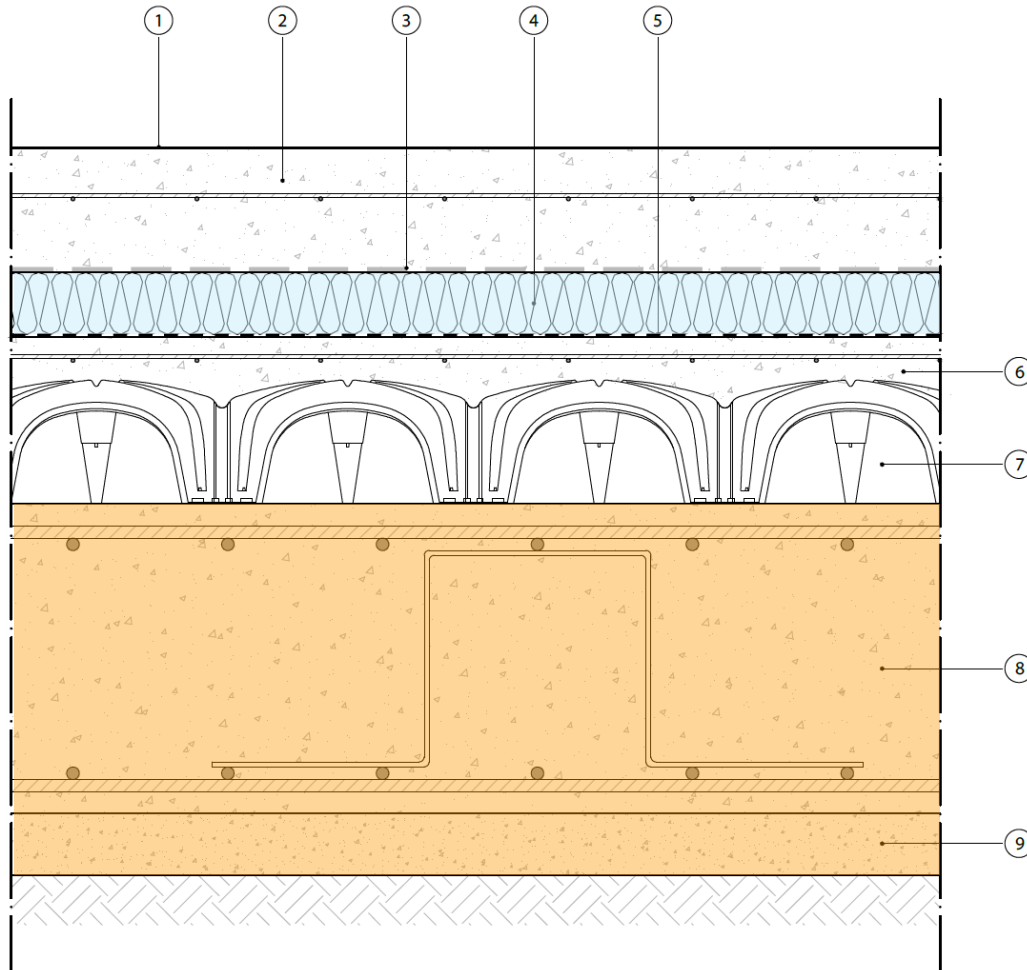
PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

PARTIZIONI ORIZZONTALI

SOLAIO A TERRA CON PAVIMENTAZIONE INDUSTRIALE



1. Strato d'usura al quarzo
2. Pavimentazione industriale in calcestruzzo
3. Membrana bugnata
4. Isolante termico in XPS
5. Guaina bituminosa
6. Soletta armata in calcestruzzo C25/30
7. Vespaiο areato con casseforme Cupolex H20
8. Platea di fondazione in calcestruzzo armato C25/30
9. Magrone in calcestruzzo

- Spessore: 60+57.7 cm
- $U=0.15 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
- $M=1978 \text{ kg}/\text{m}^2$

STATO ATTUALE

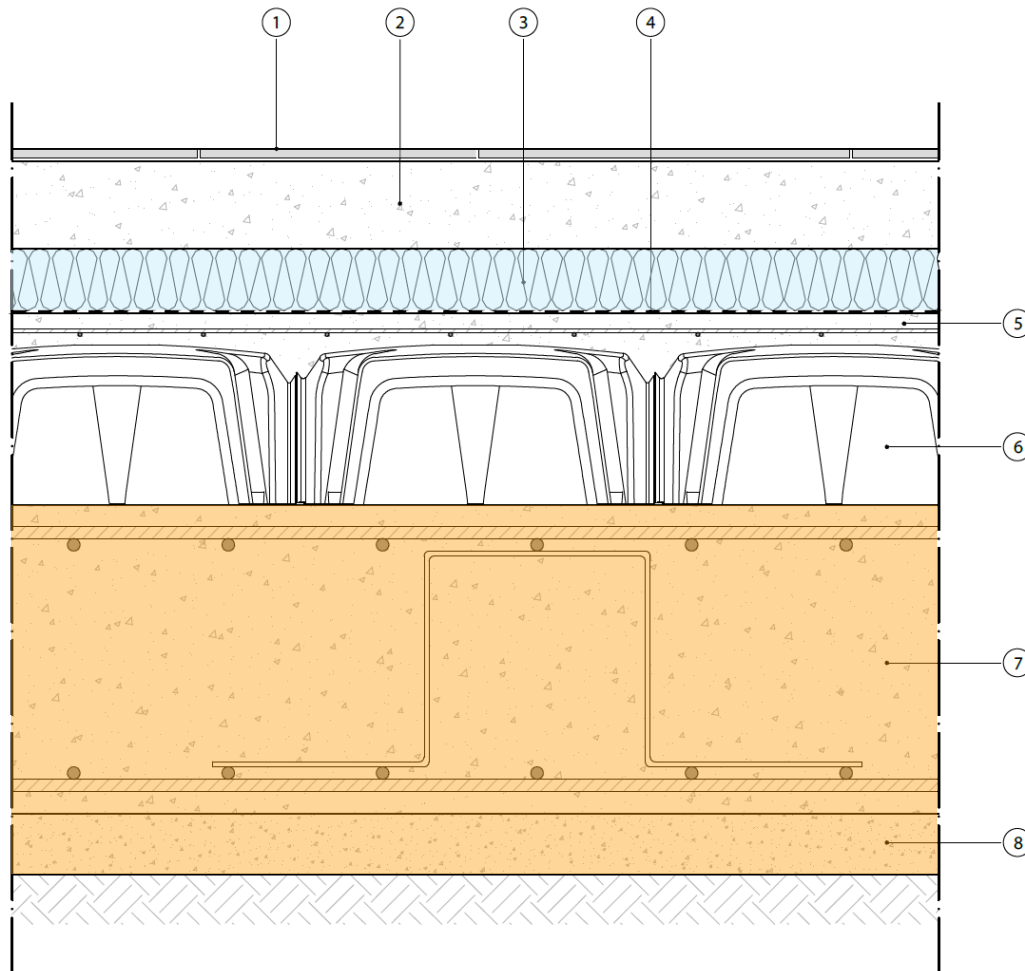
UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

SOLAIO A TERRA CON MASSETTO PORTA IMPIANTI E FINITURA IN GRES



1. Pavimentazione in gres antiscivolo
2. Massetto porta impianti
3. Isolante termico in XPS
4. Guaina bituminosa
5. Soletta armata in calcestruzzo C25/30
6. Vespaio areato con casseforme Cupolex H26
7. Platea di fondazione in calcestruzzo armato C25/30
8. Magrone in calcestruzzo

- Spessore: 60+57.7 cm
- $U=0.13 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
- $M=1613 \text{ kg}/\text{m}^2$

STATO ATTUALE

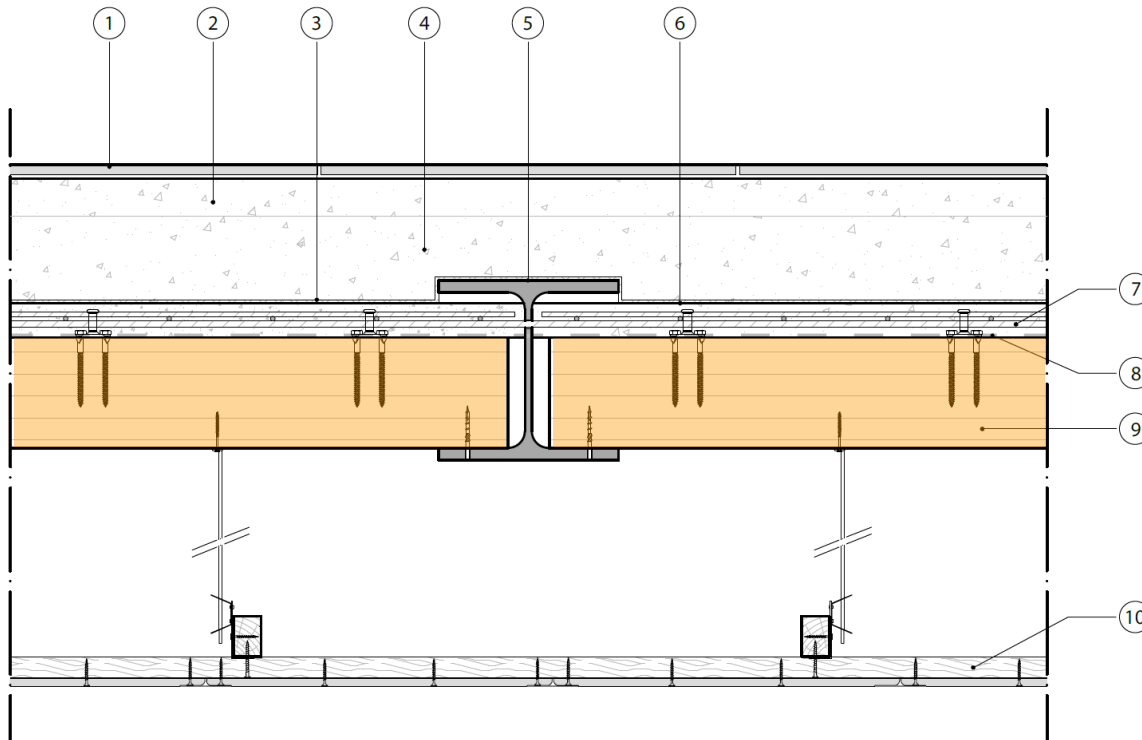
UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

SOLAIO INTERPIANO IN LEGNO LAMELLARE «SDRAIATO» CON MASSETTO E FINITURA IN GRES



1. Pavimentazione in gres antiscivolo
2. Massetto porta impianti
3. Tappetino acustico
4. Sottofondo alleggerito
5. Trave di piano HEB in acciaio S275
6. Soletta collaborante in cls armato collegata al solaio mediante connettori
7. Telo traspirante e idrorepellente
8. Barra passante in acciaio B450C
9. Pannello solaio in LLI
10. Controsoffitto a struttura in legno con rivestimento a lastre REI

STATO ATTUALE

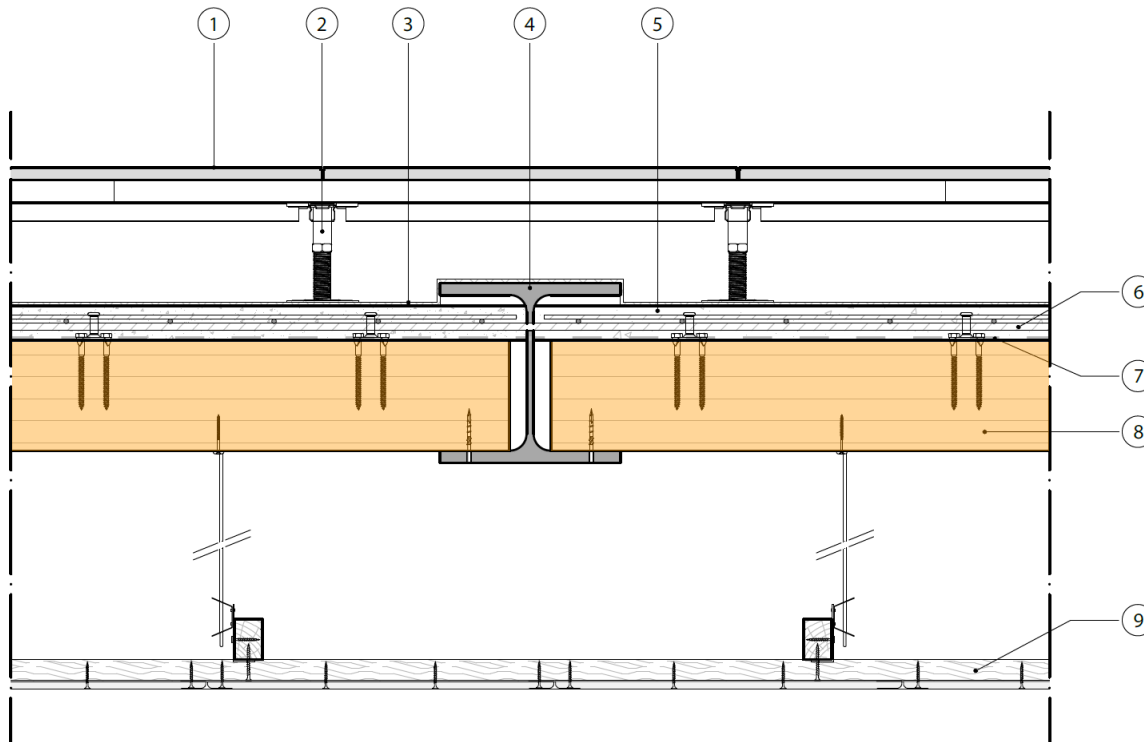
UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

SOLAIO INTERPIANO IN LEGNO LAMELLARE «SDRAIATO» CON PAVIMENTAZIONE GALLEGGIANTE



1. Pavimentazione in gres antiscivolo
2. Pavimentazione galleggiante
3. Tappetino acustico
4. Trave di piano HEB in acciaio S275
5. Soletta collaborante in cls armato collegata al solaio mediante connettori
6. Barra passante Ø10 in acciaio B450C
7. Telo traspirante e idrorepellente
8. Pannello solaio in LLI
9. Controsoffitto a struttura in legno con rivestimento a lastre REI

STATO ATTUALE

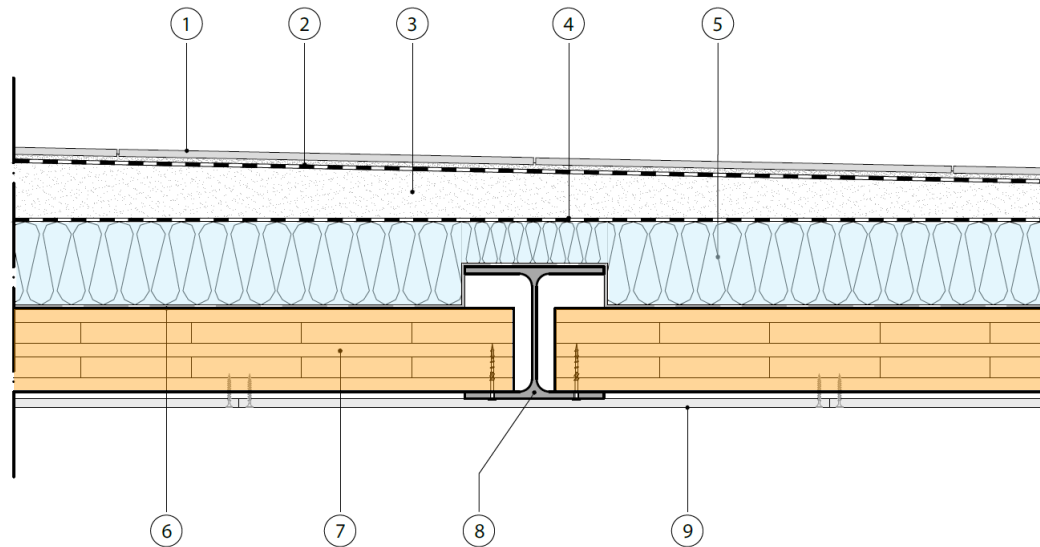
UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

SOLAIO DI COPERTURA A PANNELLI X-LAM CON MASSETTO DELLE PENDENZE



- Pendenza: 2%
- $U=0.16 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
- $M_s=234 \text{ kg}/\text{m}^2$

1. Pavimentazione in gres antiscivolo
2. Doppia guaina bituminosa a strati incrociati
3. Massetto delle pendenze alleggerito
4. Guaina bituminosa
5. Isolante termico

6. Barriera a vapore
7. Pannello X-Lam 5 strati (20/30/20/30/20)
8. Trave di copertura HEB in acciaio S275
9. Lastra di cartongesso

STATO ATTUALE

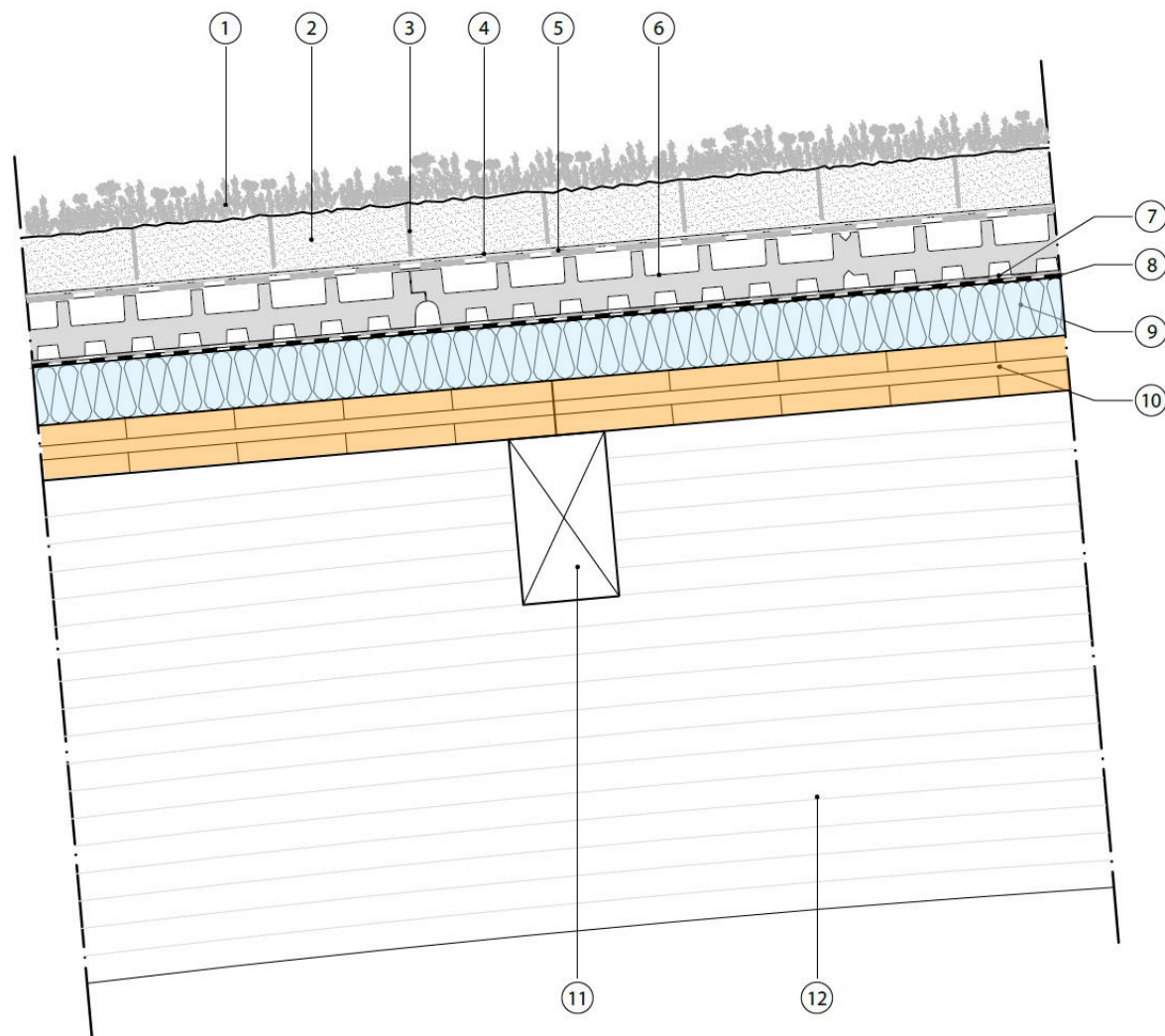
UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

SOLAIO DI COPERTURA A PANNELLI X-LAM CON MANTO IN VERDE ESTENSIVO



1. Stuoia prevegetata di sedum
2. Strato colturale
3. Geocella alveolare di trattenimento
4. Geogriglia in polipropilene
5. Strato di trattenimento
6. Pannello di accumulo e drenaggio
7. Manto antiradice
8. Guaina in TPO poliolefine
9. Isolante termico
10. Pannello X-Lam 3 strati (30/20/30)
11. Arcareccio in LLI GL24h
12. Trave curva in LLI GL24h

- Pendenza: max 35%
- $U=0.21 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
- $M_s=257 \text{ kg}/\text{m}^2$

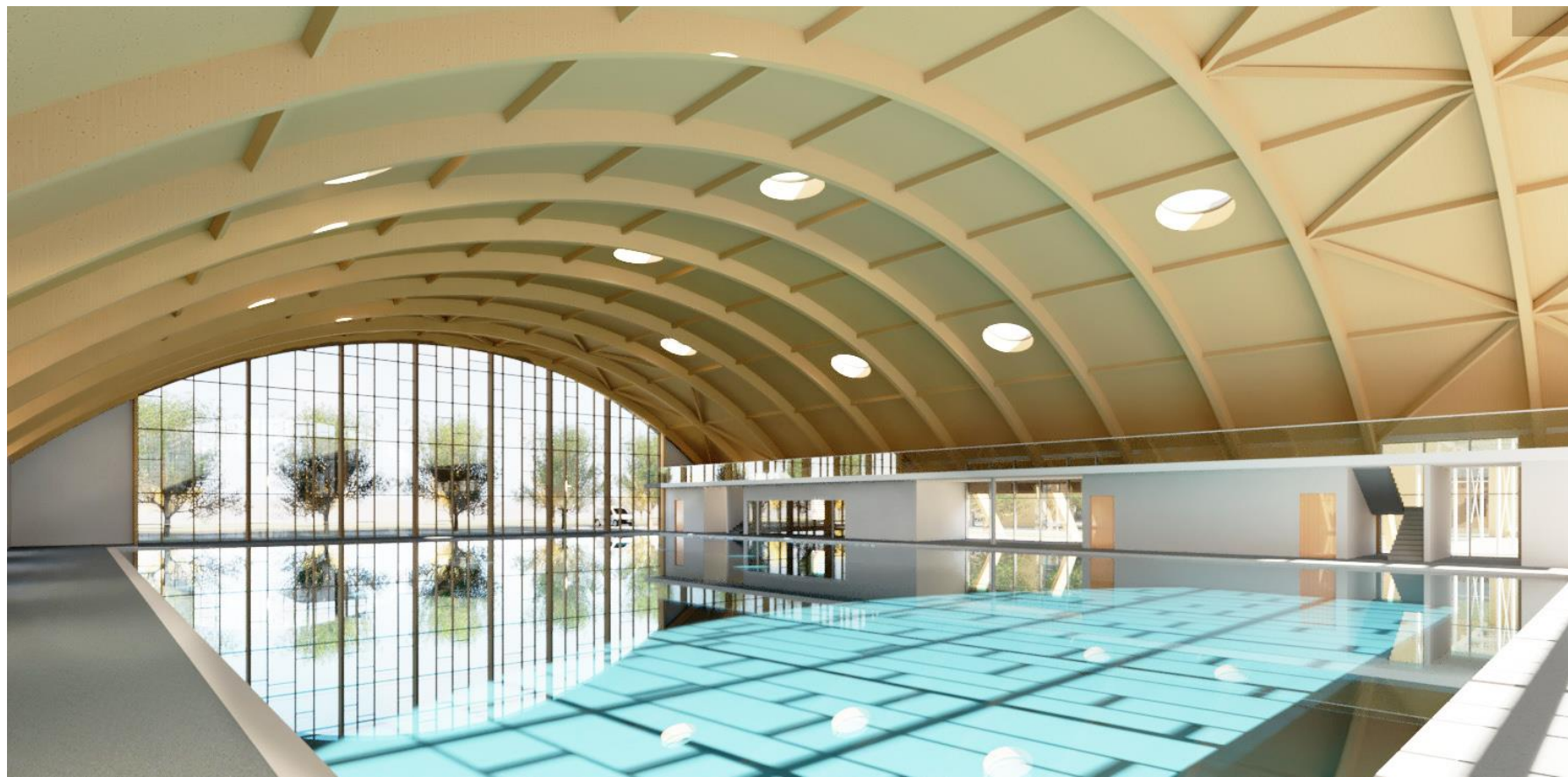
STATO ATTUALE

UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE



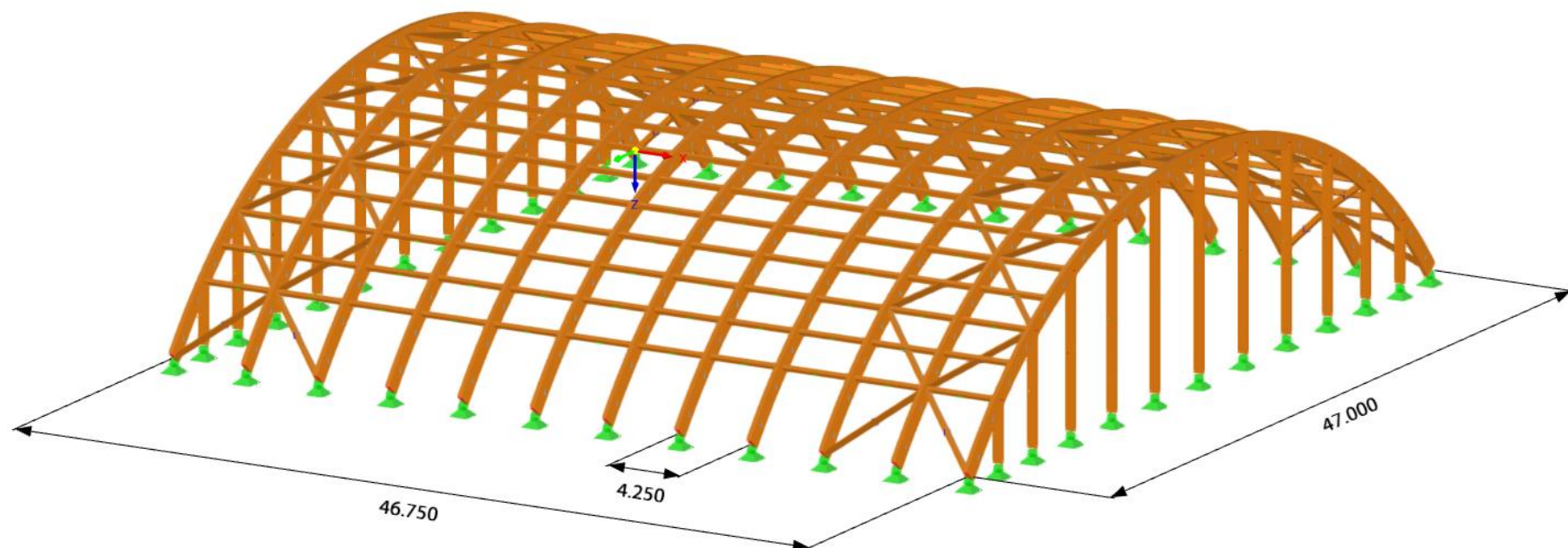
STATO ATTUALE

UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE



STATO ATTUALE

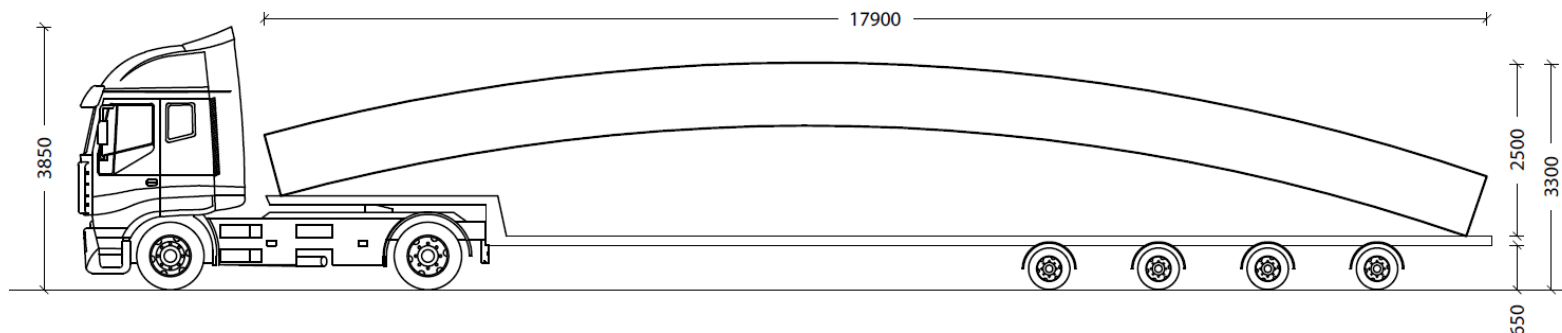
UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

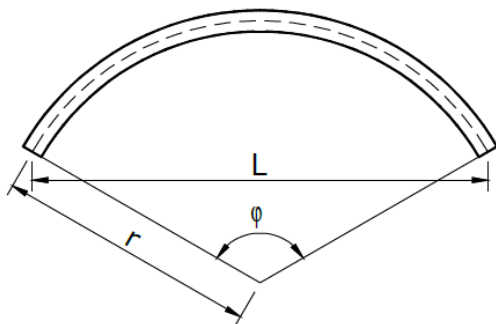
SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

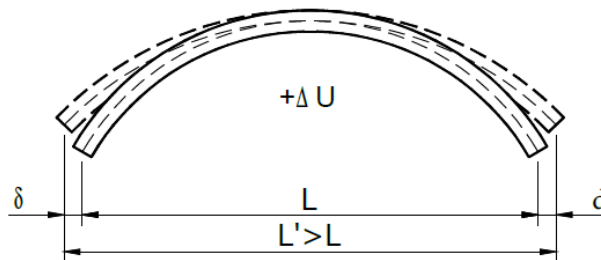
TRASPORTABILITÀ SU CAMION DEI CONCI DI ARCO



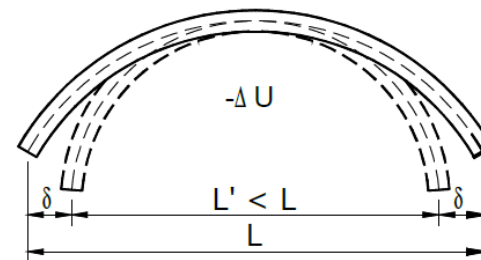
COMPORTAMENTO IGROSCOPICO DEL LEGNO



Elemento curvo iniziale
 $U_{L, \text{iniziale}}$



Distensione dell'elemento
 $U_{L, \text{finale}} > U_{L, \text{iniziale}}$



Ritiro dell'elemento
 $U_{L, \text{finale}} < U_{L, \text{iniziale}}$

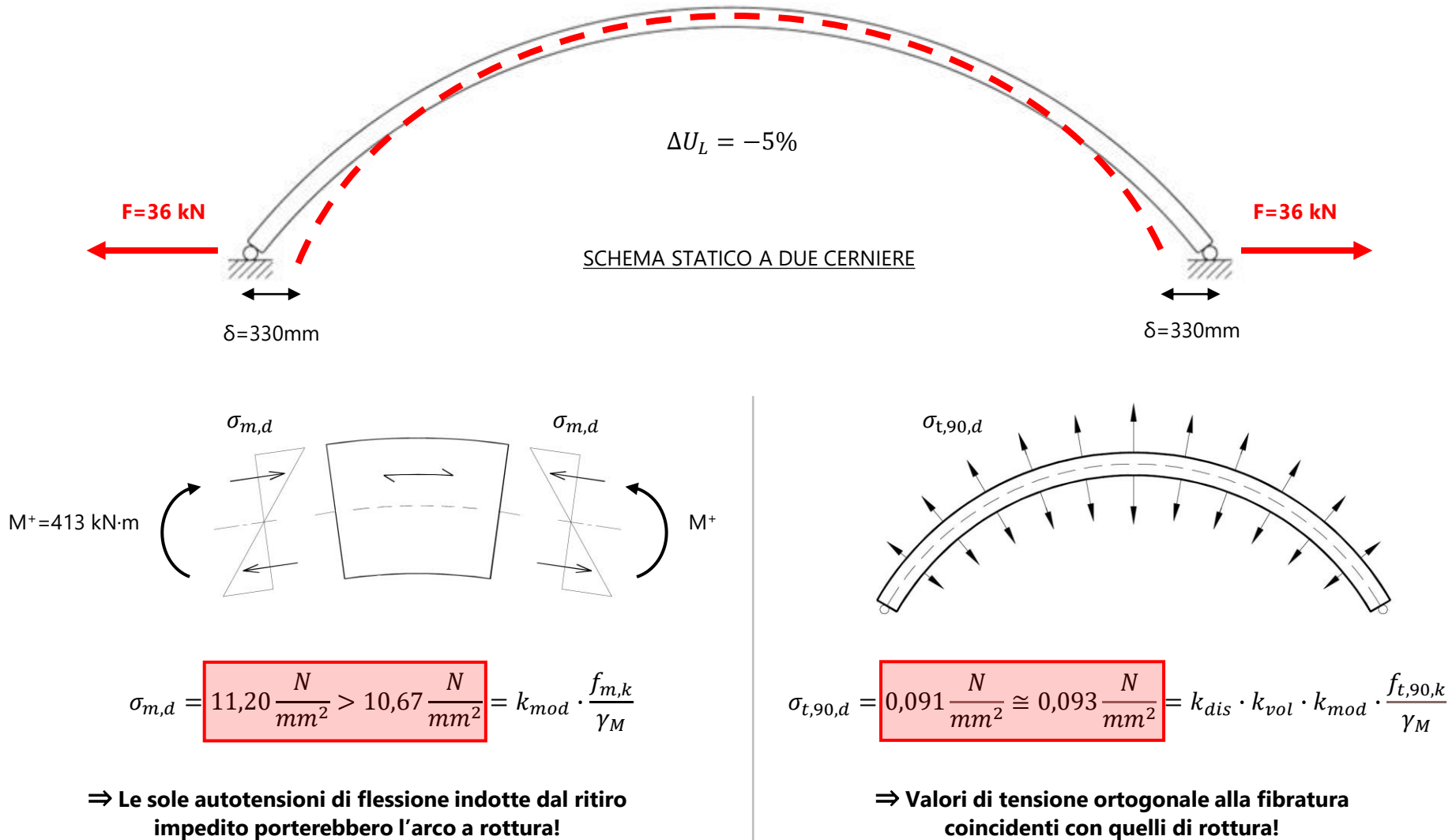
STATO ATTUALE

UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE



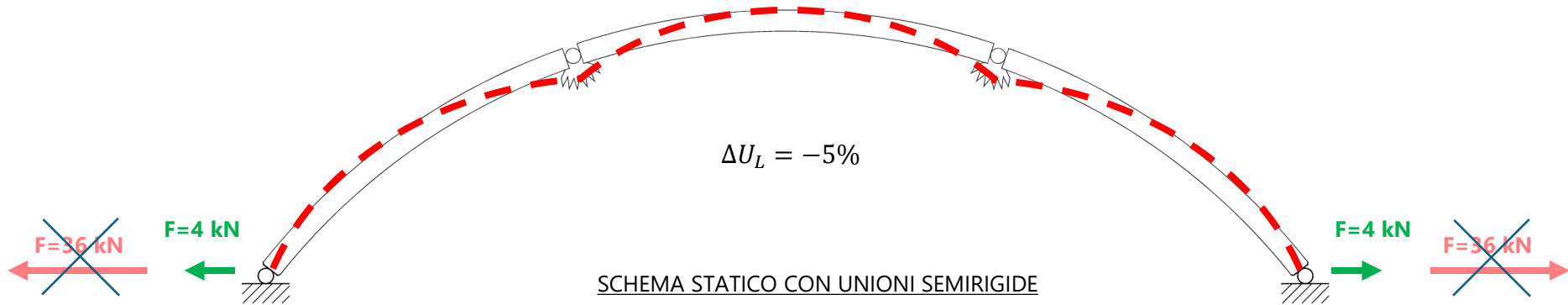
STATO ATTUALE

UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE



$M^+ = 127,7 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$\sigma_{m,d}$

$$\sigma_{m,d} = 3,46 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < 10,67 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M}$$

$\sigma_{t,90,d}$

$$\sigma_{t,90,d} = 0,028 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < 0,093 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = k_{dis} \cdot k_{vol} \cdot k_{mod} \cdot \frac{f_{t,90,k}}{\gamma_M}$$

⇒ Le tensioni di flessione e di trazione ortogonale alla fibratura risultano contenute e le verifiche sono ampiamente soddisfatte!

STATO ATTUALE

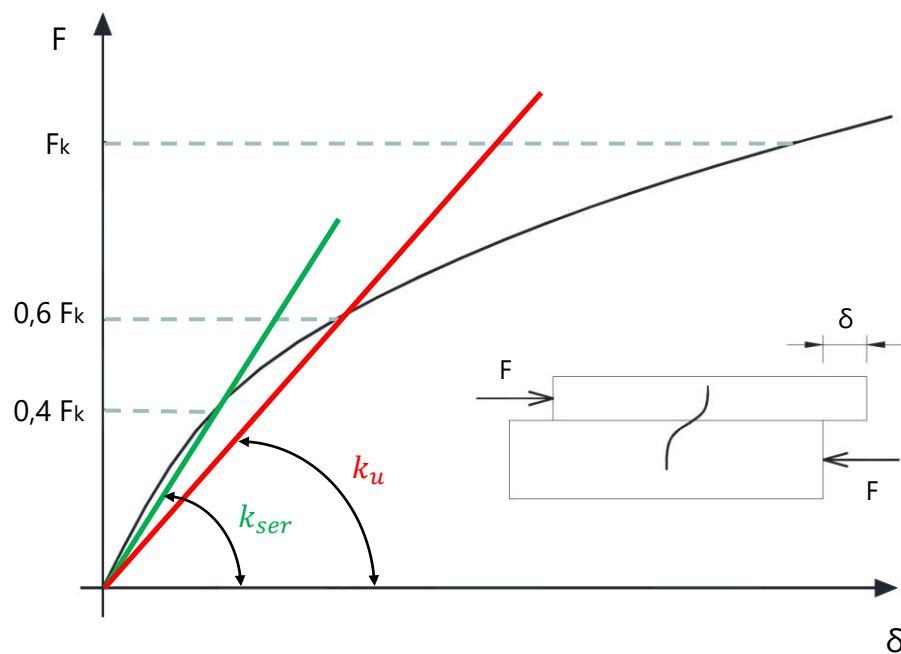
UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

DEFORMABILITÀ DELLE UNIONI MECCANICHE



Rigidezze secanti

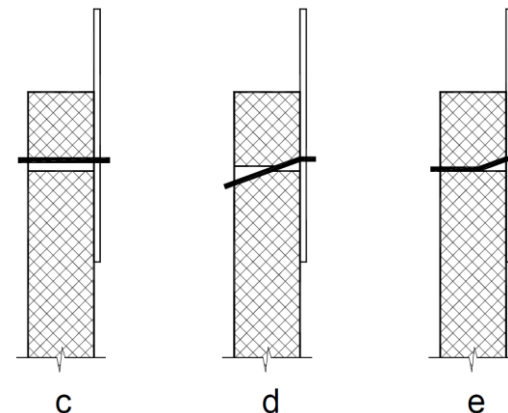
Stati limite di esercizio (SLE):

k_{ser}

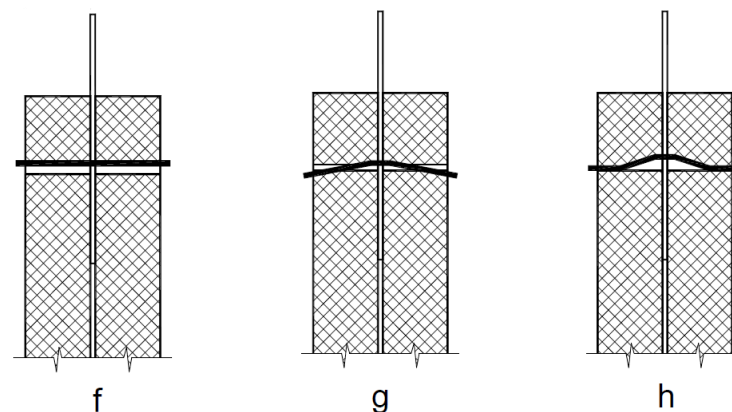
Stato limite ultimo (SLU):

k_u

MODI DI ROTTURA DELLE UNIONI MECCANICHE



UNIONI ACCIAIO-LEGNO



UNIONI LEGNO-ACCIAIO-LEGNO

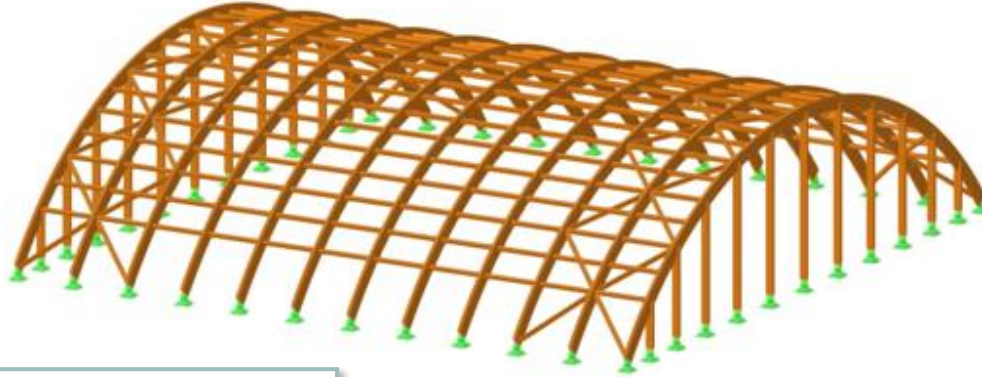
STATO ATTUALE

UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE



Modelli con deformabilità delle unioni ($t = 0$)

Modello n.	Stato limite	Moduli elastici	Rigidezze unioni
1	SLE	$E_m ; G_m$	$k_{ser,0} = 2 \cdot \rho_m^{1,5} \cdot \frac{d}{23}$
2	SLU	$E_m ; G_m$	$k_{u,0} = \frac{2}{3} \cdot k_{ser,0}$

Modelli con viscosità del legno e delle unioni ($t = \infty$)

Modello n.	Stato limite	Moduli elastici	Rigidezze unioni
3	SLE	$\frac{E_m}{1 + \psi_2 \cdot k_{def}} ; \frac{G_m}{1 + \psi_2 \cdot k_{def}}$	$k_{ser,\infty} = \frac{k_{ser,0}}{1 + 2 \cdot \psi_2 \cdot k_{def}}$
4	SLU	$\frac{E_m}{1 + \psi_2 \cdot k_{def}} ; \frac{G_m}{1 + \psi_2 \cdot k_{def}}$	$k_{ser,\infty} = \frac{k_{u,0}}{1 + 2 \cdot \psi_2 \cdot k_{def}}$

STATO ATTUALE

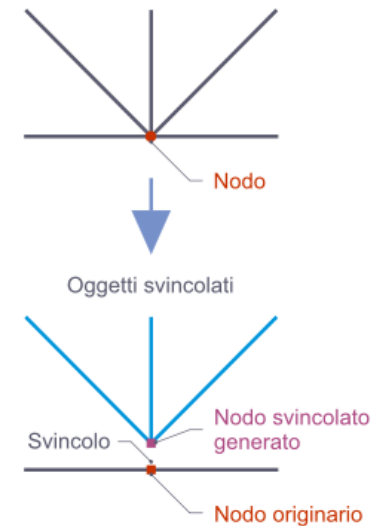
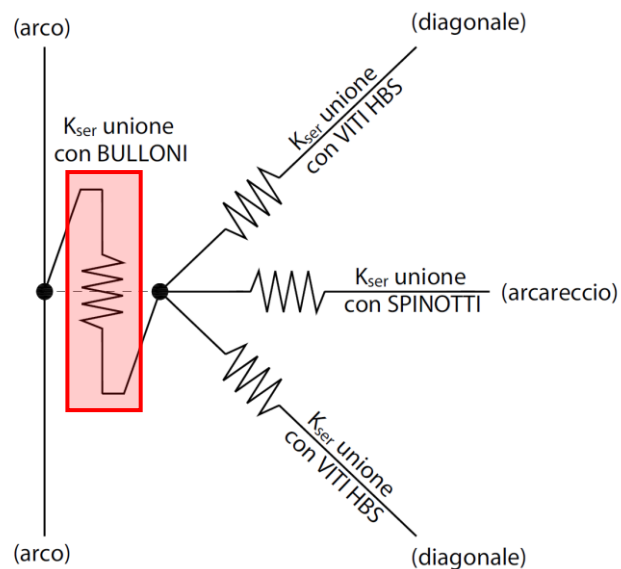
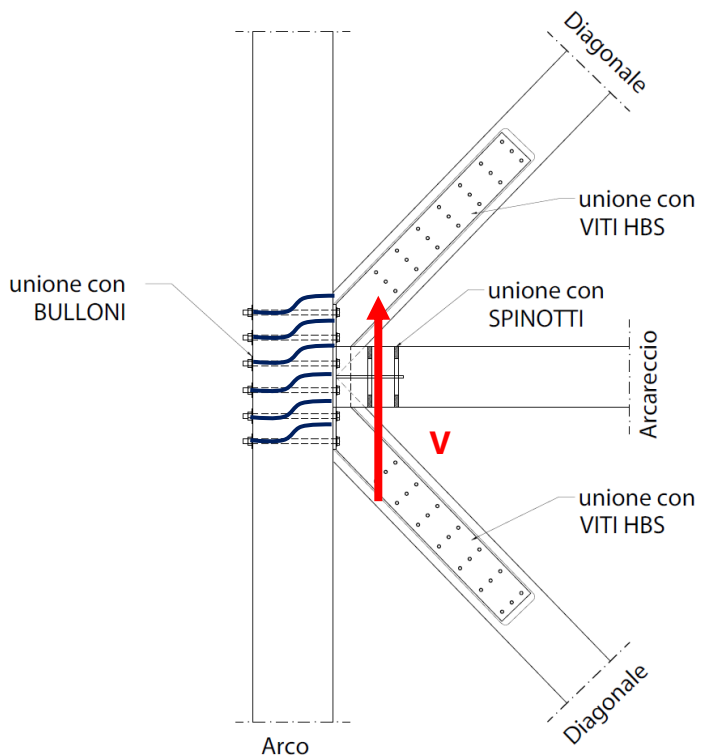
UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

UNIONE CONTROVENTO-ARCO



Sistema di coordinate

1 - Globale XYZ

Condizioni del tipo di svincolo

Traslazionale	Costante della molla	
<input type="checkbox"/> u_x	$C_{u,x}$	[kN/m]
<input checked="" type="checkbox"/> u_y	$C_{u,y}$	119756.00 [kN/m]
<input type="checkbox"/> u_z	$C_{u,z}$	[kN/m]
Rotazionale	Costante della molla	
<input type="checkbox"/> φ_x	$C_{\varphi,x}$	[kNm/rad]
<input checked="" type="checkbox"/> φ_y	$C_{\varphi,y}$	0.000 [kNm/rad]
<input checked="" type="checkbox"/> φ_z	$C_{\varphi,z}$	0.000 [kNm/rad]



STATO ATTUALE

UNITÀ AMBIENTALI

PROGETTO ARCHITETTONICO

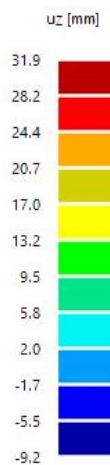
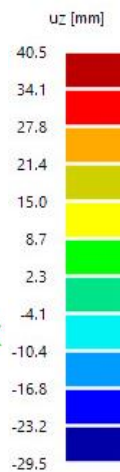
SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

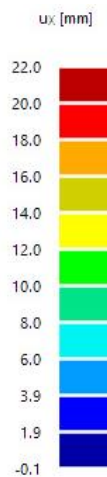
Verifiche di deformabilità (SLE)

$u_{z,ARCO} (t = 0)$

$u_{z,ARCO} (t = \infty)$



$u_{x,CONTROVENTO} (t = 0)$



STATO ATTUALE

UNITÀ AMBIENTALI

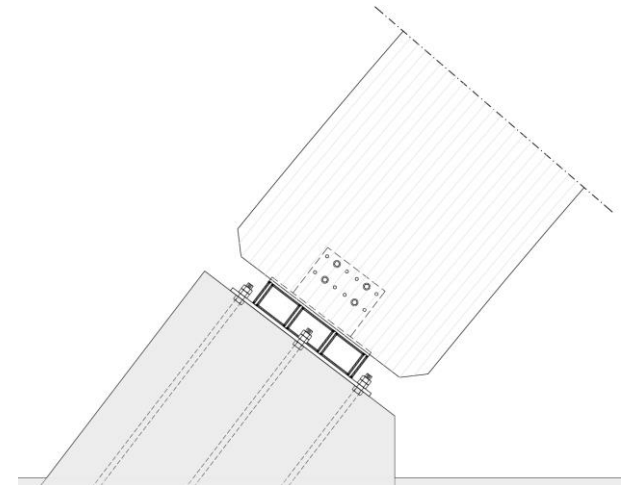
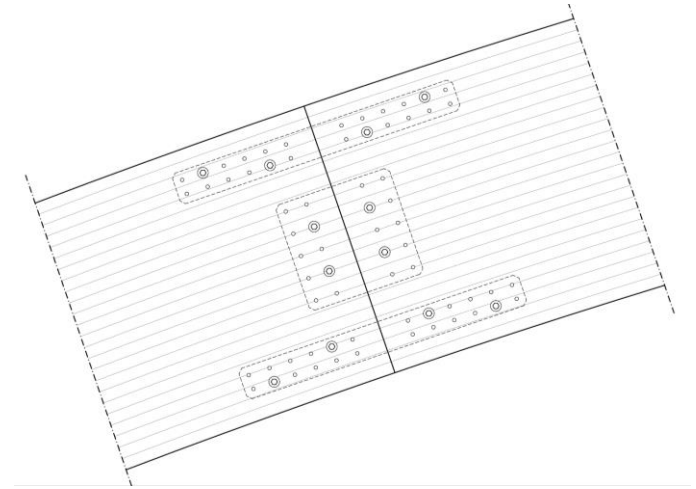
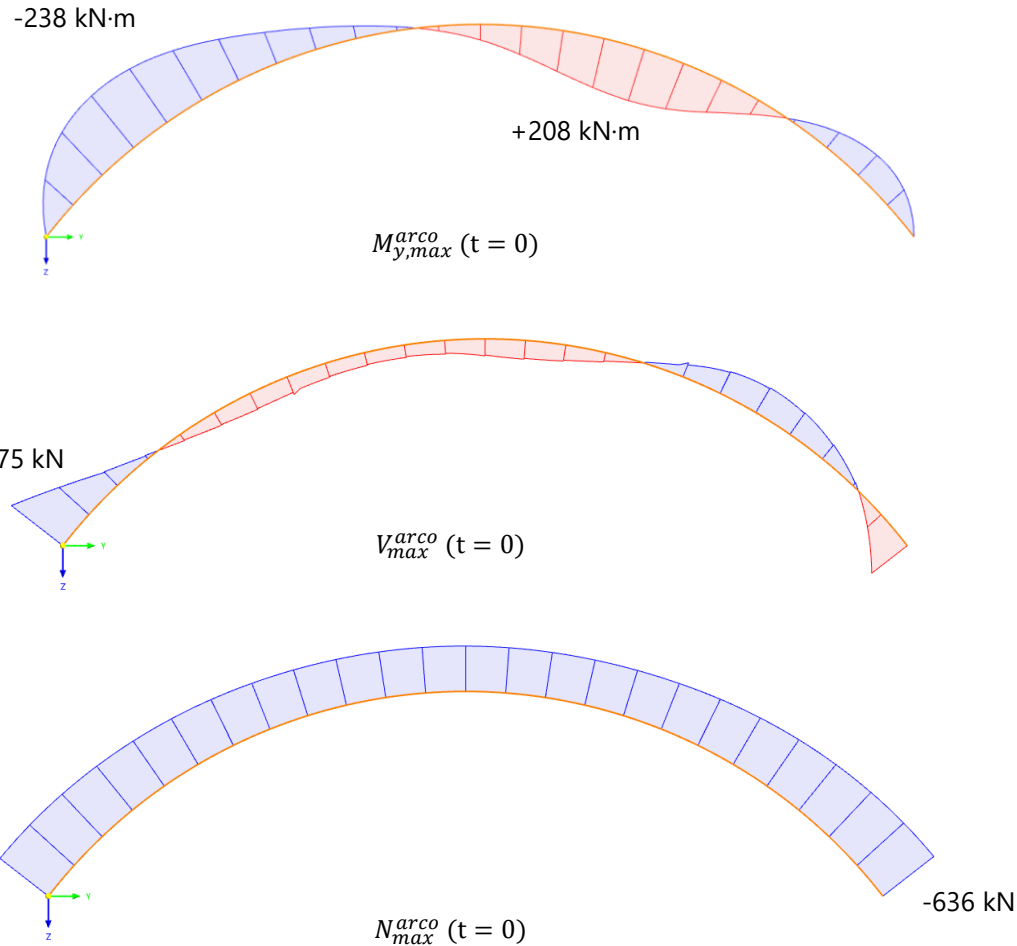
PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

Verifiche di resistenza e stabilità (SLU)

UNIONI DELL'ARCO



STATO ATTUALE

UNITÀ AMBIENTALI

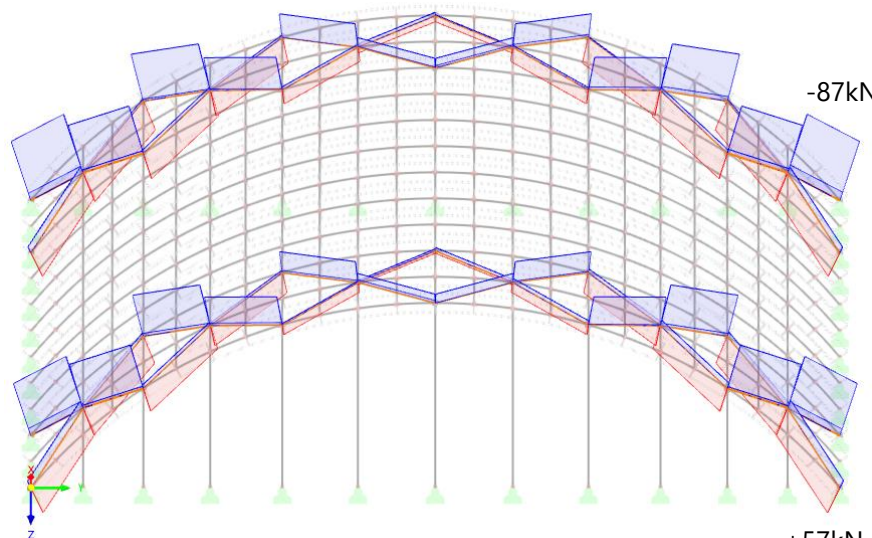
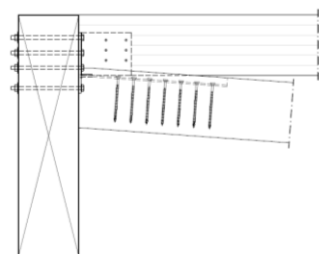
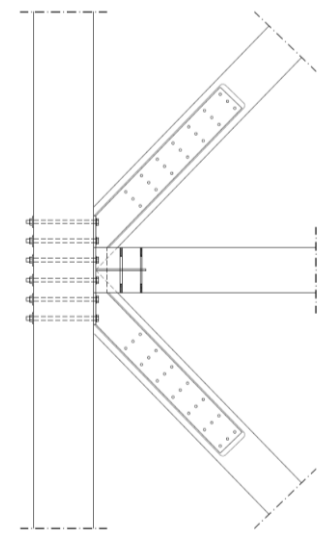
PROGETTO ARCHITETTONICO

SISTEMI TECNOLOGICI

PROGETTO STRUTTURALE

Verifiche di resistenza e stabilità (SLU)

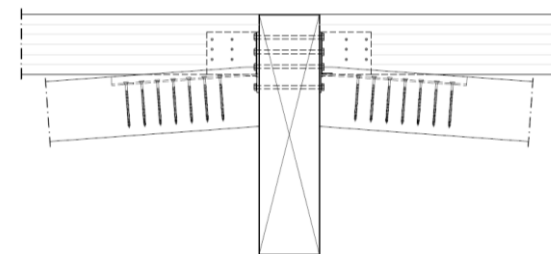
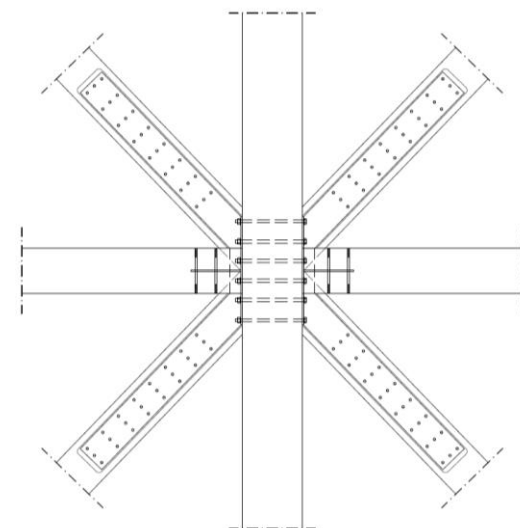
UNIONI DEL CONTROVENTO



$N_{max}^{controvento}$ (involuppo $t = 0$)

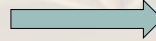
-87kN

+57kN



CONCLUSIONI

- **ANALISI DELLO STATO ATTUALE**



ESSENZIALE PER L' ORGANIZZAZIONE FUNZIONALE DEGLI SPAZI
E PER LE COMPATIBILITÀ AMBIENTALI FRA I LABORATORI.

- **PROGETTAZIONE ESECUTIVA INTEGRATA**



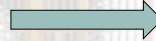
SISTEMI TECNOLOGICI A SECCO COMPATIBILI CON LA
PROGETTAZIONE DEI NUOVI LABORATORI

- **SISTEMI TECNOLOGICI COMPOSTI DA
MATERIALI RICICLABILI o BIODEGRADABILI**



BASSO IMPATTO AMBIENTALE

- **COPERTURA DI GRANDE LUCE IN LEGNO
LAMELLARE INCOLLATO**



SOLUZIONE IDEALE PER AVERE UNO SPAZIO
ARCHITETTONICO INTERNO COMPLETAMENTE LIBERO

Ing. Giacomo Fantacci



cell.:
347 9226823



mail:
giacomo.fantacci@gmail.com

