

## Relazione Tecnica

indice:

1. Qualità degli spazi e rapporto con il contesto	p.2
2. Funzionalità	p.6
3. Rapidità e semplicità di costruzione	p.8
4. Sostenibilità ambientale	p.10

allegati:

- A. Relazione di calcolo costi parametrici
- B. Relazione di calcolo economico
- C. Prevalutazione LEED
- D. Immagini del progetto

## 1. Qualità degli spazi e rapporto con il contesto

---

### INTRODUZIONE AL PROGETTO

Il progetto intende definire un sistema architettonico e micro-paesaggistico che possa essere adottato in modo omogeneo sia alla grande scala delle Stecche, sia alla piccola scala delle Unità di Servizio, sia alla piccolissima scala dei Chioschi.

Il sistema costruttivo è basato sull'idea di assemblaggio a secco, sulle esigenze di massima rapidità nelle fasi di montaggio e smontaggio, di massimo riutilizzo possibile dei materiali impiegati.

Il tema della sostenibilità è stato affrontato dal punto di vista di un edificio ad uso temporaneo come punto di passaggio nell'ambito dei cicli ampi di produzione, impiego e riciclo, dei materiali, degli impianti e del sito stesso. Il progetto opera una selezione delle soluzioni tecniche e tecnologiche disponibili in chiave di equilibrio costi-benefici, sia dal punto di vista ambientale che economico, soprattutto alla luce della breve durata d'esercizio di questi specifici edifici durante il periodo di apertura al pubblico dell'Expo.

In coerenza con tale principio, la scelta dei materiali per la realizzazione delle Architetture di Servizio corrisponde alla ricerca della massima riduzione possibile dell'impatto ambientale complessivo e della quantità di energia corrispondente all'intero ciclo di vita dei materiali (processo di produzione e fornitura, costruzione, smontaggio, riutilizzo e/o riciclo).





### 1.1. Relazione delle architetture e degli spazi aperti con il paesaggio

I punti principali del progetto architettonico e micro-paesaggistico per le Stecche sono rappresentati dai seguenti temi:

#### A) GIARDINI DI TESTATA

Il progetto prevede l'arretramento ulteriore dei fronti rivolti al Decumano per permettere l'allestimento di un'ampia area (20x16metri) dedicata alla sosta e al ristoro del pubblico, con punto d'acqua e giochi per i bambini.



In prevalenza, il giardino è composto da graminacee ornamentali ad alto fusto (*Miscanthus sinensis 'Malepartus'*, *Calamagrostis x acutiflora 'Karl Foester'*) che formano un volume verde compatto di altezza compresa tra 100 e 150cm; gli attraversamenti permettono ai visitatori di penetrare questo volume e di scoprire al suo interno radure circolari attrezzate per la sosta e per il gioco. Al fine di garantire, al momento dell'impianto, adeguati volumi di vegetazione, si intende mettere in precoltivazione le graminacee ornamentali in contenitori di dimensione adeguata all'ottenimento di un pronto effetto.

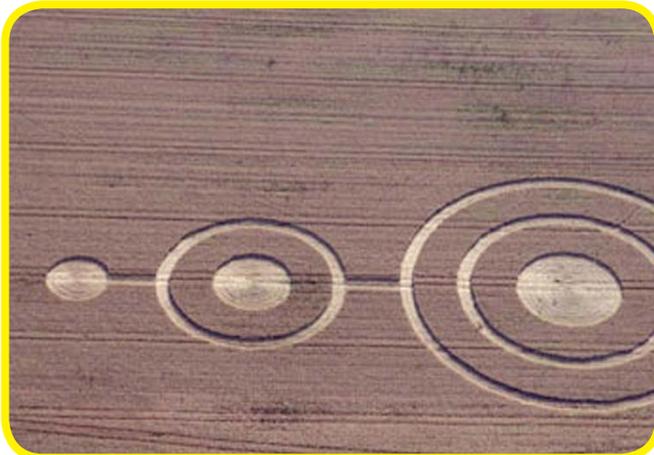
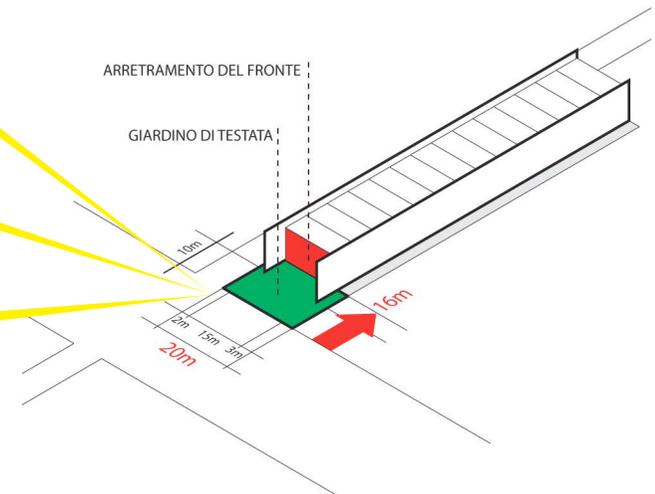
Poiché la maggior parte degli spazi di passaggio dell'Expo sono coperti dalle tende, il progetto prevede di mantenere completamente scoperti i giardini che si affacciano sul Decumano, per sfruttare la pioggia e permettere ai visitatori di godere del sole nei mesi meno caldi.

#### GIARDINO AUTOSUFFICIENTE

Sulla base delle precipitazioni medie rilevate nella Provincia di Milano nel periodo di apertura dell'Expo pari a 608,8mm, si può affermare che le coperture delle terrazze (432m<sup>2</sup>), non interessate da sistemazioni a verde pensile, siano in grado di raccogliere complessivamente una quantità d'acqua piovana più che sufficiente per l'irrigazione dei giardini di testata; l'acqua piovana verrà raccolta all'interno

di una vasca di accumulo adeguatamente dimensionata e collocata nel piano interrato.

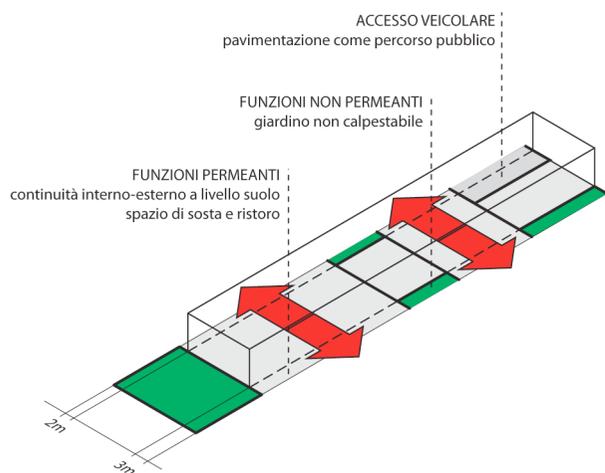
La scelta di utilizzare le graminacee ornamentali, oltre a svolgere una funzione estetica, è motivata dai bassi costi di manutenzione che queste specie richiedono unitamente a ridotte esigenze idriche. La stessa biomassa prodotta dalle graminacee potrà essere raccolta al termine della manifestazione e utilizzata nella filiera energetica.



## B) FUNZIONI PERMEANTI, NON PERMEANTI

Alla quota del suolo, il progetto ricerca la massima permeabilità possibile degli edifici. Le funzioni da insediare nelle Architetture di Servizio vengono distinte tra “permeanti” e “non permeanti”.

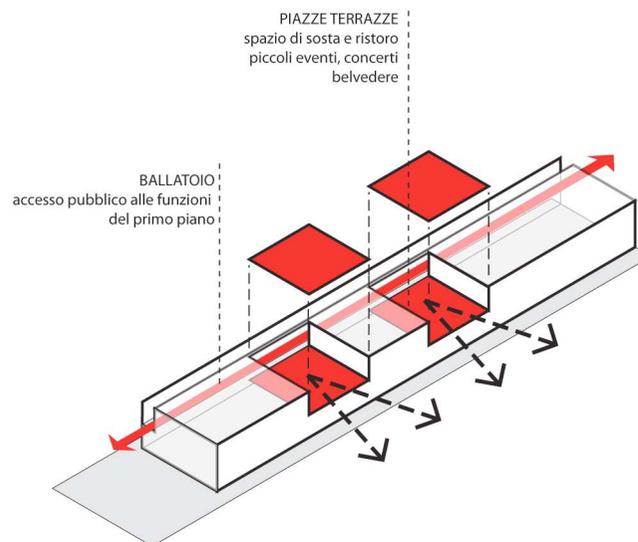
Le prime (bar, ristoranti, negozi, ecc.) garantiscono la massima possibile apertura dei fronti e permettono ai visitatori di attraversare l'edificio sia in senso orizzontale che in senso verticale; gli spazi di prossimità lungo il perimetro di queste funzioni (le fasce di 2 e 3 metri adiacenti alle facciate delle Stecche) rappresentano la continuazione dello spazio interno all'esterno, con il medesimo tipo di pavimentazione, sono protette da sole estivo e pioggia mediante strutture leggere a sbalzo. In corrispondenza delle funzioni non permeanti (servizi igienici, servizi di assistenza medica, uffici, ecc.) le possibilità di attraversamento dell'edificio sono ridotte ai soli passaggi pubblici e lungo il perimetro viene ripreso lo stesso tipo di piantumazione a graminacee ad alto fusto dei giardini di testata.



## C) PIAZZE / TERRAZZE

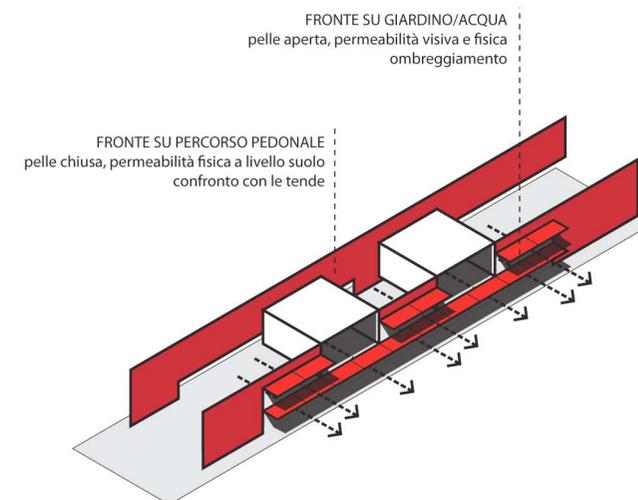
Il progetto prevede l'apertura di ampie terrazze al primo piano degli edifici, in corrispondenza delle funzioni permeanti, che fungano da vere e proprie piazze urbane con vista sul paesaggio circostante. Le terrazze, riparate dal sole e dalla pioggia, rappresentano la parte esterna delle funzioni di ristoro e permettono l'organizzazione di piccoli concerti e eventi temporanei.

Un ballatoio disposto sul lato rivolto al passaggio pubblico garantisce accesso pubblico a tutte le funzioni e gli spazi aperti del primo piano. Il ballatoio è accessibile sia dall'interno delle funzioni permeanti sia da scale indipendenti posizionate alle due estremità degli edifici.



## D) DOPPIA PELLE, DUE FACCE

Il progetto prevede un differente trattamento delle facciate delle Stecche: gli edifici sono racchiusi entro un doppio involucro (chiusura trasparente + ombreggiatura) declinato in forma compatta sul lato adiacente ai percorsi pedonali e alle strutture delle tende, in forma aperta e leggera sul lato che si affaccia sugli spazi ad alta qualità ambientale (giardini, specchi d'acqua). In questo caso, la seconda pelle è sollevata a formare la copertura per gli spazi esterni e garantire l'ombreggiamento dell'edificio sui fronti esposti a est-sudest in maniera totalmente passiva. Questa soluzione garantisce un coefficiente complessivo di ombreggiamento pari al 80%, e viene riproposta a scala inferiore anche per la definizione degli edifici delle Unità di Servizio e dei Chioschi.



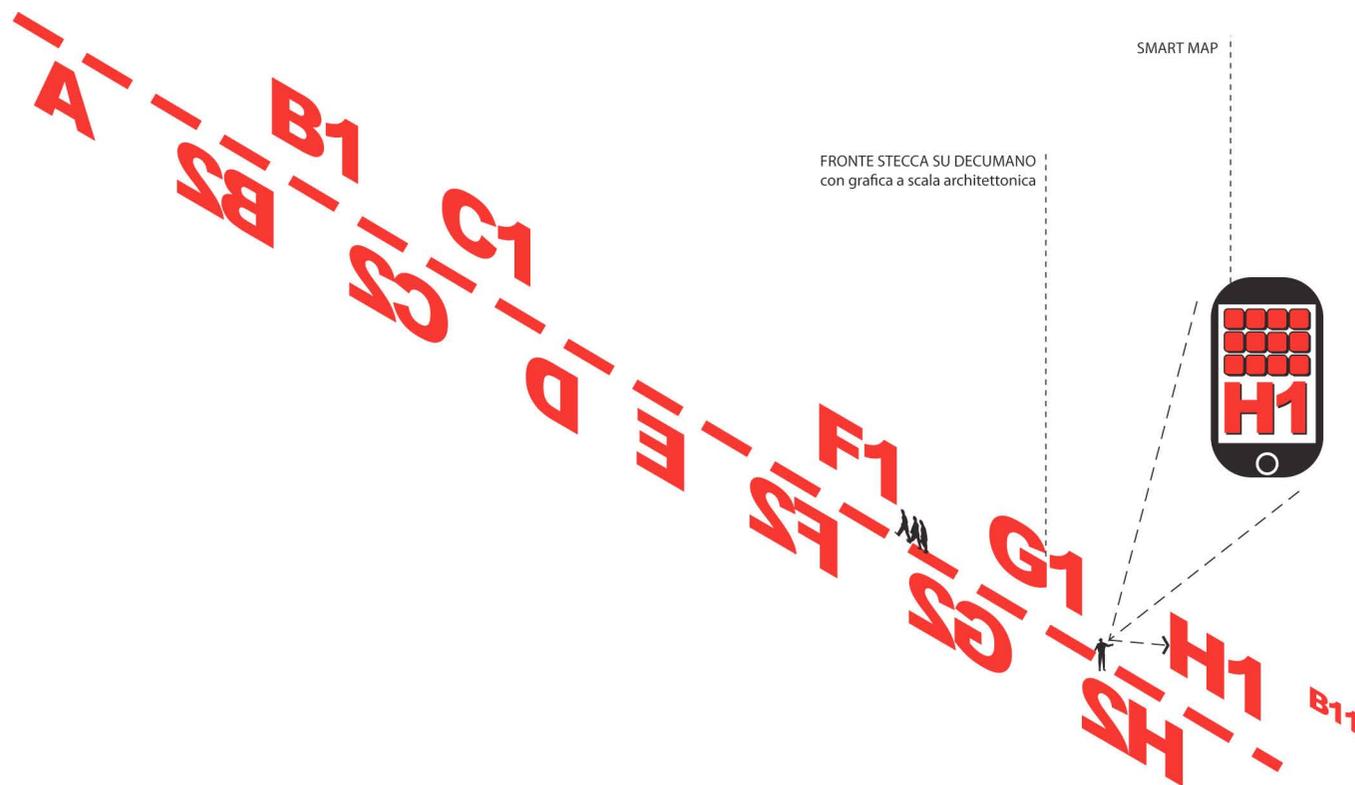
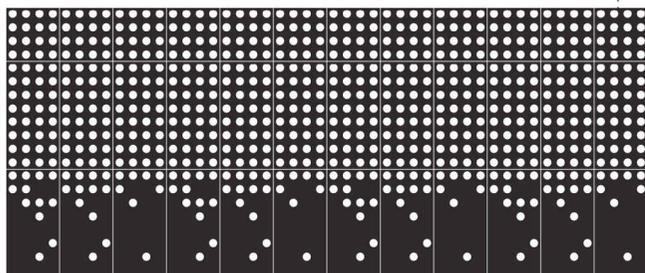
## 1.2. Individuazione e riconoscimento delle Architetture di Servizio

-----

Il progetto intende fornire agli edifici delle Architetture di Servizio un'identità architettonica omogenea, facilmente riconoscibile nella modalità strutturale, nel trattamento del livello del suolo e soprattutto nella espressione dell'involucro esterno, definito da pannelli in legno caratterizzati da un pattern di forature circolari.

Inoltre, la riconoscibilità dei singoli edifici è facilitata dall'indicazione a grande scala del codice dell'edificio (es. G1, H1, B12, ecc.) sul fronte prospiciente al Decumano e al giardino di testata. Questa proposta si basa sulla convinzione che nel 2015 gli strumenti di orientamento più efficaci per i visitatori dell'Expo saranno prevalentemente portatili (mappe tascabili, applicazioni per smartphones, ecc.); di conseguenza, ai fini dell'orientamento dei visitatori, la necessità principale è quella di poter individuare rapidamente l'edificio e la sua posizione corrispondente sulle mappe.

PATTERN DI FORATURE  
pannelli legno facciate Architetture di Servizio

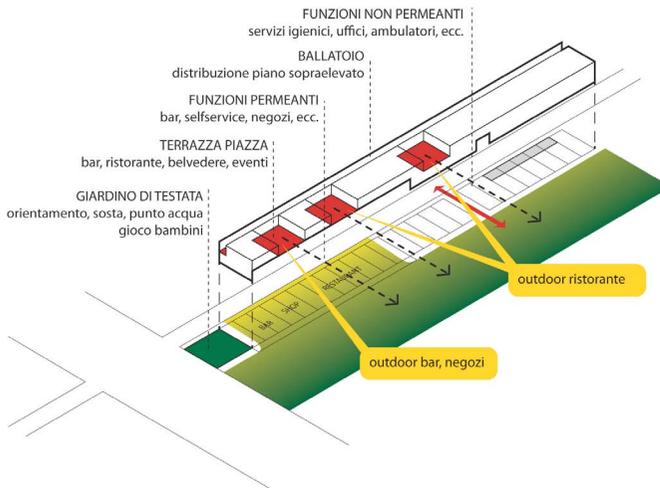


## 2. Funzionalità

Il progetto dei layout interni delle Architetture di Servizio si basa sulla volontà di garantire il massimo grado di funzionalità ed efficienza degli edifici, e nello stesso tempo, di garantire un'elevata soddisfazione delle esigenze di comfort dei fruitori, soprattutto in riferimento all'elevato numero di visitatori che utilizzeranno e "vivranno" queste architetture.

Attenzione particolare è stata riservata, nella definizione degli spazi interni, al tema dell'utilizzo delle strutture da parte di soggetti diversi contemporaneamente (visitatori, addetti, manutentori, espositori, ecc.). E' stato adottato un principio comune per tutti gli edifici delle Stecche, basato su:

- scansione chiara della sequenza delle funzioni all'interno della Stecca, per garantirne la facile riconoscibilità all'esterno (ogni funzione si affaccia su entrambi i lati dell'edificio con fronti di medesima lunghezza)
- separazione delle aree di utilizzo all'interno delle funzioni (pubblico, addetti)
- separazione dei flussi (persone, merci, rifiuti, ecc.)



## 2.1. Organizzazione dei layout funzionali interni

In ottemperanza alla richiesta del bando di garantire, per ciascuna Architettura di Servizio, un uso efficiente e produttivo degli spazi e un flusso rapido e confortevole di persone e di merci, il progetto accosta e/o avvicina le destinazioni funzionali simili: le funzioni "permeanti" (bar, ristorante, negozi, ecc.) che permettono l'attraversamento orizzontale e verticale dell'edificio ai propri visitatori; le funzioni "non permeanti" (servizi igienici, servizi medici, uffici, ecc.) per le quali il punto di ingresso generalmente corrisponde a quello di uscita.

L'organizzazione degli spazi è caratterizzata dalla ricerca di un forte legame tra interno ed esterno, intento che si concretizza attraverso diversi accorgimenti progettuali: al piano terra le fasce di rispetto laterali - gli spazi di prossimità di larghezza pari a 2 e 3 metri - come zona di sosta, relax, dehors delle funzioni permeanti, e come giardino o area di attraversamento trasversale puntuale dell'edificio in corrispondenza delle funzioni non permeanti; al primo piano la ricerca del rapporto con l'esterno è evidente nella creazione di terrazze, che hanno il compito di espandere la superficie funzionale dei locali di ristoro, garantendo la vivibilità degli spazi esterni, riparati sia dalla pioggia che dal sole.

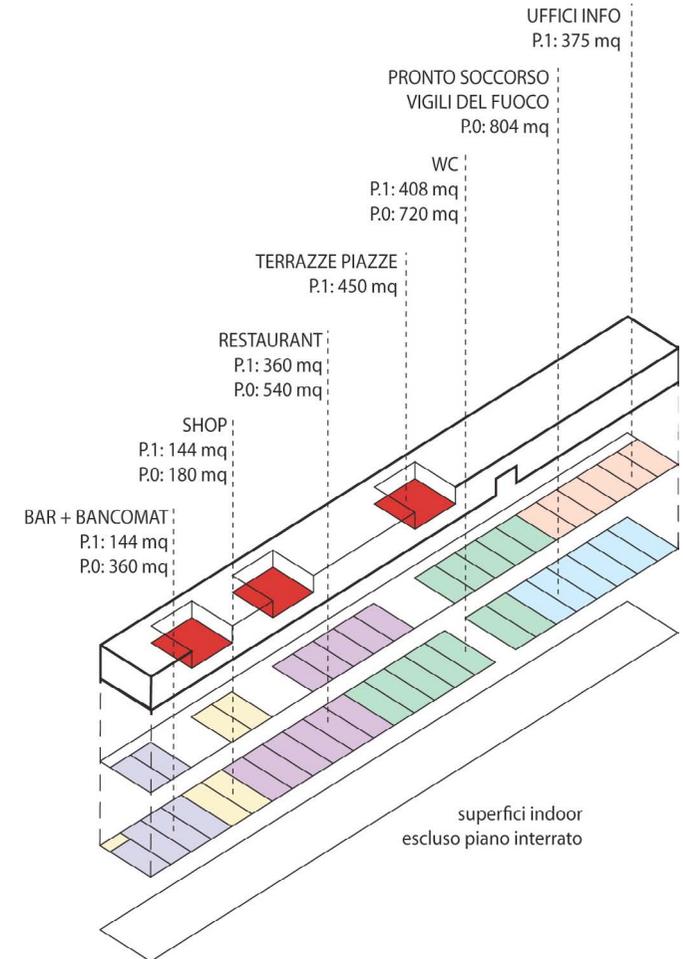
Le Stecche sono edifici di forma rettangolare, semplice, che garantisce un alto grado di funzionalità organizzativa, distributiva e costruttiva. Il progetto punta a massimizzare l'uso delle superfici disponibili a livello del suolo, per facilitare l'accesso al pubblico e ai visitatori diversamente abili, nonché per poter liberare al piano superiore ampi spazi da destinare a funzione di terrazza/piazza pubblica sopraelevata/belvedere.

### LAYOUT STECCA H1

Il progetto prevede un dimensionamento degli spazi maggiorativo rispetto ai valori indicati a bando. La sequenza delle funzioni, partendo dal Decumano, è la seguente:

Bar / 492 mq indoor + 150 mq outdoor (+ interrato)

Disposto su due livelli, con collegamento interno; area tavoli al piano terreno disposta in modo baricentrico, rispetto al blocco bar e al blocco servizi; il banco del bar separa l'area di preparazione e somministrazione dei cibi dall'area del pubblico. Al piano superiore un'ulteriore spazio per tavolini si apre su una terrazza.



Commerciale / 324 mq + 12 mq bancomat (+ interrato)

Disposto su due livelli, con collegamento interno; spazio privo di vincoli per permettere massima flessibilità dell'allestimento. Al piano superiore affaccio sulla terrazza e ingresso indipendente. L'attrezzatura del bancomat è ospitata in uno spazio indipendente, collocato in prossimità del bar, con ingresso diretto dal percorso pubblico.

Self-Service / 900 mq indoor + 300 mq outdoor (+ interrato)

Disposto su due livelli, con collegamento interno in posizione baricentrica: il blocco scale-ascensori separa l'area tavoli e bar dall'area di preparazione e somministrazione dei cibi al piano terreno. Al piano superiore il blocco dei servizi igienici e dei servizi per gli addetti, oltre a due ulteriori spazi indoor per i tavoli, che si affacciano su due terrazze.

### Servizi igienici / 1128 mq

Disposti su due livelli, differenziati per uomini e donne. In corrispondenza dei servizi igienici, è previsto un collegamento verticale pubblico, indipendente dalle funzioni interne all'edificio, che serve il ballatoio ma raggiunge tutti i 4 livelli della struttura. L'allestimento degli spazi è pensato in modo da garantire un rapido ed efficiente utilizzo, e per garantire una fascia di spazio sgombro lungo il perimetro in modo da facilitare la penetrazione della luce naturale e la ventilazione naturale.

### Primo soccorso e primo soccorso antincendio.

660 mq indoor + 144 mq area sosta outdoor (+ interrato)  
Solo piano terreno. Le due funzioni sono separate ma condividono uno spazio esterno coperto ricavato entro la sagoma della struttura per il parcheggio degli autoveicoli di servizio. Si tratta di funzioni non permeanti, ma l'accesso per il pubblico agli ambienti di reception è garantito da entrambi i lati dell'edificio. Il posizionamento all'estremità più lontana dal Decumano dovrebbe ridurre il rischio di intralcio da parte del pubblico al rapido movimento dei mezzi di emergenza, ottimizzazione dei tempi di spostamento, facilità di trasporto di cose e persone, rapidità di intervento.

### Centro di Assistenza Tecnica / 375mq (+ interrato)

Solo piano primo, con accesso dal ballatoio di distribuzione. Il punto informazioni e gli uffici sono stati collocati in prossimità della testata della Stecca H1 e della scala che conduce al primo piano, in modo da garantire al visitatore un'immediata riconoscibilità e una agevole raggiungibilità.

### Piano Interrato / 2220mq

Ospita tutti gli spazi di servizio dei locali della Stecca e gli spazi per le attrezzature comuni (impianti di telecomunicazione, impianti di raccolta e gestione delle acque, impianti di trattamento aria, raccolta rifiuti centralizzata, ecc.) Un passaggio laterale di larghezza pari a 270cm collega tutti gli ambiti del livello sotterraneo. Il blocco scale corrispondente ai servizi igienici permette di accedere agli ambienti comuni del piano interrato.

### LAYOUT UNITA' DI SERVIZIO B11

L'edificio Bar mantiene gli stessi principi compositivi adottati per le stecche di servizio, declinati sulla misura planimetrica di 15x15 metri (solo piano terreno) indicata a Bando. presenta un layout interno molto funzionale. Lo spazio si articola in due parti distinte: una aperta al pubblico che comprende l'area

del bancone di mescita, la zona riservata ai tavolini e il bagno per il pubblico, ed una riservata agli addetti ed agli operatori che comprende i vari locali di lavoro, i wc del personale e gli spazi di carico-scarico, in diretto contatto con i percorsi carrabili di servizio. Ampie vetrate apribili fungono da ingresso, garantiscono la visuale sull'esterno e permettono la fruizione del giardino-dehor antistante l'edificio, che ospita tavolini e sedute, fungendo anche da area relax.

### CHIOSCO INFOPOINT

L'edificio dell'Infopoint mantiene gli stessi principi compositivi adottati per le stecche di servizio, declinati sulla misura planimetrica di 10x5 metri (solo piano terreno). Pur essendo un edificio di piccole dimensioni, è pensato in modo da garantire la massima riconoscibilità e la massima semplicità di fruizione da parte del visitatore, con la facciata principale, rivolta verso il Decumano, dotata di ampie vetrate. Lo spazio si articola in un unico locale che comprende l'info-desk, luogo di lavoro dell'addetto, e l'area di pertinenza destinata al pubblico, la quale può essere dotata di sistemi informativi elettronici self-service.

### 2.2. Modalità di gestione dei flussi di persone e merci

Per quanto riguarda gli edifici delle Stecche, il progetto di gestione dei flussi di visitatori si basa su:

- alto grado di permeabilità degli ambienti al piano terreno
- distribuzione a ballatoio dei flussi di persone al primo piano
- integrazione funzionale tra collegamenti verticali esterni indipendenti e collegamenti verticali interni alle funzioni

### GESTIONE DEI FLUSSI INTERNI

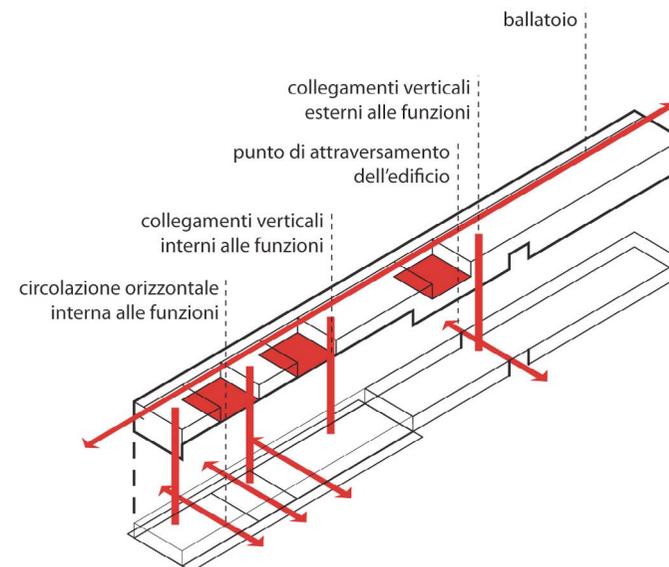
La netta separazione dei locali interni alle funzioni in aree per il pubblico e aree per gli addetti (spazi serviti / spazi di servizio) permette di mantenere ben distinti i flussi e le movimentazioni delle merci e dei rifiuti rispetto ai flussi dei visitatori. Gli ambienti di servizio di bar e ristorante sono collegati al piano interrato da montacarichi indipendenti, attraverso cui rifornirsi di merci dai magazzini ed evacuare i rifiuti verso il centro di raccolta centralizzato, localizzato nel sotterraneo in prossimità del blocco scale-ascensore indipendente. Questo sistema permette di effettuare i rifornimenti e gestire l'allontanamento e/o lo smaltimento dei rifiuti anche nell'orario di chiusura al pubblico, quando le funzioni ospitate nelle Stecche probabilmente non sono accessibili.

### COLLEGAMENTI VERTICALI

Ognuna delle funzioni "permeanti" ospita al proprio interno un blocco scala-ascensore. Le scale e gli ascensori interni alle funzioni possono essere utilizzati dal pubblico per spostarsi dal piano terreno al piano primo, oppure direttamente verso il ballatoio (da questo punto di vista, svolgono il doppio ruolo di smistamento dei flussi del pubblico interno-interno e interno-esterno, e viceversa) Gli addetti possono eventualmente utilizzare scale e ascensori anche per raggiungere le aree dei magazzini interrati. Gli ascensori garantiscono l'accesso a tutti i livelli e a tutti gli ambienti anche a persone diversamente abili, come da previsto da normativa vigente.

### BALLATOIO

Il progetto propone la soluzione del ballatoio di distribuzione come sistema più efficace e sostenibile per l'accesso alle terrazze e alle funzioni ospitate al primo piano delle Stecche. (Peralto, il ballatoio richiama una soluzione tipologica molto comune nell'architettura tradizionale milanese). I ballatoi al servizio delle Stecche sono spazi aperti ma coperti, riparati dalla pioggia e schermati rispetto all'esterno dalla pelle in legno forato proposta da questo progetto per caratterizzare le Architetture di Servizio. In aggiunta ai collegamenti interni alle funzioni, i ballatoi sono accessibili mediante un numero di scale all'aperto congruo con le esigenze di evacuazione della struttura previste dalla normativa vigente.



### 3. Rapidità e semplicità di costruzione

-----

Il progetto del sistema costruttivo e strutturale delle Architetture di Servizio è basato sull'esigenza di:

- minimizzare l'impegno delle risorse naturali non rinnovabili;
- massimizzare la possibilità di riuso delle risorse naturali impiegate;
- rispettare rigorosamente l'importo di spesa previsto;
- massimizzare la produzione fuori opera e limitare le operazioni in sito;
- mantenere assolutamente certo il tempo di edificazione (150 giorni);
- massimizzare il reimpiego di parti/componenti/corpi-edificio in futuri diversi utilizzi.

I luoghi di servizio – collocati perpendicolarmente al Decumano, via di transito est/ovest di fatto solo pedonale – sono risolti con una edificazione dalle geometrie semplici e regolari che realizza un insieme “cartesiano” in grado di farsi percepire ma non di competere e disturbare i padiglioni dei Paesi partecipanti alla manifestazione.

L'occasione irripetibile di operare per questo impianto espositivo con il “vincolo” di testimoniare il dovere di raggiungere un'intesa con la Natura ha indirizzato le scelte di fondo da un lato nella direzione della moderazione del linguaggio architettonico e da un altro verso l'uso equilibrato e giusto di impianti avanzati che impiegano energie rinnovabili, tecnologia innovativa ed eco-sostenibile.

Nasce così l'immagine di “stecca regolare” che, pur sempre riconoscibile, diventa di volta in volta volume pieno, spazio aperto, percorso in quota, sistema di verde al contorno andando a definire una continuità di facciata sempre diversa ma di chiara individuazione dei luoghi di servizio che porta all'immediato orientamento all'interno dell'EXPO, alla creazione di un'identità - non solo formale - ma di riconoscimento funzionale.

La realizzazione “a scadenza” è stata affrontata affidandosi ad alcuni – pochi – elementi capaci di rendere riproponibile la costruzione. Impiegare quanto più componenti di facile reperibilità sul mercato e di consolidato utilizzo consente di portare a termine l'intervento nei tempi programmati e senza sorprese derivate da inopportune sperimentazioni.

### CONCEZIONE STRUTTURALE

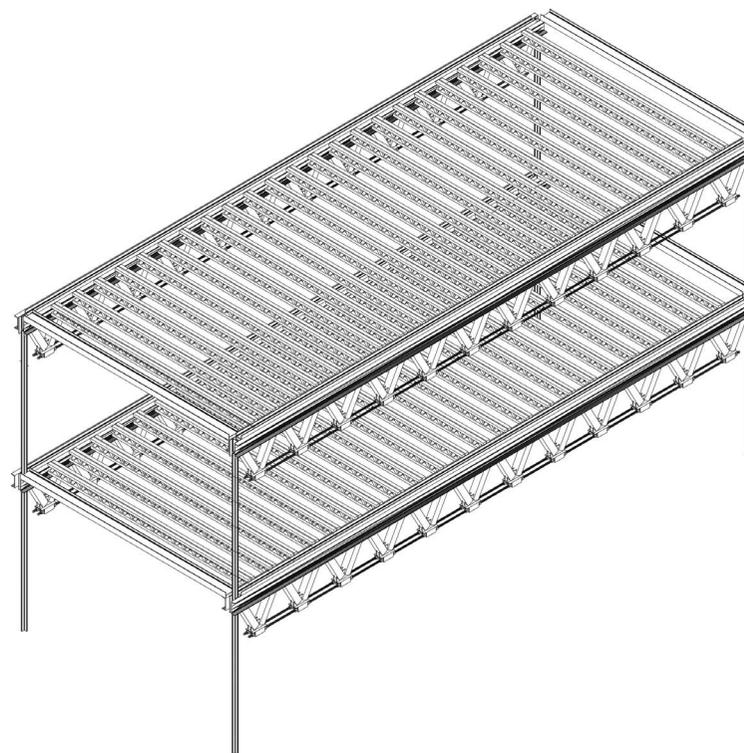
La struttura portante principale fuori terra delle Architetture di Servizio è un'intelaiatura mista in acciaio e legno, con luce massima di 14,60 metri in senso trasversale e di 6,00 metri in senso longitudinale. Le membrature portanti sono “miste” ricorrendo per esse all'abbinamento di legno e acciaio.

Tre gli elementi base : pilastri [acciaio], travi reticolari [miste legno-acciaio], travetti & doppio tavolato in pannelli di legno per gli orizzontamenti sia di piano intermedio (PT/P1°) che di copertura.

Lo schema statico fa ricorso a portali incernierati alla base; i montanti in acciaio, realizzati con sezione cruciforme lungo il perimetro e/o nel caso di appoggio intermedio, hanno vincolo a cerniera nel collegamento di sopralzo del pilastro superiore e di appoggio delle travi reticolari. Lo schema – che risulterebbe di per se singolarmente labile – viene integrato da controventi disposti nelle pareti a far da ripresa alle azioni orizzontali che sono riportate così al solaio in lastre alveolari del basamento.

La rigidità dei solai viene incrementata per mezzo di sottili nastrature metalliche disposte fra i due tavolati di pannelli che formano gli orizzontamenti.

Questa concezione strutturale che coinvolge in modo spaziale gli elementi portanti è favorita dalla successione dei blocchi funzionali negli edifici delle Stecche, e permette di ottenere la massima efficienza dello schema statico, con conseguenti evidenti vantaggi: assoluta uguaglianza e interscambiabilità delle membrature; pesi ridotti; comodità di trasporto; diffusa capacità di produzione e approvvigionamento diretto dal mercato degli elementi base; precisione e semplicità di connessione, e quindi velocità di montaggio; possibilità di adattamento “puntuale in opera” del telaio come risposta alle necessità di modifica – fino all'ultimo momento – dovute a eventuali mutamenti improvvisi delle esigenze di destinazione degli ambienti; facile smontabilità, completo riuso di tutte le parti e utilizzo “come nuovo” della maggior parte di esse. In sintesi il tutto si traduce in un'ossatura sicura, elegante, pronta nei tempi programmati, economica, recuperabile.



### 3.1. Rapidità di costruzione

---

Il sistema costruttivo previsto dal progetto è interamente basato sulle esigenze di prefabbricazione spinta e montaggio a secco.

Le tecniche di assemblaggio previste e la facile reperibilità dei materiali permettono di pianificare in anticipo il processo di prefabbricazione dei componenti, che può coinvolgere numerosi operatori in modo simultaneo. In questo modo, è possibile garantire la gestione delle forniture a monte del cantiere e il rispetto della rigida timeline prevista per i lavori di costruzione delle Architetture di Servizio (150 giorni).

### 3.2. Semplicità ed efficienza del processo realizzativo

---

Con esclusione dei lavori di fondazione, il progetto non contempla lavorazioni che richiedono grandi quantitativi di acqua né macchinari di grandi dimensioni.

#### SMART BUILDING

Il progetto prevede la costruzione a secco degli edifici delle Architetture di Servizio oltre la quota del piano terreno, in modo da garantire - oltre alla rapidità di montaggio - la possibilità di un altrettanto facile e rapido smantellamento.

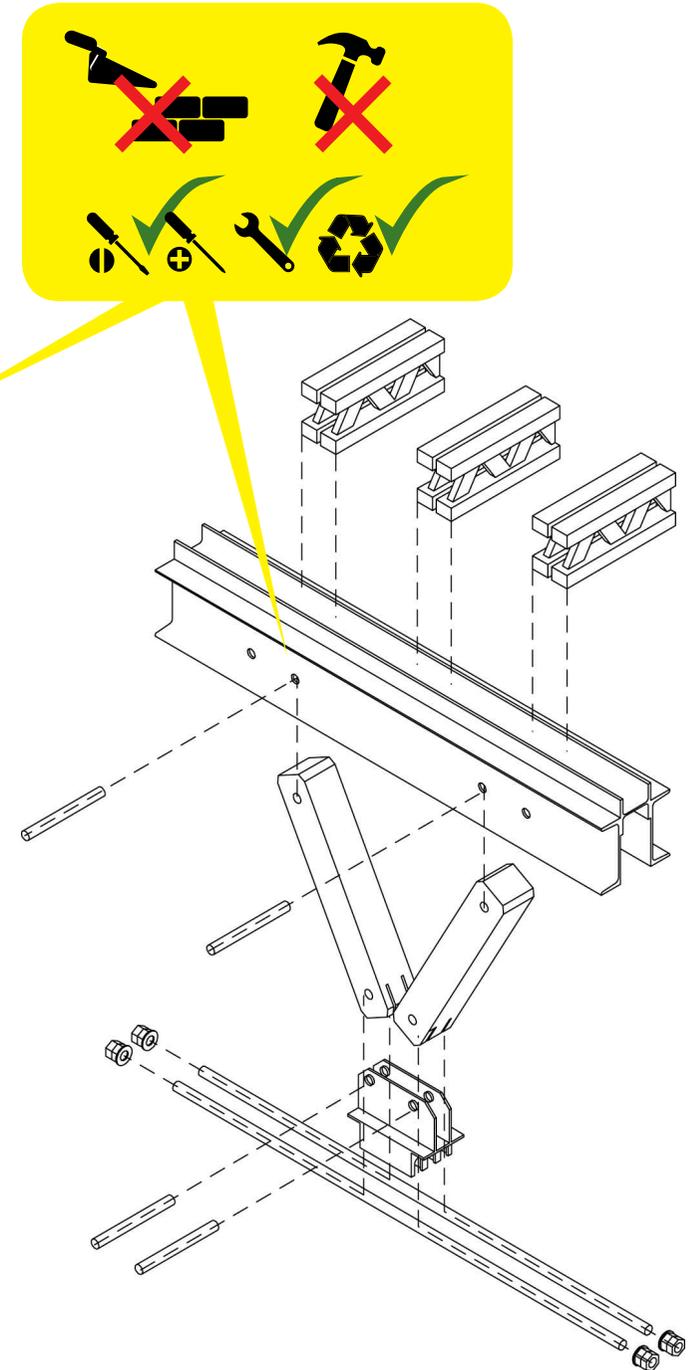
Per le connessioni tra i componenti o tra i materiali degli edifici sono impiegati elementi che non comportino problemi o difficoltà nel momento della rimozione. Le giunzioni tra gli elementi si basano su sistemi di connessione che possono essere riutilizzati più volte, e che siano facilmente raggiungibili dagli operatori addetti al montaggio e allo smontaggio.

#### CONNECTOR FREE ZONES

Sulla scorta delle esperienze di costruzione in legno in area nord-europea, il progetto propone di distinguere e dichiarare le zone prive di chiodi e viti (spesso necessarie per aumentare la resistenza a taglio e trazione) nelle sezioni dei componenti della struttura basati sul legno. In fase di smantellamento questo accorgimento permette di isolare molto facilmente le parti in legno che si possono destinare liberamente a riutilizzo o riciclo.

#### SISTEMA DI TRALICCIO ADATTABILE

Il progetto prevede la possibilità - inserendo pilastri intermedi nei fori di cui si pensa di dotare le lastre alveolari - di ottenere telai con luci che si adattano al meglio alle diverse partizioni degli spazi. Il "cambiamento" della reticolare avviene impiegando gli stessi diagonali lignei semplicemente disponendoli con diversa angolatura; si ottimizza così l'altezza utile della trave alla ridotta misura della luce; identici sono anche il corrente superiore e la catena inferiore che, grazie alla sua filettatura continua, è facilmente adattabile alla traslazione dei "vertici bassi" del traliccio.



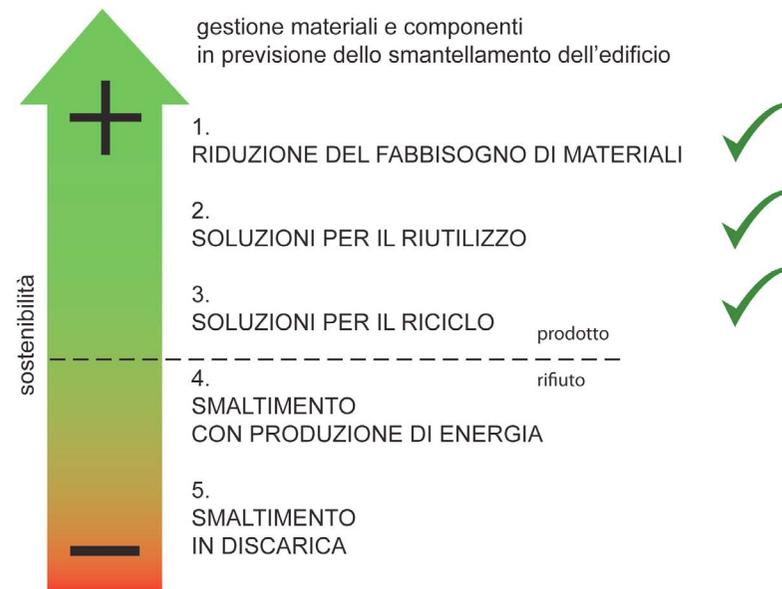
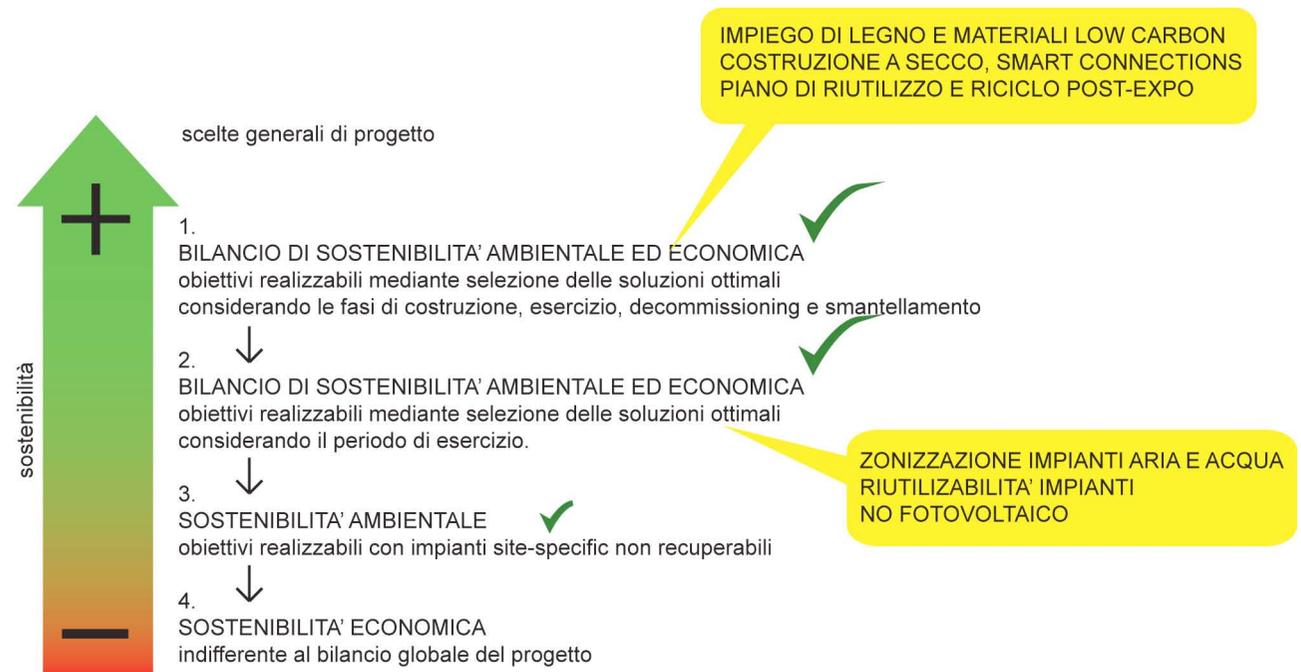
#### 4. Sostenibilità ambientale

Il progetto intende affrontare il tema della sostenibilità ambientale con particolare riferimento alle questioni legate a:

- riduzione del fabbisogno di energia di esercizio
- impiego di materiali a basso contenuto di energia grigia e CO2 incorporata
- massimizzazione della possibilità di riutilizzo dei materiali, dei componenti e/o di parti degli edifici.

#### BEST PRACTICE STRATEGY

In generale, il progetto segue in ogni suo aspetto un approccio strategico-metodologico che definisce una gerarchia di obiettivi da raggiungere su una scala di qualità sostenibile, puntando in prima istanza verso le opzioni a maggior grado di sostenibilità. Solo se contraddette da valutazioni di natura economica o tempistica (o per specifiche richieste esplicitate dal Bando) il progetto considera opzioni alternative a minor grado di sostenibilità. Tale approccio è rappresentabile con un diagramma gerarchico di opzioni orientato su una scala di sostenibilità crescente, che è alla base di molte delle scelte progettuali legate alle Architetture di Servizio.



#### 4.1. Materiali a basso impatto ambientale

Definizioni: in questa relazione viene adottato il termine "carbon equivalent" COeq come unità di misura del cosiddetto global warming potential, cioè l'incremento dell'effetto-serra provocato da emissione gassosa in atmosfera. L'effetto-serra è in gran parte costituito da CO2 (anidride carbonica), ma anche da CH4 (metano), N2O, e altri gas a base di carbonio. L'energia operativa e l'anidride carbonica prodotta possono essere considerate approssimativamente proporzionali in un dato mix di combustibili, per questo motivo i loro reali significati vengono così spesso scambiati nel linguaggio colloquiale. Nella realtà l'energia incorporata e il carbon equivalent incorporato non sono direttamente correlati, dal momento che i processi di trasformazione dei materiali possono sia emettere sia sequestrare anidride carbonica a seconda dei casi. Qui viene utilizzata l'analisi dell'energia incorporata e delle quantità di carbon equivalent, in quanto più facilmente ricollegabile all'utilizzo dell'energia operativa e al global warming potential.

Il progetto intende impiegare in modo prevalente materiali a basso impatto ambientale, ovvero materiali con basso contenuto di energia grigia e COeq. Questo obiettivo è perseguito con l'adozione delle seguenti soluzioni:

- progettazione di un edificio essenziale, che evita soluzioni architettoniche che richiedano l'uso di materiali non indispensabili
- scelta di metodi di costruzione e smontaggio a bassa emissione di COeq
- impiego di materiali prodotti e trasformati con processi a bassa emissione di COeq
- una strategia consapevole nel rispetto del ciclo dei materiali.

Le questioni relative a energia grigia, COeq e ciclo dei materiali rivestono particolare importanza a causa del carattere temporaneo dell'edificio. I componenti costruttivi sono stati pensati e progettati partendo dall'opzione più sostenibile possibile, scendendo a livello inferiore solo nel caso di elementi imposti (es. le strutture di fondazione) oppure nel caso in cui caratteristiche operative valide per edifici permanenti risultino scarsamente efficaci per l'impiego in un fabbricato temporaneo come quelli delle Architetture di Servizio dell'Expo Milano 2015.

#### LOW CARBON MATERIALS

Il progetto intende impiegare prevalentemente materiali a basso contenuto di energia grigia e CO2 incorporata:

- legno massello (escludendo il legno lamellare, per evitare la presenza di collanti chimici) proveniente da coltivazioni certificate
- cemento ecologico, caratterizzato da interti provenienti almeno per il 50% da processi di riciclo attivati localmente, e dall'impiego di sostituiti del cemento in funzione di legante, come la cenere volante (fly ash) e i residui d'altoforno (GGBS);
- acciaio, rame e altri metalli ottenuti da materiale di riciclo
- altri materiali di provenienza locale

#### DESCRIZIONE SINTETICA DEGLI EDIFICI

- Struttura delle fondazioni: in cemento armato e elementi in cemento armato prefabbricati, come da indicazioni di bando.
- Struttura degli edifici fuori terra: pilastri in acciaio; travi reticolari miste in legno (puntoni) e acciaio (correnti e tiranti); travetti secondari prefabbricati in legno; tavolato in pannelli di legno per gli orizzontamenti.
- Involucro edilizio: doppio tamponamento verticale costituito da serramenti vetrati con telaio in ferro riciclato e pannelli in legno di pioppo con forature a diametro costante con funzione di frangisole; tetto verde con sistema di ritenzione e raccolta delle acque piovane.

Il progetto della parte di elevazione fuori terra della Stecca H1 prevede di impiegare:

- materiali di riciclo per una quantità pari al 10 % del costo totale - Nota: attualmente gran parte dei materiali di riciclo disponibili sul mercato sono prodotti mediante uso di collanti o altri additivi di origine chimica, e contengono elevate quantità di energia grigia; da questo punto di vista è preferibile scegliere materiali di provenienza locale e certificata, come il legno di coltivazione.

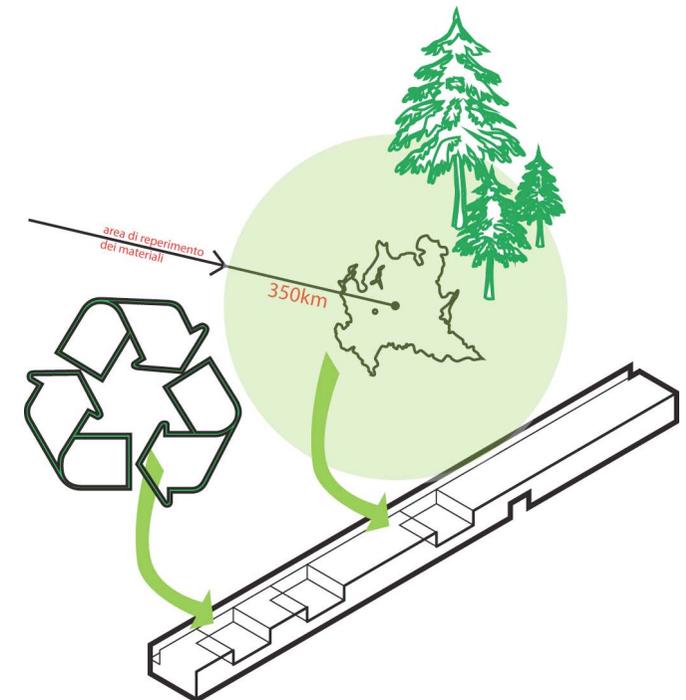
- materiali riutilizzabili e/o riciclabili per una quantità pari al 62% del costo totale - Nota: il riutilizzo è certamente un'opzione migliore del riciclo, che in generale richiede la trasformazione del materiale con procedimenti energivori.

- materiali con provenienza geografica compresa entro 350km di distanza dal sito dell'Expo Milano 2015 per una quantità pari al 95% del costo totale

#### DECONSTRUCTION PLAN

Il progetto considera anche la necessità di programmare in anticipo il piano per lo smantellamento degli edifici a fine esercizio, basato su:

- metodo di disassemblaggio sicuro che richieda il minor impiego possibile di macchinari pesanti.
- controllo di qualità sui materiali smantellati e avviati verso il riutilizzo o il riciclo
- tecniche efficaci e sostenibili per il re-imballaggio dei materiali e dei componenti
- programma di riutilizzo dei materiali, dei componenti e di parti intere degli edifici.



## RIUSO, RIUTILIZZO, RICICLO

Gli edifici delle Architetture di Servizio sono progettati in modo da poter garantire molteplici possibilità di riutilizzo totale:

- di edifici interi, o parti di edificio corrispondenti a funzioni specifiche, da ricostruire in altri siti con la medesima configurazione funzionale e distributiva. Per esempio nel caso della Stecca H1: i blocchi destinati a servizi di ristorazione e/o servizi igienici possono essere rilocalizzati presso le aree di servizio delle infrastrutture stradali in fase di costruzione nel territorio della Regione Lombardia; i blocchi attrezzati per le funzioni di pronto soccorso sormontate dagli uffici possono essere adatte a realizzare centri di assistenza medico-ospedaliera in aree dove si sono verificati disastri naturali o eventi storici drammatici e/o in aree dove operano organizzazioni umanitarie. In questi casi, **dopo la chiusura dell'Expo, gli edifici delle Architetture di Servizio si trasformerebbero in INFRASTRUTTURA DIFFUSA SUL TERRITORIO.**

- dei componenti e degli elementi prefabbricati degli edifici (travi, tralicci strutturali, pareti attrezzate di servizi igienici, lavandini, banco bar e retro-bar, scale, ecc.), da re-impiegare in altre costruzioni.

- dei materiali che costituiscono i componenti e gli elementi degli edifici (pannelli in vetro, pannelli sandwich legno + isolante, puntoni in legno massello, ecc.), da riutilizzare nel mercato dei prodotti edili. Il sito stesso dell'Expo Milano 2015 potrebbe svolgere la funzione, al termine della manifestazione, di "reclamation site": un luogo dove sia possibile acquistare e vendere materiali e prodotti di riciclo o di riutilizzo.

In ultima istanza, componenti e materiali che non possono essere riutilizzati possono essere avviati verso processi di riciclo e trasformazione (prodotti di trasformazione del legno, ecc.)

Il progetto intende riuscire ad annullare la quantità di materiale da smaltire in discarica al termine della manifestazione.

OPZIONE N.1

TRASFORMAZIONE IN:  
**INFRASTRUTTURA DIFFUSA**  
SUL TERRITORIO REGIONALE O NAZIONALE

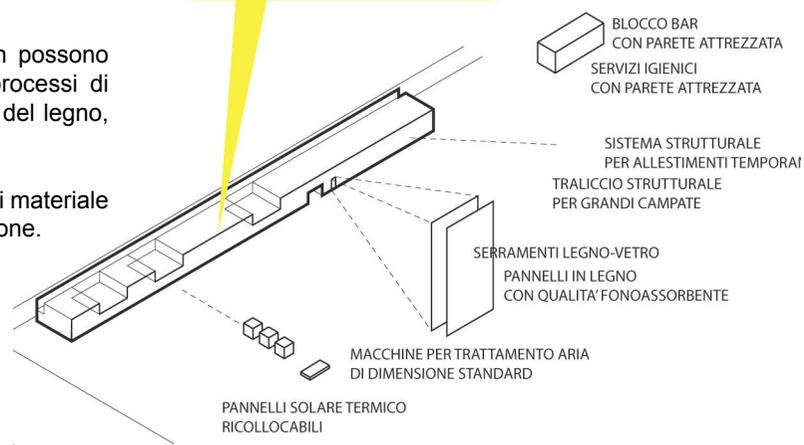


**51%** MATERIALE RIUTILIZZABILE  
AL TERMINE DELL'EXPO  
**11%** MATERIALE RICICLABILE  
AL TERMINE DELL'EXPO



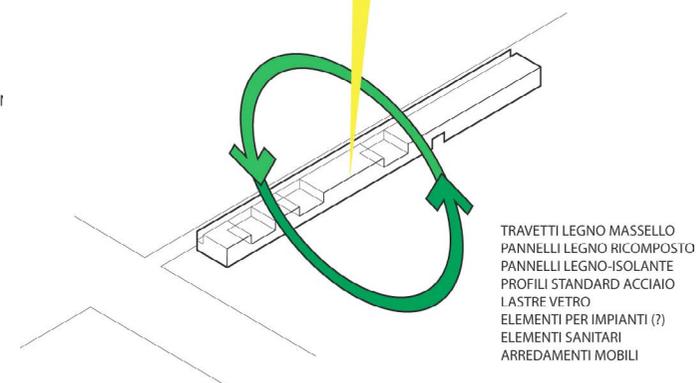
OPZIONE N.2

TRASFORMAZIONE IN ATTREZZATURE  
PER IL SISTEMA DELL'EDILIZIA



OPZIONE N.3

TRASFORMAZIONE IN MATERIALI DI RITORNO  
AL SISTEMA DELL'EDILIZIA



## PROTOCOLLO LEED.

Oltre alle questioni di cui sopra, il progetto affronta ulteriori aspetti legati al tema della sostenibilità ambientale, come quello dell'esaurimento delle risorse, delle tossicità e dell'uso del suolo. In conseguenza di ciò è stato utilizzato il protocollo LEED New Construction per una valutazione delle intenzioni del progetto.

I documenti posti a base di gara indicano quale possibile criterio per la valutazione dell'impatto ambientale della nuova costruzione l'applicazione del metodo LCA (valutazione energetica complessiva del ciclo di vita dei materiali utilizzati considerando l'estrazione delle materie prime, posa in cantiere, esercizio e successiva dismissione). In ragione delle particolarità della costruzione in esame si ritiene che il metodo suggerito sia caratterizzato dalle seguenti criticità:

- Necessità di una valutazione analitica approfondita dei quantitativi dei singoli materiali utilizzati non compatibile con l'approfondimento raggiungibile con il livello di progettazione in esame;
- Al termine della valutazione quantitativa non è possibile ottenere una graduatoria con la quale stabilire l'effettiva bontà della proposta.

In base a quanto esposto viene preso in esame un metodo per la valutazione della sostenibilità ambientale della proposta internazionalmente riconosciuto costituito dalla prevalutazione del punteggio raggiungibile con l'applicazione del protocollo LEED 2009 Italia Nuove Costruzioni e Ristrutturazioni.

Si tratta di un protocollo dai seguenti elementi caratterizzanti:

- LEED è il sistema di certificazione di sostenibilità ambientale degli edifici più diffuso a livello mondiale: è un sistema di valutazione della sostenibilità volontario e certificato da un Ente terzo;
- LEED non si limita a valutare la fase progettuale, ma certifica anche la costruzione e la gestione di edifici sostenibili ad alte prestazioni, promuovendo un sistema di progettazione integrata che riguarda l'intero edificio;
- LEED non si limita a valutare le prestazioni energetiche dell'edificio od il contenuto intrinseco di energia nei materiali utilizzati, ma ne certifica la sostenibilità, intesa come qualità ambientale sia interna che esterna e impatto della costruzione sull'ecosistema che lo circonda oltre che sul consumo di risorse energetiche e ambientali.

Il sistema è costituito da un insieme di standard prestazionali per la certificazione del progetto e della costruzione suddivisi in sette categorie: Sostenibilità del Sito (SS), Gestione delle Acque (GA), Energia ed Atmosfera (EA), Materiali e Risorse (MR), Qualità ambientale Interna (QI), Innovazione nella Progettazione (IP), Priorità Regionale (PR). Il sistema di valutazione è composto da 8 prerequisiti, che sono obbligatori, e da crediti tra cui scegliere e che danno punteggio. Dalla somma dei punti conseguiti deriva il livello di certificazione ottenuto, che attesta la prestazione raggiunta dall'edificio in termini di sostenibilità ambientale. La certificazione LEED Nuove Costruzioni si articola in fasce di punteggio: Base 40-49 punti; Argento 50-59 punti; Oro 60-69 punti; Platino oltre 80 punti. Il punteggio finale si ottiene soddisfacendo i requisiti dei vari crediti del sistema di valutazione

Viene di seguito dimostrato, attraverso la valutazione analitica dei singoli standard prestazionali, che l'edificio oggetto della nostra proposta è potenzialmente certificabile LEED Oro essendo caratterizzato da un punteggio pari a 67.

(v. Allegato 2)



gestione del decommissioning (smantellamento, riutilizzo, riconversione, ecc.)

1. RIUTILIZZO DI PORZIONI PARZIALI O TOTALI DEGLI EDIFICI funzioni pubbliche da destinare a nuovi siti ✓
2. RIUTILIZZO DEI COMPONENTI FUNZIONALI DEGLI EDIFICI blocchi attrezzati, sistemi strutturali, sistemi impiantistici, ecc.. ✓
3. RIUTILIZZO DEI MATERIALI IMPIEGATI disassemblati a secco e avviati ai reclamation sites ✓
4. RICICLO DEI MATERIALI trasformazione dei residui di legno e metallo
5. SMALTIMENTO DEI MATERIALI senza possibilità di recupero o riutilizzo

OPZIONE N.1  
TRASFORMAZIONE IN:  
INFRASTRUTTURA DIFFUSA  
SUL TERRITORIO REGIONALE O NAZIONALE

OPZIONE N.2  
TRASFORMAZIONE IN ATTREZZATURE  
PER IL SISTEMA DELL'EDILIZIA

OPZIONE N.3  
TRASFORMAZIONE IN MATERIALI DI RITORNO  
AL SISTEMA DELL'EDILIZIA

## 4.2. Fabbisogno energetico in fase di esercizio

Il progetto delle Architetture di Servizio è volto al rispetto dei principi di risparmio energetico, sostenibilità ambientale e eco-compatibilità. Considerato il periodo di apertura al pubblico dell'Expo (maggio-ottobre), i fabbisogni energetici dell'edificio, e i conseguenti consumi di energia tradizionale, sono legati principalmente alla climatizzazione estiva e strettamente limitati alle ore centrali (e più calde) della giornata e comunque soltanto in condizioni climatiche effettivamente gravose.

### SISTEMA PASSIVO

L'involucro edilizio proposto, basato sul principio della permeabilità tra interno ed esterno, e quindi pensato come uno spazio in cui le zone aperte siano numerose, mentre quelle chiuse siano limitate alle zone che lo richiedono necessariamente, è caratterizzato dai seguenti componenti: copertura verde estensiva; sistemi frangisole; superfici vetrate apribili; spazi coperti, ma aperti.

Tali soluzioni presentano i vantaggi di un'elevata protezione dall'irraggiamento solare diretto ed una ventilazione naturale in grado di abbattere sensibilmente l'apporto di calore e gli elevati carichi endogeni.

### RIDUZIONE DEL FABBISOGNO

Dato l'elevato indice di affollamento dell'edificio, funzione della destinazione d'uso degli ambienti interni, l'impianto di climatizzazione è del tipo a tutt'aria esterna con modulazione della portata in funzione dell'effettiva affluenza dei visitatori. Sono previste unità di trattamento aria compatte dotate di sistema di recupero termodinamico attivo e batteria di preraffreddamento alimentate ad acqua di fiume. L'aria esterna, prima di essere convogliata nelle u.t.a., cede calore al terreno, passando attraverso una condotta aerea interrata. Grazie all'utilizzo di tali tecnologie, il sistema edificio-impianto non necessita di ulteriori fonti di energia tradizionale.

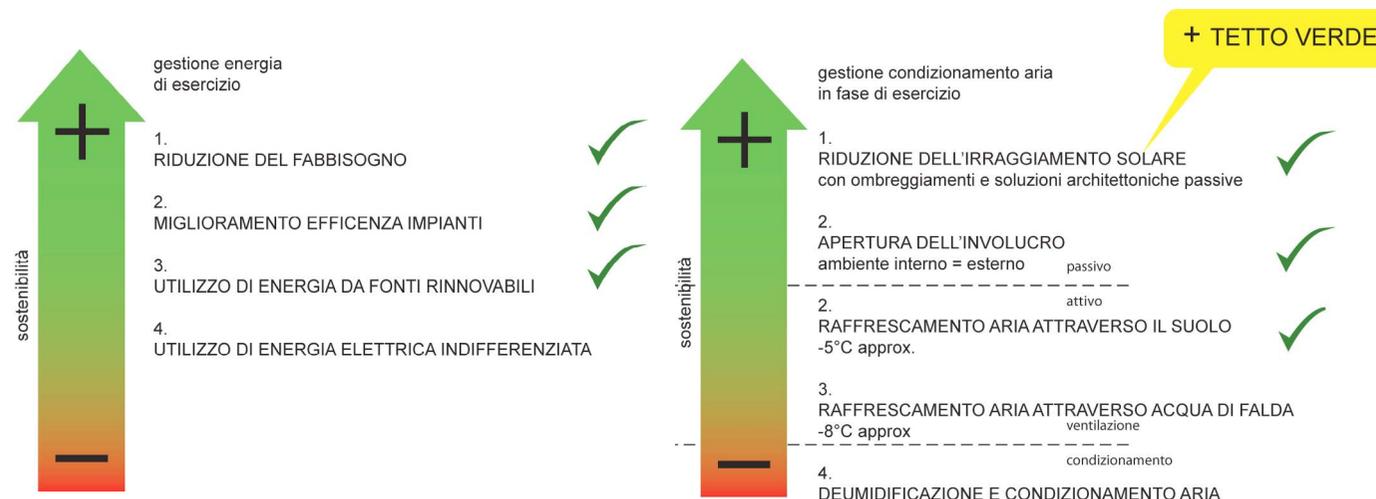
I fabbisogni di energia elettrica per illuminazione sono legati quasi esclusivamente agli orari di funzionamento del padiglione; la soluzione progettuale prevede infatti chiusure verticali vetrate a tutta altezza e una seconda pelle in legno ricca di bucatore che permettono il passaggio della luce solare diurna; l'impianto di illuminazione è di tipo dimmerabile con sensori di luce diurna.

Il progetto, in linea con i principi di sostenibilità ambientale e, nello specifico, con l'idea di base di ridurre l'apporto della cosiddetta "energia grigia", considera che la riduzione del fabbisogno energetico e dei costi di esercizio renda non necessaria e non conveniente l'installazione di sistemi di produzione indipendente di energia elettrica.

L'installazione di un impianto solare fotovoltaico non è stato preso in considerazione sulla base delle seguenti motivazioni:

- bassa efficienza di produzione delle celle fotovoltaiche
- elevati fabbisogni energetici di realizzazione e smaltimento degli impianti, superiori all'energia prodotta nell'arco della vita utile delle celle fotovoltaiche.

Il progetto, pur non proponendo l'impianto fotovoltaico come fonte di energia realmente sostenibile, non esclude la possibilità (se necessario rispetto ad altre considerazioni) di destinare parte della superficie di copertura a tale destinazione.



## DESCRIZIONE ANALITICA DEI COMPONENTI EDILIZI

Le scelte progettuali, a partire dalla concezione iniziale fino alle singole indicazioni sui materiali, sono frutto di molteplici considerazioni; in particolare la scelta dei materiali è stata orientata e diretta da:

- sostenibilità ambientale;
- riciclabilità e reimpiegabilità dei componenti;
- favorevole parametro LCA/LEED;
- rapporto costo/prestazioni;
- economia di esercizio;
- comfort degli utenti;
- semplicità di utilizzo e pulizia-manutenzione;
- identità dei luoghi e delle architetture;
- coerenza e integrità formale del progetto;
- estetica in relazione all'uso.

Pareti esterne e frangisole: le pareti esterne presentano tamponamenti costituiti da serramenti vetrati antisfondamento con fattore solare 30% con telaio in ferro e pannelli di facciata in legno forato con funzione di frangisole.

t

Partizioni interne: sono utilizzate pareti a doppia lastra in cartongesso semplice o idrorepellente (con tinteggiature e/o finitura colorata) oppure pannelli di OSB a finitura grezza trattati per raggiungere, in conformità alle vigenti normative in materia di prevenzione, le prescritte caratteristiche antincendio. Per le pareti che delimitano le zone impianti (centrali e cavedi) sono impiegati anche blocchi in conglomerato cementizio a seconda delle localizzazioni e destinazioni.

Porte interne: la differenziazione delle prestazioni tecniche delle chiusure utilizzate è generata dalle diverse destinazioni d'uso: porte antincendio dotate dei necessari dispositivi, porte dei servizi igienici con finitura che ne garantisce la facile pulizia, porte per impieghi comuni.

Pavimentazioni e rivestimenti: anche per le pavimentazioni sono adottati materiali diversificati in ragione delle destinazioni previste, ferme restando le esigenze di facile manutenzione e di comfort dei locali. La pavimentazione del piano terra è in calcestruzzo (il medesimo getto della struttura di fondazione) con finitura superficiale anti-usura mentre gli ambienti al piano primo hanno finitura in legno o in linoleum a colori differenti e con superficie di tipo antiriflesso e antisdrucchiolo a seconda della destinazione d'uso. I locali tecnici sono pavimentati in battuto di calcestruzzo con finitura indurente antipolvere.

Controsoffitti: assolvono la funzione di chiusura superiore dei vani di servizio e in alcuni correggono le condizioni acustiche dei locali contribuendo al comfort interno. Le distribuzioni impiantistiche sono a vista e pertanto non si hanno problematiche legate alle operazioni manutentive.

Accessibilità e sicurezza: tutti gli edifici sono raggiungibili perimetralmente dai mezzi di soccorso e sono accessibili agli automezzi per il carico e lo scarico delle merci. Le finiture superficiali delle aree a parcheggio dei veicoli di servizio sono uguali alla pavimentazione dei percorsi pubblici. Lungo il fronte delle Stecche parallelo ai percorsi pubblici coperto dalle tende sono disposte rastrelliere per le biciclette in quantità compatibile al fabbisogno dell'intero sito di Expo Milano 2015.

## DESCRIZIONE PRESTAZIONALE DELL'INVOLUCRO

Gli elementi caratterizzanti l'involucro edilizio sono:

- copertura verde pensile estensivo.
- tamponamenti verticali apribili con superfici vetrate e sistemi frangisole in pannelli di legno forato.

Le soluzioni proposte mirano al contenimento delle entrate di calore per convezione e irraggiamento e all'abbattimento mediante ventilazione naturale dei rilevanti carichi endogeni che caratterizzano la struttura edilizia.

## VERDE PENSILE

La stratigrafia prevista per la copertura piana dell'edificio è costituita dai seguenti componenti:

1. Inverdimento intensivo leggero con erbacee perenni;
2. Miscela di substrato per inverdimenti intensivi leggeri caratterizzato da un peso secco pari a 800kg/m<sup>3</sup> e una capacità di permeabilità pari a 0,3mm/min. È previsto uno spessore di circa 20cm adeguato per lo sviluppo di specie erbacee;
3. Telo filtrante di spessore pari a 1mm così da non permettere il dilavamento delle particelle fini nello strato drenante;
4. Strato di accumulo, drenaggio aerazione per uno spessore di circa 4cm costituito da prodotti minerali (lapilli di lava, pomice, ardesia espansa);
5. Feltro di protezione e accumulo;
6. Membrana impermeabilizzante sintetica antiradice;
7. Strato di separazione: geotessile;

8. Isolamento termico;
9. Barriera a vapore: foglio in PE (0.30 mm);
10. Piano di copertura (pendenza min. > 1%)

PESO COPERTURA: 190-220kg/mq (massima ritenzione idrica del substrato e sviluppo maturo copertura verde)

Le specie di progetto sono riferibili al comparto delle specie pioniere e/o delle specie di neo-insediamento caratterizzate da una elevata rusticità ed un ridotto fabbisogno idrico, oltre che uno spiccato valore ornamentale ed uno sviluppo in altezza tale da garantire l'effetto scenografico ricercato nel progetto.

## ERBACEE

Achillea millefolium (Asteraceae) Achillea millefoglie; Alcea rosea (Malvaceae) Malvone; Alchemilla mollis (Rosaceae) Erba stella; Anthirrinum majus (Scrophulariaceae) Bocca di leone; Aster spp. (Asteraceae) Aster; Cichorium intybus (Asteraceae) Cicoria comune; Dianthus caryophyllus; Caryophyllaceae) Garofano; Echinacea purpurea (Asteraceae) Echinacea; Echium vulgare (Boraginaceae) Viperina azzurra; Geranium macrorrhizum (Geraniaceae) Geranio; Inula helenium (Asteraceae) Inula; Liatris spicata (Asteraceae) Liatris; Nepeta x faassenii (Lamiaceae) Nepeta; Oenothera biennis subsp. suaveolens (Onagraceae) Enotera; Papaver rhoeas (Papaveraceae) Papavero; Petunia x hybrida (Solanaceae) Petunia; Penstemon barbatus (Scrophulariaceae) Penstemon; Rudbeckia spp. (Asteraceae) Rudbeckia; Salvia pratense (Lamiaceae) Salvia; Sedum spectabile (Crassulaceae) Sedum gigante; Solidago lanceolata (Asteraceae) Verga d'oro; Sonchus oleraceus (Asteraceae); Stachys officinalis (Lamiaceae) Betonia comune; Viola tricolor (Violaceae) Viola del pensiero

## GRAMINACEE

Calamagrostis brachytricha; Carex spp.; Deschampsia flexuosa; Eragrostis spectabilis; Festuca mairei; Molinia caerulea; Nassella tenuissima; Panicum virgatum; Pennisetum alopecuroides; Sesleria autumnalis.

La copertura verde rappresenta un sistema tecnico caratterizzato da spessori ridotti (16 cm), pesi contenuti e ridotta manutenzione. È un sistema particolarmente adatto alle coperture di grandi dimensioni e a tutte quelle coperture che a causa della difficile accessibilità richiedono un sistema semplice, senza impianti di irrigazione e con vegetazione adattabile alle condizioni climatiche del luogo, con una elevata capacità di resistere a periodi di siccità, in grado di rigenerarsi

ed auto propagarsi in maniera rapida e autosufficiente, tale da non richiedere interventi manutentivi frequenti. I vantaggi energetici della copertura verde sono particolarmente significativi nella stagione estiva; il sistema infatti, oltre che a ridurre notevolmente le entrate di calore per irraggiamento e conduzione, garantisce, grazie all'elevata capacità termica, un importante sfasamento termico ovvero un rallentamento del flusso di calore dall'esterno all'interno dell'edificio. Tutto ciò si traduce in un significativo risparmio energetico ed in un miglioramento del confort ambientale.

#### TAMPONAMENTI VERTICALI

I tamponamenti verticali esterni saranno costituiti da superfici vetrate continue in grado di garantire l'illuminazione naturale degli ambienti durante le ore diurne. Le superfici vetrate saranno dotate di sistemi frangisole mobili in legno forato in grado di ridurre l'irraggiamento solare diretto dell'**80%**. La soluzione progettuale comporta un duplice vantaggio in termini energetici:

- abbattimento dei carichi interni per illuminazione.
- abbattimento delle entrate di calore: si evidenzia che le entrate di calore estive sono legate principalmente all'irraggiamento solare per cui il sistema proposto rappresenta una soluzione ottimale al contenimento del fabbisogno estivo per la climatizzazione.

Gli ambienti del piano terreno e del piano primo sono dotati di tamponamenti vetrati mobili allo scopo di garantire una ventilazione naturale e un continuo ricambio d'aria. Tale soluzione permette di abbattere sensibilmente, nelle ore serali e nelle condizioni esterne caratteristiche delle stagioni intermedie, i carichi endogeni interni dovuti all'elevato indice di affollamento degli ambienti e all'illuminazione artificiale necessaria durante le ore notturne.

Il pavimento su locale interrato (non climatizzato) non è isolato allo scopo di sfruttare al massimo le caratteristiche termiche del terreno, la cui temperatura è compresa mediamente tra 12 e 15°C, e di conseguenza del piano interrato; essendo la temperatura ambiente di progetto pari a 26°C, la soluzione progettuale permette di abbattere i carichi sensibili del piano terreno, in modo naturale, sfruttando semplicemente gli apporti gratuiti di energia del terreno.

#### IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE E FONTI RINNOVABILI

La scelta dell'impianto di climatizzazione è scaturita dalle seguenti considerazioni:

- il corpo di fabbrica in esame è caratterizzato da un indice di affollamento elevato. Per garantire un ricambio d'aria adeguato sia a livello normativo che di confort ambientale è necessario quindi immettere in ambiente portate d'aria di rinnovo decisamente notevoli.
- l'impianto di climatizzazione deve essere ottimizzato per l'abbattimento dei carichi estivi; l'aria trattata quindi, per essere efficace ai fini dell'abbattimento dei carichi latenti, deve essere portata a temperature inferiori a 14°C;
- utilizzo di sistemi di produzione ad alto rendimento;
- volontà di utilizzo di fonti rinnovabili prodotte in loco.

Alla luce di quanto sopra, la soluzione progettuale prevede la realizzazione di un impianto di climatizzazione a tutt'aria esterna facente riferimento a n°6 Unità di Trattamento Aria (U.T.A.) del tipo monoblocco, complete di batteria di pretrattamento con acqua del canale e di recuperatore di calore del tipo termodinamico attivo. L'acqua del canale è trattata tramite sistema di filtrazione costituito separatori dinamici e da filtri automatici autopulenti.

L'aria esterna, prima di essere convogliata nelle unità di trattamento subisce un preraffreddamento mediante condotta geotermica posata a 2 m dal piano di campagna, in prossimità della parete interrata di uno dei due prospetti principale dell'edificio. La condotta geotermica ha una lunghezza di circa 160 m.

Le caratteristiche peculiari delle U.T.A. proposte sono:

- batteria di preraffreddamento alimentata con acqua del canale; aria in ingresso 35°C/55% Ur, aria in uscita 21°C/90% Ur, acqua del canale 15/18°C.
- sistema di recupero termodinamico attivo a flussi incrociati (E.E.R. 4): il sistema, dotato di circuito frigorifero con compressori "semiermetici scroll", è in grado di portare tramite batterie di scambio termico la temperatura dell'aria da 21°C/90% Ur a 14°C/90% Ur. Il sistema, sfruttando il recupero di calore del ciclo frigorifero porta l'aria alle condizioni di immissione in ambiente (18°C) tramite un'ulteriore batteria ad espansione con funzione di postriscaldamento.
- ventilatori sezione di mandata ed estrazione del tipo a portata variabile: portata nominale 7.500 mc/ora.
- filtrazione aria tramite filtri a tasche rigide con lasse di efficienza F8.
- quadro potenza e controllo a bordo macchina.

Da quanto sopra si evince che le U.T.A. proposte, coadiuvate dai sistemi di recupero di calore da fonti rinnovabili, sono in grado di assolvere autonomamente al trattamento dell'aria ovvero senza l'ausilio di ulteriori fonti di energia tradizionale.

La soluzione proposta presenta, in estrema sintesi, i seguenti vantaggi:

- **utilizzo di fonti rinnovabili:** garantiscono la copertura di circa il **48%** del carico estivo nelle condizioni di progetto e del **60%** del fabbisogno frigorifero stagionale.
- **utilizzo di sistemi di produzione ad alta efficienza:** i recuperatori termodinamici attivi proposti, operando in ogni scenario di carico nelle condizioni ottimali sono caratterizzati da elevati rendimenti di produzione. Essendo inoltre l'energia frigorifera e termica generata nelle unità di trattamento, il sistema è praticamente caratterizzato da rendimenti di emissione, distribuzione e regolazione prossimi al 100%.
- **facilità di esecuzione e gestione dell'impianto:** la soluzione proposta non prevede la realizzazione di centrali di produzione dei fluidi vettori né tanto meno di circuiti di distribuzione dei fluidi vettori eccetto il circuito con acqua del canale. Ciò comporta vantaggi sia nella fase di esecuzione che di gestione dell'impianto.
- **possibilità di sfruttare i componenti impiantistici dopo la chiusura dell'evento fieristico:** le Unità di Trattamento Aria hanno taglie contenute, facilmente riutilizzabili in altre applicazioni; essendo del tipo monoblocco sono caratterizzate inoltre da un'estrema facilità di montaggio e smontaggio. Oltre alle U.T.A. anche gli altri componenti dell'impianto aerulico potranno essere agevolmente smontati e integrati in altri sistemi impiantistici.

#### ILLUMINAZIONE

L'involucro edilizio è caratterizzato da tamponamenti verticali costituiti da ampie superfici vetrate; alcune di esse sono apribili tramite appositi sistemi meccanici manuali. Durante le ore diurne l'illuminazione degli ambienti è quindi quasi esclusivamente naturale.

L'impianto di illuminazione artificiale, in funzione principalmente nelle ore crepuscolari e notturne, è dotato di sensori di luce diurna con dispositivo di riduzione progressiva della luminosità; l'impianto è inoltre dotato di sensori di presenza collegati digitalmente al sistema di illuminazione.

Le soluzioni progettuali proposte garantiscono un risparmio per illuminazione non inferiore al **60%** rispetto a sistemi edificio-impianto del tipo tradizionale.

## SINTESI DEI RISULTATI DI CALCOLO

Si riportano di seguito i principali risultati di calcolo ottenuti con le simulazioni energetiche dell'edificio trattate in modo dettagliato nell'Allegato 2 a cui si rimanda.

### Impianto di Climatizzazione

- Copertura carico frigorifero:
 

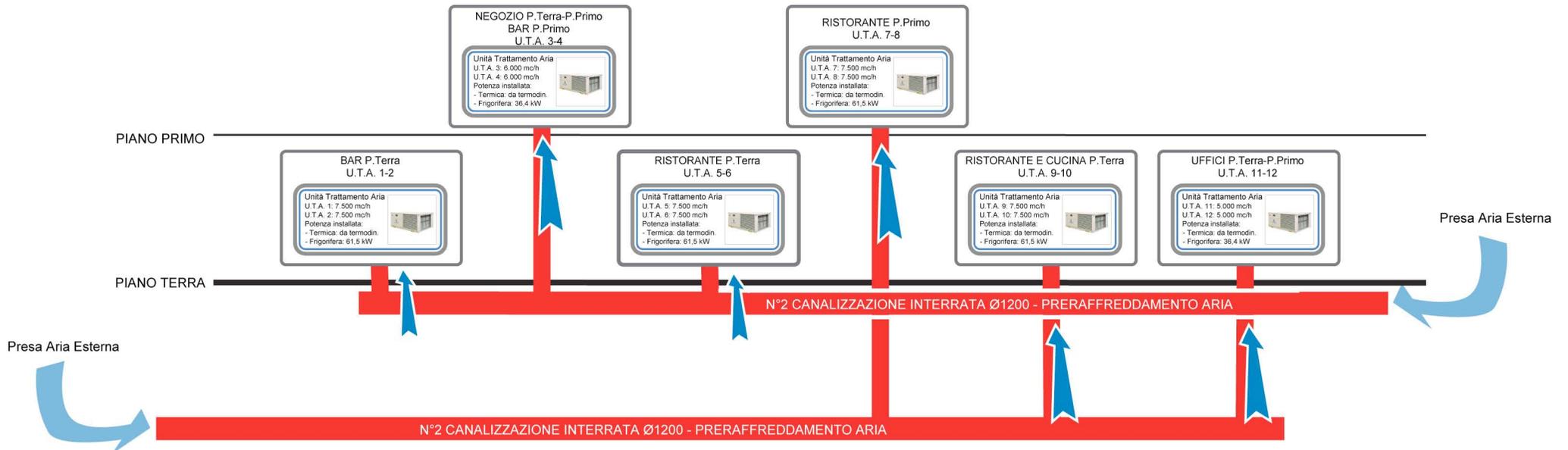
Sistemi Termodinamici Attivi U.T.A.:	52%
Sistemi operanti su fonti rinnovabili:	48%
- Fabbisogno Energia Frigorifera: 1.238 MWh
- Copertura Fabbisogni Energia Frigorifera:
 

Sistemi Termodinamici Attivi U.T.A.:	40%
Sistemi operanti su fonti rinnovabili:	60%
- Rendimenti medi stagionali sistemi impiantistici:
 

Sistemi Termodinamici Attivi U.T.A.:	207%
Sistemi operanti su fonti rinnovabili:	735%
- Fabbisogno Energia Primaria: 569,6 MWh

### Impianto di Illuminazione artificiale

- Carico di punta: 36,4 kW
- Fabbisogno elettrico: 23,2 MWh
- Fabbisogno energia primaria: 50,4 MWh/h  
(coefficiente di conversione energia elettrica/primaria: 0,46).



#### 4.3. Innovazione

##### COMUNICAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DI SOSTENIBILITA'

Il progetto, in linea con le richieste del bando, presenta una forte volontà di innovazione. Pionieristico in Italia, si cercherà di realizzare un edificio di grandi dimensioni e, con un alto numero di funzioni diverse ospitate al suo interno, del tutto autosufficiente dal punto di vista energetico.

Un obiettivo di tale portata ha necessariamente reso indispensabile effettuare alcune scelte radicali. Innanzitutto l'adozione di un sistema costruttivo esclusivamente a secco che renda completamente "montabile" e "smontabile" la struttura e permetta il recupero, e il riutilizzo, della stessa o di parti della stessa in ambiti e momenti completamente diversi. Importante da questo punto di vista la possibilità di un pressochè totale riutilizzo della struttura, che una volta conclusosi un evento (in questo caso l'Expo2015), potrà essere:

- \_rilocalizzata, semplicemente mediante spostamento della stessa;
- \_trasformata, grazie alla capacità di poter variare la sua geometria;
- \_riutilizzata nei suoi elementi principali;
- \_o completamente riciclata.

Il riuso dell'edificio avviene, quindi, a seconda della necessità, a diversi livelli di trasformazione, che in ogni caso prevedono una ridottissima spesa di energia, e un quasi nullo spreco di materiale.

Il risparmio energetico gioca, in questo progetto, un ruolo chiave dal punto di vista dell'innovazione tecnologica. Prestando particolare attenzione alla massima riduzione di energia grigia, è stato, ad esempio, scelto il legno come principale materiale da costruzione, di gran lunga più ecologico di altri. Allo stesso modo, la scelta di non installare impianti solari per la produzione di energia elettrica, è stata dettata dalla consapevolezza degli alti costi di realizzazione degli elementi che li compongono, rispetto al ridottissimo tempo di funzionamento, dovuto al breve periodo di vita dell'Expo stessa. Stessa motivazione sta alla base della volontà di creare un impianto di ventilazione completamente naturale basato sul concetto elementare di creare un raffrescamento progressivo dell'aria utilizzando il sottosuolo e, solo successivamente, l'acqua del canale a

perimetro del parco Expo2015. In questo modo si riduce al minimo il consumo di energia elettrica, sfruttando anche l'uso di macchine per il trattamento aria di medie dimensioni, facilmente ricollocabili sul mercato.

##### FUEL CELLS

Unitamente a quanto descritto sopra, il progetto propone l'uso, in via sperimentale, di "fuel cells" per la gestione dell'energia di esercizio. Si tratta di impianti in grado di accumulare energia nelle ore in cui l'offerta supera la domanda, per poi poterne disporre nei periodi di maggiore richiesta (ore centrali del giorno, attivazione dei climatizzatori, ecc.) Le batterie ad idrogeno possono essere collocate in un ambiente del piano interrato opportunamente messo in sicurezza, ma anche eventualmente sulla copertura dell'edificio.

##### MITIGAZIONE DEL MICROCLIMA

Il progetto garantisce zone d'ombra in tutti gli spazi di fruizione pubblica all'aperto. In aggiunta, le strutture a sbalzo e le coperture delle terrazze possono essere dotate di impianti di erogazione di acqua nebulizzata.

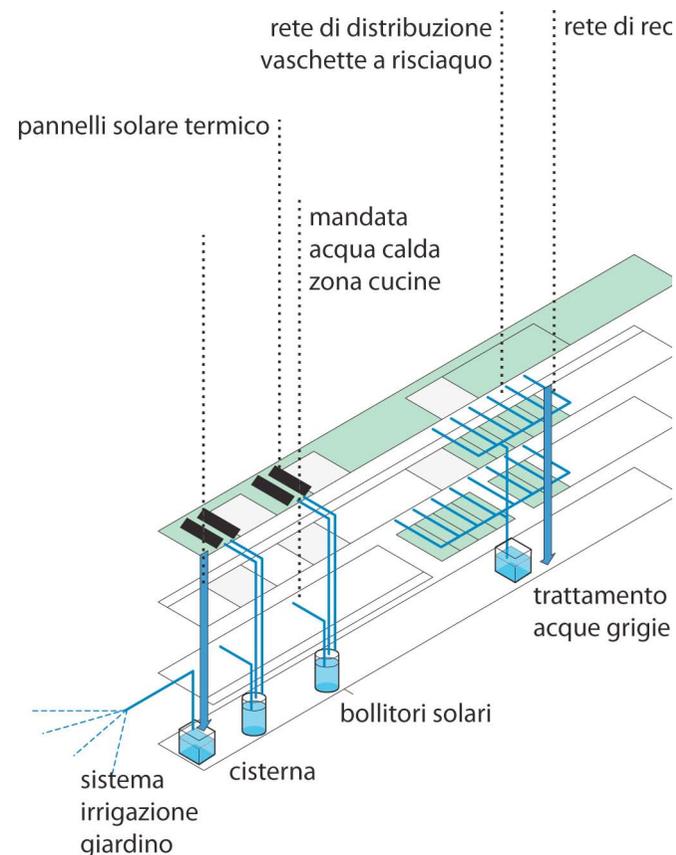
##### RECUPERO DELLE ACQUE DI SCARICO

Il progetto prevede impianti localizzati di recupero delle acque di scarico dei lavandini per contribuire ad alimentare le vaschette di risciaquo dei servizi igienici. Questo sistema è previsto solo dove la concentrazione di queste attrezzature è tale da giustificare la spesa per l'installazione dell'impianto di raccolta e redistribuzione.

##### RECUPERO DELLE ACQUE PIOVANE

Il progetto considera la copertura degli edifici delle Architetture di Servizio (in particolare delle Stecche) come grandi collettori di acqua piovana, da destinare a tre differenti modalità di utilizzo:

- parte dell'acqua piovana viene trattenuta al livello di copertura da appositi sistemi di ritenzione (tipo "Daku") che alimentano la crescita della vegetazione del tetto verde.
- l'acqua non trattenuta viene in parte conservata per l'irrigazione dei giardini di testata e della vegetazione piantumata negli spazi di prossimità.



## COMUNICAZIONE

Linea guida in ogni fase della progettazione è stata quella, non solo di cercare di progettare un edificio il più sostenibile possibile, ma anche di fare in modo che l'edificio stesso si "raccontasse" al pubblico, dimostrando le sue caratteristiche e denunciando la volontà di base del progetto e della manifestazione stessa.

Il legno, grandemente utilizzato, già denuncia precise scelte progettuali, così come il verde estensivo in copertura insieme a tanti altri accorgimenti.

Il progetto prevede di lasciare a vista tutte le superfici e gli elementi portanti strutturali in legno, per dichiarare in questo modo l'attenzione dedicata al tema della sostenibilità e alle scelte estetiche da esso indotte.

Il progetto propone l'integrazione di architettura e interaction design in funzione della comunicazione delle idee di sostenibilità letteralmente incorporate negli edifici delle Architetture di Servizio.

Si prevede anche la proposta per lo sviluppo di un'Application per smartphone capace, puntando la fotocamera verso una qualsiasi parte dell'edificio, di rivelare all'utente tutte le caratteristiche congruenti col risparmio energetico, proprie di quell'elemento strutturale: quantità di energia grigia necessaria per la produzione, distanza dei luoghi di reperibilità dei materiali, percentuali di materiale riciclato o riciclabile, eventuali trasformazioni o usi futuri dello stesso....

Il progetto propone l'integrazione di architettura e interaction design in funzione della comunicazione delle idee di sostenibilità letteralmente incorporate negli edifici delle Architetture di Servizio. Per esempio, è possibile immaginare una application per smartphones che permetta ai visitatori - puntando la fotocamera in direzione di un determinato componente dell'edificio - di conoscere tutte le informazioni relative ad esso: di che materiale è fatto, da dove proviene la materia prima, il tracciato del suo percorso di produzione, qual'è il suo impatto ambientale (energia grigia e CO2 incorporata), come è stato montato in opera, e anche a quanti e quali usi potrebbe essere destinato dopo la chiusura dell'Expo Milano 2015....

Se gli edifici delle Architetture di Servizio si trasformano in un vero e proprio reclamation site, è possibile con la stessa application per smartphone immaginare di poter scegliere e prenotare l'acquisto di uno o più "pezzi" delle architetture che avranno caratterizzato il grande evento espositivo di Milano 2015. Un modo per trasformare l'architettura in una sorta di memoria collettiva ed interattiva.

