

***Relazione di progetto***

Il progetto per i nuovi laboratori di ricerca dell'Istituto Spallanzani nasce dall'idea di evolvere la concezione dei luoghi di ricerca in un luogo manifesto dove **trasformare gli spazi spesso rigidi della scienza in un giardino della conoscenza**: uno spazio permeabile, aperto, in dialogo con la città e con la natura.

L'accesso al complesso avviene attraverso un grande **giardino d'inverno**, cuore simbolico e funzionale dell'intero progetto. Questo spazio, coperto ma permeabile, funge da snodo distributivo per i **tre volumi indipendenti** che ospitano le funzioni laboratoriali. Il giardino d'inverno è pensato come **ambiente pubblico regolamentato**, che consente – pur nel rispetto delle esigenze di sicurezza – una **visione diretta degli spazi di ricerca**, promuovendo trasparenza, divulgazione e partecipazione civica. I laboratori diventano così **luogo vivo e aperto**, capace di comunicare il valore della ricerca al tessuto urbano.

Dal punto di vista architettonico, il progetto si fonda su alcuni principi cardine:

- **Flessibilità spaziale**, garantita da una **struttura portante perimetrale** che libera completamente la pianta, rendendo gli spazi interni adattabili nel tempo.
- **Risposta attiva al clima**: l'edificio si modella in funzione dell'orientamento, variando **aggetti e spessori** per ottimizzare l'apporto solare e il comfort interno. Le **linee orizzontali** della facciata si accentuano verso Sud per proteggere dall'irraggiamento diretto, mentre le **verticali** si infittiscono su Est e Ovest per schermare la luce radente.

La facciata è costituita da un sistema prefabbricato in **cemento e terracotta**, che integra **elementi inclinati in vetro e cemento massivo**. Questi elementi svolgono una doppia funzione: **filtrano la luce diretta** e generano una **massa termica significativa**, contribuendo al comportamento passivo dell'edificio e alla sua efficienza energetica.

Il **giardino d'inverno**, piantato in piena terra, è ventilato anche naturalmente e illuminato da luce zenitale grazie a **coperture a shed** e protetto a Sud da **frangisole verticali**. Questo spazio diventa **ambiente di attesa, incontro e condivisione**, sia per il personale che per i visitatori, riconfigurandosi come vero e proprio **elemento di mediazione tra scienza e società**.

I **tre corpi edilizi** che ospitano i laboratori sono **autonomi** per quanto riguarda **flussi, accessi e sistemi tecnici**, garantendo indipendenza operativa e sicurezza. Questa separazione funzionale consente anche una gestione modulare del complesso, in linea con le esigenze in continua evoluzione della ricerca scientifica.

In sintesi, il progetto si pone come **infrastruttura contemporanea della conoscenza**, capace di coniugare rigore tecnico e apertura culturale, **costruendo uno spazio dove ricerca, natura e società possano incontrarsi**.

**Compatibilità della proposta con il quadro delle attività programmate e degli obiettivi strategici**

L'articolazione funzionale degli spazi è stata studiata per consentire una distinzione funzionale tra i diversi flussi - utenti, mezzi e materiali - attraverso accessi differenziati, garantendo così un'elevata autonomia gestionale e logistica.

Gli ambienti interni dei moduli destinati ai laboratori sono progettati nella ricerca della flessibilità: grazie all'impiego di una facciata portante, è possibile disporre di una pianta libera che consente

nel tempo una riconfigurazione degli spazi in base alle esigenze operative e funzionali che possono evolvere.

Il complesso ricerca diversi livelli di relazione con il contesto circostante attraverso le proprie proporzioni, le articolazioni volumetriche e le cromie adottate. Tale integrazione è ulteriormente rafforzata dalla presenza di collegamenti orizzontali a livello interrato, che contribuiscono a garantire continuità e connessione funzionale tra i diversi corpi di fabbrica.

L'organizzazione funzionale di ciascuna macroarea dedicata alla ricerca è concepita per unità autonome, divise per corpi edilizi e per piani, tutte accessibili dalla *promenade* che si sviluppa attorno al giardino d'inverno, attraverso un filtro tecnico che assolve anche alla funzione di controllo accessi.

Ciascuna unità al suo interno è strutturata in **spazi di lavoro** altamente adattabili e configurabili, comprendenti **spazi di relazione e confronto** (sale meeting), e **spazi di condivisione sociale e relax** (sale ristoro), tutti serviti da percorsi di distribuzione commisurati alle diverse esigenze di sicurezza.

I laboratori sono generosi nelle metrature e sono suddivisi tramite partizioni tecniche modulari, che offrono la massima flessibilità per garantire le modifiche di layout richieste dall'uso. Tali partizioni sono costituite da pannelli sandwich autoportanti connessi tra loro mediante raccordi raggiati, rispondenti ai più alti standard dettati dalle norme GMP.

Esse si integrano perfettamente con le pareti in cartongesso o in c.a. dei vani tecnici, assicurando la continuità delle superfici, compresi i raccordi a pavimento tramite sgusce antibatteriche.

Per la suddivisione degli ambienti grande spazio sarà dato alle **superfici vetrate** che, oltre a garantire l'igienicità e la facilità di manutenzione, consentono la massima permeabilità della luce naturale, anche nei corridoi interni e, d'altro lato, offrono la sicurezza del monitoraggio visivo, fondamentale per attivare tempestivamente i soccorsi in caso di problematiche.

Riguardo la **sostenibilità**, i pavimenti e i rivestimenti interni delle porzioni opache saranno realizzati in materiale resiliente rispondente al punto 2.5.10.2 dei CAM vigenti, con un contenuto cumulato di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti di almeno il 20% sul peso del prodotto, certificato da **EPD redatto secondo la norma UNI EN ISO 14025**. Tutte le finiture sono inoltre disassemblabili e completamente riciclabili (punto 2.4.14 dei CAM) e garantiscono inoltre il rispetto dei limiti di emissione dei composti organici volatili di cui al punto 2.5.1 dei Criteri Ambientali Minimi (DM 23 giugno 2022).

### **Materiali innovativi, basso impatto manutentivo, ecosostenibili, resistenti, durevoli**

La scelta dei materiali impiegati nell'atrio vetrato – concepito come giardino d'inverno ad alta efficienza energetica – è stata guidata da criteri di durabilità, ridotta necessità manutentiva, compatibilità ambientale e robustezza meccanica,.

**Le pavimentazioni interne** della corte saranno realizzate con lastre in travertino, materiale ad alta inerzia termica, capace di accumulare il raffrescamento radiativo notturno e restituire freschezza durante le ore diurne, contribuendo alla stabilizzazione del microclima interno.

Per le superfici verticali, si impiegheranno **vetrocamere stratificate basso-emissive con coating selettivo posizionato sul lato interno** al fine di garantire:

- elevata emissività verso l'esterno notturno ( $\epsilon > 0,85$ ), agevolando il raffrescamento radiativo;
- fattore solare g<sub>tot</sub>  $\leq 0,35$ , per ridurre i carichi termici estivi per trasmissione;
- trasmittanza termica  $U \leq 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ , per minimizzare le perdite termiche invernali.

Il telaio delle facciate vetrate sarà realizzato in alluminio a taglio termico con poliammide rinforzato, classe RC2 o superiore, con finitura anodizzata o verniciata a polveri termoindurenti, garantendo

resistenza agli agenti atmosferici e assenza di manutenzione programmata per almeno 25 anni. I giunti tra i profili saranno sigillati con guarnizioni in EPDM resistenti all'ozono e ai raggi UV.

Le **schermature verticali fisse** sulla facciata della corte, oltre a contribuire alla selezione della radiazione solare, fungeranno anche da elemento architettonico espressivo: il sistema adottato si basa infatti su una rete di cavi d'acciaio inox a cui è ancorato un mosaico di terracotta, che consente di creare motivi diversi variando le percentuali di foratura, resistente al vento e all'irraggiamento.

Tutti i materiali previsti sono riciclabili, con la possibilità di garantire un contenuto di materia prima riciclata superiore al 70% in peso dei componenti delle schermature e al 20% per il vetro, come richiesto dai CAM – DM 23 giugno 2022.

L'adozione di sistemi a secco e materiali modulari consente inoltre un'elevata manutenibilità e facilità di sostituzione puntuale, nel rispetto dei principi di amovibilità e reversibilità previsti dal DIP edifici pubblici in ambito sanitario e scientifico.

Infine, tutte le finiture interne saranno scelte tra materiali conformi al protocollo CAM Edilizia (DM 23 giugno 2022), a basse emissioni di VOC e con certificazione ambientale di prodotto EPD, contribuendo sia alla salubrità dell'ambiente interno, sia all'accreditamento della struttura come edificio sostenibile secondo standard nazionali e internazionali (es. LEED o ITACA).

Nei **laboratori** del polo ricerca, la progettazione dell'involucro ha previsto materiali a lunga durabilità, alte prestazioni termo-acustiche e ridotto impatto ambientale lungo l'intero ciclo di vita. L'involucro opaco, che è in proporzione maggiore rispetto alle componenti trasparenti, è realizzato con pacchetti massivi, rivestiti da strati di coibente continuo in materiale **riciclato e riciclabile**, che evitano la formazione di ponti termici.

I **vetri selettivi basso-emissivi**, installati sulle facciate dei laboratori Est, Sud e Ovest, offrono protezione solare passiva, mantenendo elevata la trasparenza ottica ( $\tau_v \geq 60\%$ ) e limitando l'apporto energetico solare ( $g \leq 0,35$ ). Queste soluzioni, oltre a garantire efficienza e durabilità, rispondono alle esigenze di ambienti tecnici ad alto carico interno come i laboratori, assicurando performance stabili nel tempo e minimizzando gli interventi di manutenzione.

### **Soluzioni tecnologiche innovative**

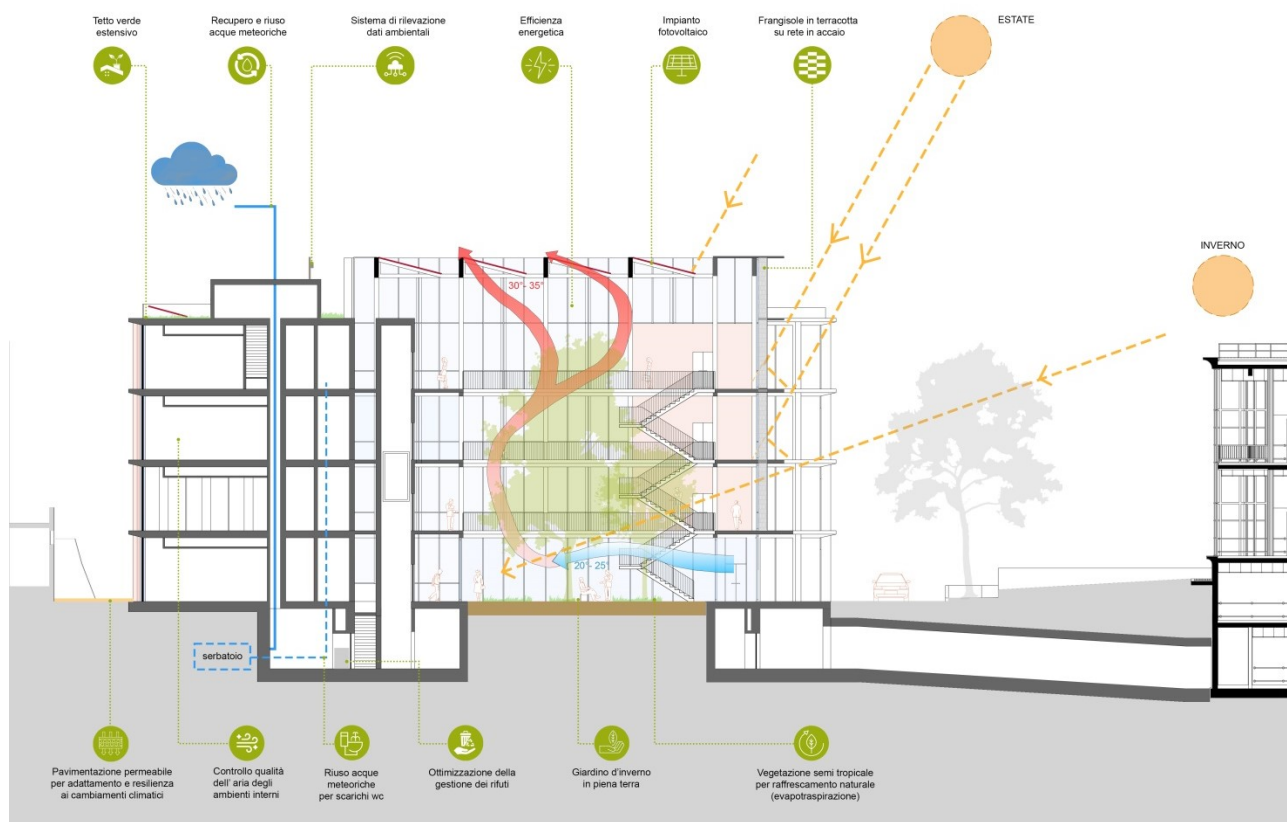
L'integrazione di ventilazione naturale controllata, raffrescamento radiativo notturno, e involucro trasparente ad alte prestazioni della corte, consente una riduzione significativa dei carichi termici estivi per ventilazione e trasmissione.

La ventilazione passiva si articola secondo un principio di **moto convettivo verticale e orizzontale**, sfruttando la differenza di pressione e temperatura tra base e sommità dell'atrio. Le aperture contrapposte alla base, poste sui lati Nord e Sud dell'atrio, permettono l'ingresso di aria esterna relativamente più fresca nelle ore notturne e nelle prime ore del mattino. La fuoriuscita dell'aria calda è favorita dall'apertura della facciata a Nord dei lucernari a shed in copertura, inclinati a 25°, dotati di sistemi motorizzati per l'apertura automatica sulla base dei valori di temperatura, CO<sub>2</sub> e umidità rilevati da una rete di sensori ambientali.

La logica di controllo integrata nel **BMS** consente la gestione predittiva dell'apertura dei serramenti che, coadiuvata dai sistemi di schermatura solare, consentono una drastica riduzione dei carichi termici, migliorando al contempo il comfort percepito.

Il sistema BMS è infatti integrato da dispositivi collocati sia all'interno che all'esterno dell'edificio per il monitoraggio dei dati ambientali: in particolare una stazione meteorologica posizionata sulla copertura rileverà i principali gas inquinanti e i gas serra, la temperatura, l'umidità relativa, il rumore ambientale, la pressione atmosferica e il rilevamento del particolato. I dispositivi interni

comunicano in modalità wi-fi alla rete locale il monitoraggio ad alta precisione dei gas inquinanti presenti negli ambienti, quali CO<sub>2</sub>, VOC, CO, NO<sub>2</sub>, ed altri eventualmente programmabili in base ad esigenze specifiche, oltre ai dati ambientali di temperatura, umidità relativa, pressione atmosferica.



Lo studio tecnico dell'ombreggiamento, tramite software, ha portato a definire la tipologia degli **aggetti orizzontali fissi**, con profondità di circa 1,5 m, dimensionati mediante simulazioni solari stagionali per interrompere l'incidenza diretta dei raggi solari nel periodo estivo (azimut solare > 70°), evitando l'irraggiamento diretto sulla vetrata. Allo stesso tempo, durante i mesi invernali, con il sole a 27° sull'orizzonte, i raggi penetrano in profondità nella corte, contribuendo al riscaldamento passivo, filtrati dalle schermature verticali fisse.

Nei corpi edilizi dei laboratori, l'elevata percentuale di involucro opaco ad alta inerzia termica permette di assorbire e ritardare il flusso termico estivo alle latitudini di Roma, riducendo il carico sensibile sugli impianti. Questo comportamento è stato integrato con un sistema di climatizzazione VAV ad alta efficienza, modulato in funzione delle effettive esigenze termiche e alimentato da fonti rinnovabili in copertura.

L'involucro trasparente dei laboratori, contenuto e razionalmente orientato, è protetto mediante vetri selettivi e aggetti orizzontali fissi che evitano il surriscaldamento estivo, sfruttando i guadagni solari invernali.

Le soluzioni costruttive adottate consentono una riduzione dei costi di gestione, grazie alla sinergia tra involucro ad alte prestazioni, impianti flessibili e materiali a bassa manutenzione, in piena coerenza con gli obiettivi ambientali del progetto.

Inoltre le attrezzature impiantistiche saranno dotate di sensori il cui compito è raccogliere dati sui vari parametri operativi consentendo la **manutenzione predittiva**, cioè la previsione del probabile guasto del singolo componente installato, attraverso l'analisi e l'elaborazione dei dati raccolti con algoritmi e tecniche di *machine learning* gestite da sistemi di AI.

**\_Strutture** Il nuovo Polo di Ricerca si configura come una struttura strategica con livelli di prestazioni elevati, sono quindi da prevedersi livelli di sicurezza sismica coerenti con la classe d'uso IV e una vita nominale pari a 100 anni. Tali requisiti comportano una PGA a SLC pari a 0,183 ag/g, pertanto nella progettazione sono stati adottati sistemi strutturali e tecnologie di protezione sismica in grado di mitigare la vulnerabilità strutturale e preservare dal danno anche le attrezzature contenute nei laboratori.

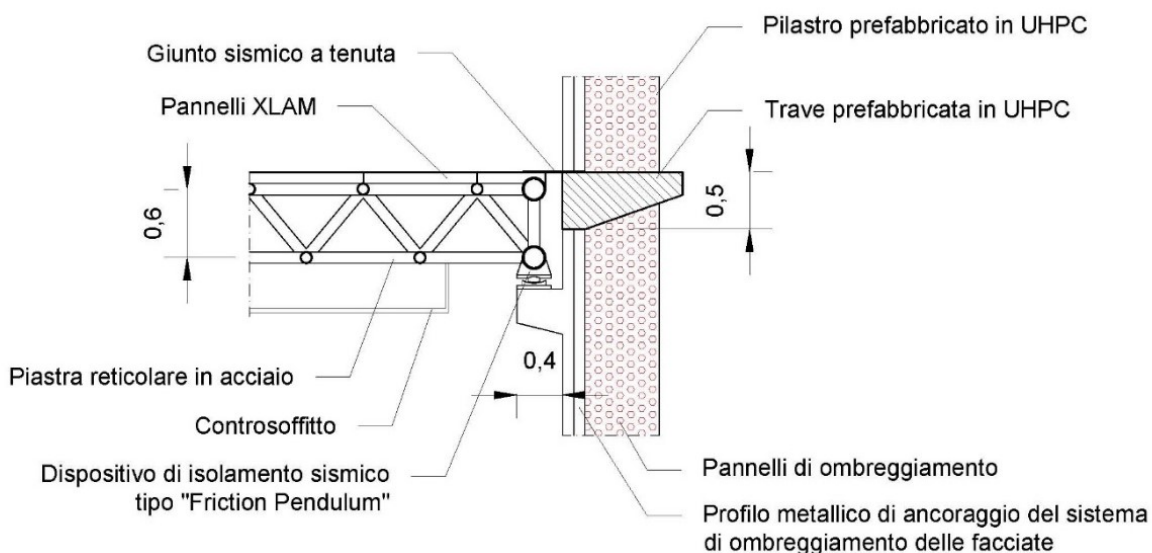
Per i tre fabbricati destinati a laboratori la soluzione strutturale prevede l'impiego di una piastra reticolare in acciaio con appoggi su dispositivi di isolamento del tipo "*friction pendulum*" con il duplice obiettivo di:

- Liberare completamente le aree interne, offrendo la massima flessibilità nell'articolazione degli spazi interni;
- Garantire l'integrità della strumentazione e la fruizione degli spazi anche a seguito di azioni sismiche di intensità medio bassa (SLD), ovvero in condizioni che spesso sono causa di danneggiamento più o meno severo delle strutture convenzionali a base fissa.

Pilastri e travi sono prefabbricate in calcestruzzo ad alte prestazioni (UHPC). Tale tecnologia offre, tra le altre cose:

- Un limitato impatto ambientale, grazie alla costruzione off-site e alla ridotta manutenzione, con una stima della riduzione nelle emissioni di CO<sub>2</sub> su un ciclo di vita lungo fino al 40%;
- Durata di progetto stimata: 100-120 anni rispetto ai canonici 50 anni delle strutture convenzionali in c.a.;
- Riduzione dell'impatto urbano e dei tempi di cantiere (20–40% in meno), con minori disagi per il complesso ospedaliero in termini di traffico, rumore, polveri e rifiuti di cantiere (fino al 90% in meno);
- Aumento della qualità esecutiva, grazie a lavorazioni industrializzate e controllate, con migliori performance estetiche e prestazionali;
- Migliori condizioni di sicurezza per i lavoratori;
- Durabilità nettamente superiore, con interventi di manutenzione sostanzialmente di tipo ordinario programmabili ad intervalli medio-lunghi;
- Riduzione dei volumi grazie alle alte prestazioni, che si traduce in un minor tasso di lavoro delle componenti strutturali comprese le fondazioni;
- Smontaggio delle componenti e demolizioni ridotte a fine ciclo vita.

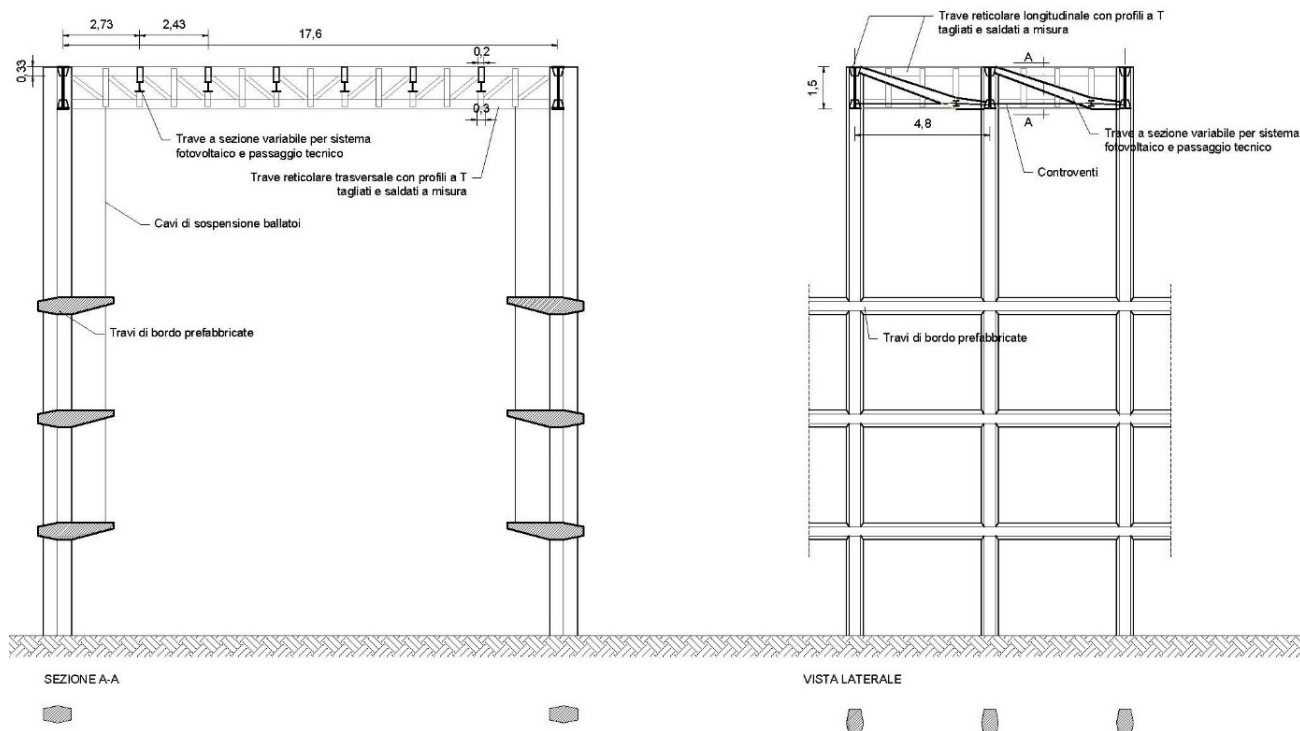
Nell'immagine seguente è rappresentato un dettaglio tipologico della soluzione di appoggio della piastra in corrispondenza del perimetro dei fabbricati in UHPC.



Per la corte centrale si è optato per una soluzione ibrida costituita da pilastri e travi prefabbricate di collegamento in direzione longitudinale in UHPC, mentre per gli elementi di copertura è previsto l'uso di capriate in carpenteria metallica di tipo Mohniè e Vierendeel, rispettivamente in direzione trasversale e longitudinale.

Il collegamento tra le capriate tipo Mohniè è realizzato con una trave inclinata a sezione variabile che costituisce anche il piano di appoggio del sistema fotovoltaico e il passaggio tecnico per le ispezioni e la pulizia delle superfici vetrate.

La copertura è poi irrigidita in direzione trasversale con un sistema di puntoni e tiranti. L'immagine seguente riporta a sinistra una sezione trasversale e a destra uno stralcio della vista laterale della corte.



## **Riqualificazione in chiave green dell'area destinata al polo ricerca**

L'integrazione del verde all'interno dell'edificio si realizza con un giardino d'inverno, connotato come atrio alberato a tutta altezza, attorno al quale sono distribuite tutte le attività. Attraverso la vegetazione, il giardino-atrio contribuisce a migliorare il comfort e il microclima interno, e nel contempo rafforza il dialogo tra natura e architettura garantendo il benessere degli utenti, in linea con i principi di sostenibilità ambientale.

La soluzione progettuale del giardino d'inverno assume un ruolo attivo nella strategia energetica dell'intero complesso: la corte vetrata funge da buffer climatico, agendo come intercapedine termica che migliora l'efficienza dell'involucro degli spazi connettivi di collegamento ai laboratori.

Il giardino d'inverno contribuisce inoltre al miglioramento della resilienza climatica dell'edificio, **riducendo la dipendenza da fonti energetiche esterne** durante i picchi estivi e garantendo apporti solari gratuiti nelle stagioni intermedie e invernali, grazie all'orientamento sud e alla presenza delle schermature verticali fisse traforate che, in inverno, permettono l'ingresso della radiazione solare a bassa incidenza, contribuendo al riscaldamento passivo. Il progetto integra la **vegetazione interna** alla corte con specie selezionate a basso fabbisogno idrico, contribuendo a mitigare la temperatura e l'umidità interna e a migliorare il benessere psicofisico degli utenti.

**Efficienza energetica** Gli edifici efficienti dal punto di vista energetico risparmiano denaro, conservando risorse energetiche non rinnovabili e riducendo le emissioni atmosferiche di inquinanti e gas serra. I sistemi di riscaldamento, ventilazione e aria condizionata (HVAC) utilizzano apparecchiature ad alta efficienza; sono "dimensionati correttamente" per le richieste stimate della struttura; e includono controlli che ottimizzano le prestazioni del sistema.

La progettazione ha operato in maniera da massimizzare i rendimenti di produzione dei fluidi termovettori, i rendimenti di distribuzione, regolazione e di emissione delle utenze termiche.

Il sistema di illuminazione del Polo di ricerca utilizza prodotti ad alta efficienza; ottimizza il numero di apparecchi di illuminazione in ogni ambiente; incorpora dispositivi di controllo che garantiscono le massime prestazioni del sistema; e integra con successo strategie di illuminazione artificiale e di luce naturale. Per ridurre al minimo l'uso dei sistemi HVAC, l'involucro dell'edificio integra e ottimizza i tamponamenti opachi; i pavimenti; le coperture con tetto verde estensivo; gli infissi ad alte prestazioni; i livelli di isolamento; le facciate continue vetrate; i sistemi schermanti; la massa termica; la tenuta all'aria.

**Energia da fonti rinnovabili** Il progetto ha misurato la produzione di energia rinnovabile annua stimata in rapporto alle dimensioni dell'impianto fotovoltaico installabile sulle superfici di copertura idonee ad ospitare tale impianto.

È stata valutata la quantità di pannelli installabili, l'orientamento e l'inclinazione degli stessi (tilt e azimuth), la radiazione solare e l'ombreggiamento, da cui deriva la producibilità annua considerando l'installazione di un tipo di modulo FV avente potenza pari a 450 Wp ed efficienza 22,2. Sui tre corpi dei laboratori i moduli sono disposti a pavimento (tetto verde estensivo) tramite idonei supporti metallici aventi inclinazione pari a circa 5°, comunque contenuta entro l'altezza del parapetto. Sul volume dell'atrio a tutta altezza che ospita il giardino d'inverno, i pannelli sono invece integrati sulla copertura a shed che lo caratterizza, con inclinazione pari a 14°. La potenza stimata dai 284 pannelli installabili complessivamente sulle coperture è pari a 128 kW, superiore al minimo richiesto dalla norma, comprensivo dell'incremento del 10% per edifici pubblici (allegato III del D.Lgs 199/2021), da cui deriva una producibilità annua stimata pari a circa 169.500 kWh.

**Economia circolare** Facilitare il futuro uso circolare di elementi, componenti e parti dell'edificio, con particolare attenzione alla minor produzione di rifiuti e al potenziale riutilizzo o riciclo di alta qualità dei principali elementi dell'edificio a seguito della sua decostruzione è l'obiettivo guida del progetto.

Il Polo della Ricerca incorpora materiali da costruzione che sono stati riciclati o prodotti in modo da conservare le materie prime nella misura massima possibile. Tali materiali possono essere fabbricati con risorse naturali rinnovabili o con contenuto riciclato, sono durevoli e possono essere a loro volta riciclati o riutilizzati. Infatti l'edificio è progettato e dovrà essere costruito in modo da ridurre i rifiuti ed evitare che i materiali riutilizzabili o riciclabili finiscano in discarica.

La soluzione proposta garantisce l'assolvimento del principio zero rifiuti, riuso e riciclo dei materiali, in considerazione dell'adattabilità degli spazi nel tempo, e quindi la loro flessibilità e la facilità di modifica della loro configurazione, in rapporto alle possibili evoluzioni in termini di esigenze funzionali, per quanto sino ad oggi prevedibili.

**Utilizzo efficiente delle risorse idriche** Il Polo della Ricerca è progettato per usare l'acqua in modo efficiente, limitando i rischi di esaurimento delle falde acquifere e dei sistemi fluviali, risparmiando denaro e riducendo al minimo l'uso di sistemi di trattamento delle acque reflue. Esso usa la minor quantità possibile di acqua esterna per soddisfare le sue esigenze, controlla e riduce il deflusso idrico dal suo sito e consuma acqua dolce nel modo più efficiente possibile.

Il risparmio idrico è stato stimato prevedendo l'installazione nell'edificio sia dei sistemi di recupero e riuso delle acque meteoriche previsto dal punto 2.3.5.1 dei CAM, sia quelli per il risparmio idrico



previsti punto 2.3.9 del medesimo decreto. Per quest'ultimo punto sono adottati sistemi di riduzione di flusso e controllo di portata e della temperatura dell'acqua. In particolare, tramite l'utilizzo di rubinetteria temporizzata ed elettronica a basso consumo d'acqua, con interruzione del flusso per lavabi dei bagni e delle docce, e l'impiego di apparecchi sanitari con cassette a doppio scarico aventi scarico completo di massimo 6 litri e scarico ridotto di massimo 3 litri di acque meteoriche recuperate tramite impianto dedicato.

**Adattamento e resilienza ai cambiamenti climatici** Il progetto promuove la resilienza ai cambiamenti climatici prendendo in considerazione la capacità di adattamento dell'edificio agli eventi meteorologici estremi. In particolare per le aree esterne è stato previsto il trattamento delle superfici di progetto con pavimentazioni permeabili e, dove possibile, come suolo naturale. Inoltre la mitigazione dell'effetto isola di calore urbano è garantita dal trattamento a tetto verde estensivo delle superfici complessive di copertura esposte a irraggiamento diretto.

### **Sicurezza e comfort degli operatori**

La corte vetrata funge da volano microclimatico passivo: pavimentazioni ad alta inerzia e raffreddamento radiativo passivo, attenuano le escursioni termiche giornaliere, migliorando il comfort percepito senza consumi energetici attivi. L'**illuminazione naturale** risulta **diffusa** e priva di abbagliamenti, ottimizzata per questo ambiente di transizione. Il **comfort acustico** è potenziato da vetri performanti ( $R_w \geq 40$  dB), grazie all'uso di PVB fonoassorbente e asimmetria delle lastre dell'infisso. Inoltre la presenza della vegetazione smorza il riverbero, migliorando l'intelligibilità del parlato e la qualità sonora.

Nei laboratori di ricerca, ambienti ad alta specializzazione, il comfort termoigrometrico è garantito dal rapporto sinergico tra le elevate prestazioni termiche (inverno) e di inerzia termica (estate) dell'involucro opaco, vetri selettivi basso-emissivi e impianti a regolazione puntuale. Gli infissi in genere, e nello specifico nei laboratori, garantiranno tenuta all'aria e all'acqua attraverso guarnizioni multiple in EPDM e un sistema di posa a regola d'arte. Disaccoppiamenti strutturali e vetratura stratificata acustica con strato fonoassorbente e vetri di spessore asimmetrico, garantiranno un ambiente di lavoro protetto da rumori esterni.

L'orientamento dei pannelli opachi dell'involucro, variabile in funzione dell'esposizione, evita abbagliamento dalla luce diretta e consente di avere una luce diffusa per gli spazi di lavoro. L'illuminazione artificiale LED a temperatura colore controllata assicura uniformità e ridotto affaticamento visivo.

La **qualità dell'aria**, monitorata in continuo dalle centraline interne, è assicurata da sistemi di ventilazione meccanica controllata con filtrazione ad alte prestazioni.





## Utilizzo di tecnologie innovative applicabili alle attività di ingegneria Ospedaliera, di gestione delle apparecchiature e degli impianti

Le configurazioni impiantistiche previste in progetto sono naturalmente dettate dalle esigenze funzionali dei volumi serviti e dagli stringenti requisiti normativi richiesti in relazione alla tipologia di attività svolta, al grado di affollamento, alla qualità degli ambienti indoor, al conseguimento dei requisiti prestazionali energetici.

Per gli impianti di climatizzazione, le soluzioni sono indirizzate a sistemi a media/bassa temperatura con produzione di fluidi termovettori demandati a pompe di calore di ultima generazione ad alto rendimento.

Analogamente il sistema di distribuzione sarà del tipo a portata variabile per incrementare il rendimento energetico di questa componente. Le utenze termiche interne ai tre corpi dell'edificio saranno distinte per attività, con la predominanza di sistemi ad aria che consentono il rispetto dei requisiti normativi e funzionali in ambienti soggetti a variazioni dell'affollamento (sala conferenze/polifunzionale) o a produzione di fattori endogeni inquinanti (laboratori), garantendo al contempo l'abbattimento dei carichi termici.

Tutte le unità di centrale e le utenze terminali saranno inserite in un contesto di regolazione automatica centralizzata che permette il puntuale controllo dei parametri termoigrometrici ambientali, programmabile attraverso una supervisione integrata delle dotazioni impiantistiche generali (rivelazione fumi, sicurezza, controllo accessi ecc.) e remotizzabile (telegestione). In particolare, relativamente alla sicurezza, sono previsti sistemi di riconoscimento facciale o biometrico per l'accesso alle zone riservate, mentre saranno utilizzati badge intelligenti e sensori IoT per il tracciamento in tempo reale dei visitatori e del personale.

Gli impianti di climatizzazione per i laboratori devono tener conto principalmente della sicurezza degli operatori, la corretta pressurizzazione degli ambienti rispetto agli spazi circostanti, il rinnovo dell'aria ambiente, la corretta aspirazione dell'aria viziata delle cappe e degli ambienti e sua espulsione all'esterno, il controllo delle condizioni termoigrometriche, la flessibilità e il risparmio energetico. Per questo si è adottato un impianto a **portata d'aria variabile VAV** che, unitamente a una regolazione opportuna delle cappe, consente di ottenere:

- Velocità pressoché costante sulla superficie frontale delle cappe;
- Mantenimento della pressurizzazione nei locali;
- Controllo della temperatura, variando la portata e con l'intervento di batterie di post riscaldamento ambiente
- Risparmio energetico: quando le cappe sono chiuse e inattive, la portata d'aria immessa è solo quella minima necessaria al controllo della temperatura e del rinnovo aria.

Al fine della manutenzione futura tutti i materiali utilizzati nell'impianto di espulsione saranno in grado di resistere all'erosione causata dalle sostanze manipolate nei laboratori, in particolar modo verrà utilizzato il polietilene, materiale eccellente per tutte le materie chimiche.

L'eventuale presenza di particolato "pericoloso" nel sistema di espulsione sarà trattato con filtri assoluti HEPA, poiché i filtri diventano zona di accumulo di sostanze pericolose per l'incolumità dei manutentori. Si utilizzeranno, quindi, i "sacchi barriera", i cosiddetti canister, in cui il filtro si troverà racchiuso nel sacco pronto per l'invio in discariche o inceneritori abilitati.

Nella corte d'ingresso "giardino d'inverno", invece, non vi saranno impianti di climatizzazione in quanto questo spazio è concepito come elemento passivo che massimizza gli apporti solari invernali e minimizza l'accumulo di calore estivo, smaltendolo con la ventilazione naturale.



### **Stima economica**

Per la realizzazione del nuovo Polo di Ricerca è stata effettuata una stima preliminare individuando le principali attività, raggruppate nelle seguenti macrovoci: opere edili, strutture, impianti e oneri della sicurezza. A ciascuna attività indicata è stato attribuito un parametro di costo determinato sulla base di esperienze su interventi simili e calibrato in funzione dei prezzi locali di riferimento in vigore. Si conferma nella sostanza l'importo stimato dal QE del bando di gara.

<b>CALCOLO PRELIMINARE DELLA SPESA DI REALIZZAZIONE</b>		
	<b>Attività</b>	<b>Costi parziali</b>
<b>1</b>	<b>OPERE EDILI</b>	<b>5.130.000,00 €</b>
	Scavi e conferimenti a discarica	300.000,00 €
	Involucro esterno	2.100.000,00 €
	Finiture solai e coperture	700.000,00 €
	Partizioni interne e rivestimenti	1.750.000,00 €
	Impianti elevatori	200.000,00 €
	Sistemazioni esterne	80.000,00 €
<b>2</b>	<b>STRUTTURE</b>	<b>2.050.000,00 €</b>
	Opere di fondazione	400.000,00 €
	Opere in elevazione	1.650.000,00 €
<b>3</b>	<b>OPERE IMPIANTISTICHE</b>	<b>2.185.000,00 €</b>
	Impianti meccanici	1.200.000,00 €
	Impianti elettrici	710.000,00 €
	Impianti speciali	275.000,00 €
	<b>TOTALE LAVORI</b>	<b>9.365.000,00 €</b>
<b>4</b>	<b>ONERI SICUREZZA</b>	<b>235.000,00 €</b>
	Oneri per la sicurezza	235.000,00 €
	<b>TOTALE ALTRI ONERI</b>	<b>235.000,00 €</b>
	<b>TOTALE COMPLESSIVO</b>	<b>9.600.000,00 €</b>