

BIO ARCHITETTURA

anno XXIV n. 98-99



BIO ARCHITETTURA

mag - ago 2016

POSTE ITALIANE SPA
Spedizione in abbonamento postale
D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n.46)
art. 1, comma 2, CNS BOLZANO
BIMESTRALE

Non riceve alcun finanziamento pubblico

€ 12,00

BIO ARCHITETTURA
C.P. 61 - 39100 Bolzano, Italy



Governare il territorio, la genetica della città, nuovo ospedale in Uganda, rifugi d'autore, Dreiklang, GangCity, Bird sanctuary in Svezia

98-99



BIOARCHITETTURA® - In distribuzione anche presso

- | | |
|---|--|
| Libreria Arca, Anzola dell'Emilia (BO) | Libreria Antica & Moderna Fiorentino, Napoli |
| La Feltrinelli Libri e Musica, Bari | Libreria C.L.E.A.N., Napoli |
| Libreria Campus, Bari | Il Punto libreria, Napoli |
| Libreria Fassi, Bergamo | Libreria Ginnasio Progetto, Padova |
| Libreria Mel Bookstore, Bologna | Libreria Dante, Palermo |
| Libreria Mardi Gras, Bolzano | Pietro Fiaccaioni, Parma |
| Libreria Einaudi, Brescia | Filograsso Libri, Pescara |
| Libreria Mondadori, Caserta | Libreria Campus, Pescara |
| Libreria Arca, Casalecchio di Reno (BO) | Libreria dell'Università - Eredi, Pescara |
| Libreria Giunti al punto, Cesena | Libreria Pellegrini, Pisa |
| Libreria Minerva, Cesena | Libreria Giavedoni, Pordenone |
| Libreria Sovilla, Cortina d'Ampezzo (BL) | Libreria Al Castello, Prato |
| Libreria Golden Books, Diegaro di Cesena (FC) | Libreria Pepo, Reggio Calabria |
| Libreria Mel Bookstore, Ferrara | Associazione MAG 6, Reggio Emilia |
| Libreria Alfani Editrice, Firenze | Libreria La Compagnia, Reggio Emilia |
| Libreria L.E.F., Firenze | Block 60 Libreria Pulci, Riccione (RN) |
| Libreria Cardini Press, Firenze | Libreria Giurid. Flaminio, Rimini |
| Libreria Licos, Firenze | Book&bar, Roma |
| Libreria Punto di Vista, Genova | Libreria Casa dell'Architettura, Roma |
| Libreria Nuova P. Bozzi, Genova | Libreria Celdes, Roma |
| Edicola, Lagonegro (PZ) | Libreria Dei, Roma |
| Libreria Liberrima, Lecco | Librerie Kappa, Roma |
| Libreria Bernardelli, Mantova | Libreria Orienta, Roma |
| Eco Bookshop Valucine, Milano | Libreria Mel Bookstore, Roma |
| Cooperativa Univ. Studio e lavoro, Milano | Art Book Lingotto, Torino |
| La Cerchia, Milano | Librerie Celid, Torino |
| Libreria Clup, Milano | La Rivisteria, Trento |
| Libreria Hoepfl, Milano | Libreria LT2 Toletta, Venezia |
| Libreria Skira, Milano | Libreria Rinascita, Verona |
| Feltrinelli Libri & Musica, Napoli | Galla Librarsi, Vicenza |
| | Libreria Tavella Lamezia |

Foto in copertina

Casa Krier, Duomo, Liguria: dettaglio della scala in legno



Ad alcune delle future edizioni della nostra rivista verrà allegato "Le Carré Bleu / feuille internationale d'architecture" quando avrà la tradizionale forma di dépliant, mentre il fascicolo continuerà ad essere reperibile su www.lecarrébleu.eu dove, su iniziativa de "La Cité de l'Architecture et du Patrimoine" di Parigi, sono sempre disponibili gratuitamente tutti i numeri in progressi.

"Le Carré Bleu" (dal 2001 in edizione trilingue: francese, inglese, italiano), nato nel 1958 a Helsinki e trasferito a Parigi negli anni '60, ha da sempre sviluppato i temi della sostenibilità e dell'interdisciplinarietà. La collaborazione con "Bioarchitettura®", iniziata da qualche anno, con "La formation à l'architecture durable" è positivamente proseguita in successive iniziative, attraverso una sinergia che punta ad esaltare le diffusioni delle importanti tematiche condivise. Massimo Pica Ciamarra e Witfrida Mitterer

Comitato culturale

- Konrad Bergmeister - ingegnere, Bolzano
- Frijof Capra - scienziato, fisico sistemico, Berkeley - Univ. of California
- Antonio Covi - economista, Università di Padova
- Rainer Graefe - facoltà Architettura Università di Innsbruck (A)
- Peter Huebner - architetto, Stoccarda (D)
- Rob Krier - urbanista e architetto, Berlino (D)
- Lucien Kroll - urbanista e architetto, Bruxelles (B)
- Gernot Minke - ingegnere, Università di Kassel (D)
- Carlo Morici - ingegnere, DAPT Università di Bologna
- Julius Natterer - strutturista, Politecnico di Losanna (CH)
- Joachim Eble, architetto, Tubinga (D)
- Herbert Dreiseitl, paesaggista, Ueberlingen (D)
- Christian Schaller, architetto e urbanista, Colonia (D)

Comitato scientifico

- Massimo Pica Ciamarra - Architetto, Napoli
- Presidente Comitato scientifico
- Mario Angelelli, Roma
- Luigi Barbalano, Roma
- Giulio Ceppi, Milano
- Ermo Chicchi, Bolzano
- Arnaldo Da Vià, Verona
- Francesco Ferrara, Lipari
- Margherita Finamore, Pesaro
- Barbara Fornasir, Trieste
- Virginia Gangemi, Napoli
- Antonio Giorgini, Massa Carrara
- Salvino Maltese, Noto
- Alberto Di Cintio, Firenze
- Francesco Diaferio, Canosa
- Maurizio Giannotti, Gabicce
- Luca Gibello, Torino
- Giuseppe Graziani, Castel di Sangro
- Carmen Lantieri, Sanremo
- Anita Mancini, Frosinone
- Antonio Marano, Catania
- Elio Marchese, Imperia
- Mario Pasquale Martorano, Potenza
- Cecilia Neri, Roma
- Luigi Nevaloro, Alcamo
- Milena Preziuso, Sanremo
- Giovanni Renda, Lamezia Terme
- Laura Rubino, Bari
- Annarita Santilli, Pesaro
- Maria Grazia Santoro, Lagonegro
- Maria Rita Santoro, Bologna
- Cristina Tealdi, Imperia
- Norberto Vaccari, Reggio Emilia
- Alceo Vado, Cagliari
- Angelo Verderosa, Avellino

Comitato tecnico

- Josef Brida, Gianni Nerobutto, Robert Blas
- Wolfgang Holzfeind, Andreas von Möri, Andrea Di Stefano, Claudio Fiorentini, Werner Rizzi, Eugenio Guarascio

Indice fotografico

Le immagini degli articoli sono fornite dagli autori e dalla redazione tranne se diversamente citato nella didascalia a corredo delle foto.

BIOARCHITETTURA® n. 98-99

Organo ufficiale della Fondazione Italiana di Bioarchitettura e antropizzazione sostenibile dell'ambiente.

Direttore responsabile

Witfrida Mitterer

Redazione e grafica

Monica Carmen

Lettorato

Sandra Bortolin

Redazione

Bioarchitettura
C.P. 61 - 39100 Bolzano, Italy
tel. +39 0471 973097
fax. +39 0471 973073
redazione@bioarchitettura-rivista.it
www.bioarchitettura-rivista.it

Stampa

Tipografia Weger - Bressanone (BZ)
Pagine interne e copertina sono stampate su carta chlor free

Editore Bioarchitettura

Via Portici 71
39100 Bolzano
IBAN: IT 58 M 06045 58220 0000 00019700
BIC- SWIFT: CR BZ IT 2B 050
Conto corrente postale
IBAN: IT 54 H 07601 11600 0000 91606459

Prezzo

1 copia	€ 12,00
1 copia arretrata	€ 20,00
Abb. a 6 numeri	€ 60,00
Abb. a 6 numeri estero	€ 120,00

Anno XXV - n° 98-99

08/2016
Reg. Trib. Bolzano
BZ 8/30 RST del 30.03.90
ISSN 1624-050X
Spediz. in A.P. - L. 27.02.2004
art. 1, comma 1, NE Bolzano

Distribuzione

JOO - Milano

Concessionaria esclusiva per la pubblicità

Bio.com
C.P. 61 - 39100 Bolzano
e-mail: marketing@bioarchitettura-rivista.it

La responsabilità per gli articoli firmati è degli autori. Materiali inviati per la pubblicazione, salvo diversi accordi, non si restituiscono.

La pubblicità su BIOARCHITETTURA® è sempre informazione selezionata.

Le scelte editoriali, gli articoli e le comunicazioni hanno esclusivamente motivazioni culturali, pertanto non contengono alcuna forma di pubblicità redazionale. A tutela dell'inserzionista e del lettore, la pubblicità è sempre evidenziata come tale e sottoposta al vaglio del Comitato Scientifico, che si riserva di non accogliere richieste non in linea con la propria filosofia progettuale.

EDITORIALE

M.Pica Ciamarra

URBANISTICA

Carl Fingerhuth

ARCHITETTURA

Monica Carmen

Monica Carmen

Petra Messerschmidt

Rolf Messerschmidt

Angelo Mingozzi

RESTAURO

Rob Krier

Fabio Giovannelli

GIVILTA'

Monica Carmen

DESIGN

Giulio Ceppi

GOVERNARE IL TERRITORIO

L' emergenza non insegna

LA GENETICA DELLE CITTÀ

Saper leggere le trasformazioni urbane

LA SANA FOLLIA COSTRUISCE FUTURO

Renzo Piano e Tamassociati per Emergency in Uganda

BIRD SANCTUARY

Centro visitatori sul lago di Tåkern

RITMI MULTIGENERAZIONALI

Dreiklang a Tübingen

ARCHEOLOGIA A MARZABOTTO

Il museo etrusco di Kainua

RIFUGI D'AUTORE

Duomo come casa e atelier

IL GUSTO ANTICO DELLO CHARME

Ristorante ed albergo nell'ex municipio di Egna

CRIMINALI DI PERIFERIA

Sei maestri della fotografia raccontano la Gangcity

UNA POSATA PER TUTTI

L'attenzione ai bisogni diventa prassi

Angelo Mingozzi

ARCHEOLOGIA A MARZABOTTO

Il museo etrusco sull'antica Kainua



Vista del fronte sud del museo e dettaglio della balconata in legno, che oltre a svolgere le funzioni di collegamento e di spazio espositivo esterno, offre una vista panoramica sull'area archeologica. E' anche un elemento fondamentale del sistema di controllo bioclimatico delle sale esposte a sud.

Il museo contemporaneo è una struttura dinamica, di forte valenza simbolica, in continua evoluzione, che si trasforma in relazione ai mutamenti culturali e sociali.

Tuttavia i musei sono spesso collocati in edifici nati per altri scopi e riadattati alla nuova funzione. Non sono quindi, in genere, dotati di idonea qualità ambientale e condizioni climatiche interne appropriate alla conservazione degli oggetti esposti. Nei casi invece di strutture recenti, progettate appositamente per la funzione museale, il controllo climatico è quasi sempre affidato ai soli impianti tecnologici, negando ogni rapporto con la luce naturale, con la percezione del paesaggio e, più in generale, con il luogo e il clima locale. Una scelta solo apparentemente razionale, che semplifica il controllo degli aspetti termoigrometrici e luminosi, ma paga il prezzo di un alto consumo di risorse energetiche e sacrifica alcuni aspetti legati al benessere delle persone.

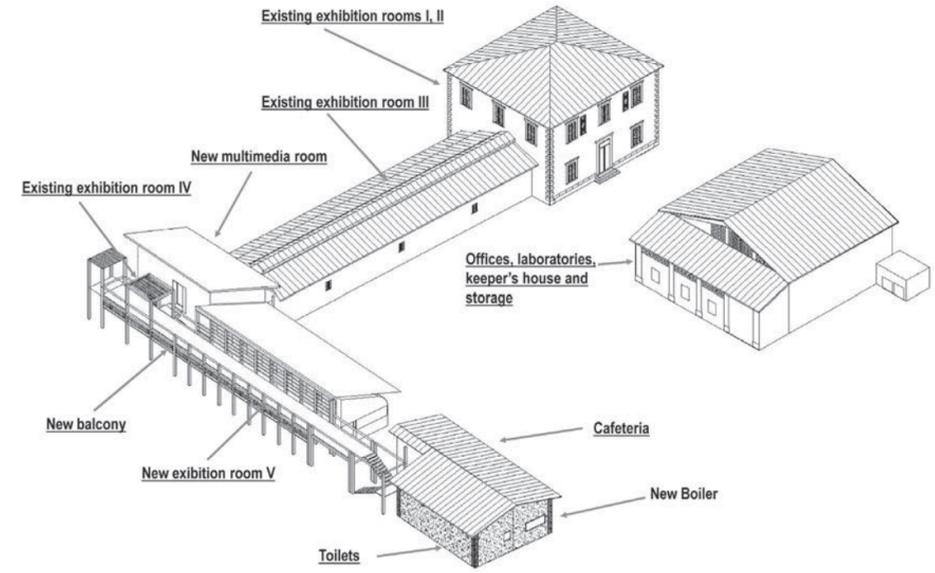
Al contrario, il museo dovrebbe essere un luogo aperto, a basso impatto ambientale, in cui il benessere delle persone e la conservazione preventiva degli oggetti trovano un loro equilibrio. Ma per raggiungere questi risultati il progetto del museo deve fondarsi sul "luogo" inteso come insieme di fattori ambientali, sociali e culturali, traendo da esso ispirazione e soluzioni progettuali "adattive" per l'architettura.

La riqualificazione del Museo Nazionale Etrusco "Pompeo Aria", sul sito archeologico della città etrusca di Kainua, fondata nel VI secolo a.C. nel luogo in cui oggi si trova Marzabotto (in provincia di Bologna), rappresenta un caso emblematico in cui le esigenze funzionali del museo archeologico, declinate dal luogo e in particolare dal clima, hanno dato forma all'architettura. Il progetto accoglie la sfida dimostrando che, anche in edifici particolari come i musei, il controllo ambientale, la conservazione ed il comfort possono essere ottenuti adottando strategie





Sopra, parco archeologico di Kainua, attuale Marzabotto.
Fondazioni della casa 6 dell'insula 1 della Regio IV (foto di Stefano Muratori). Sotto, veduta panoramica dalla balconata verso l'area orientale del parco.

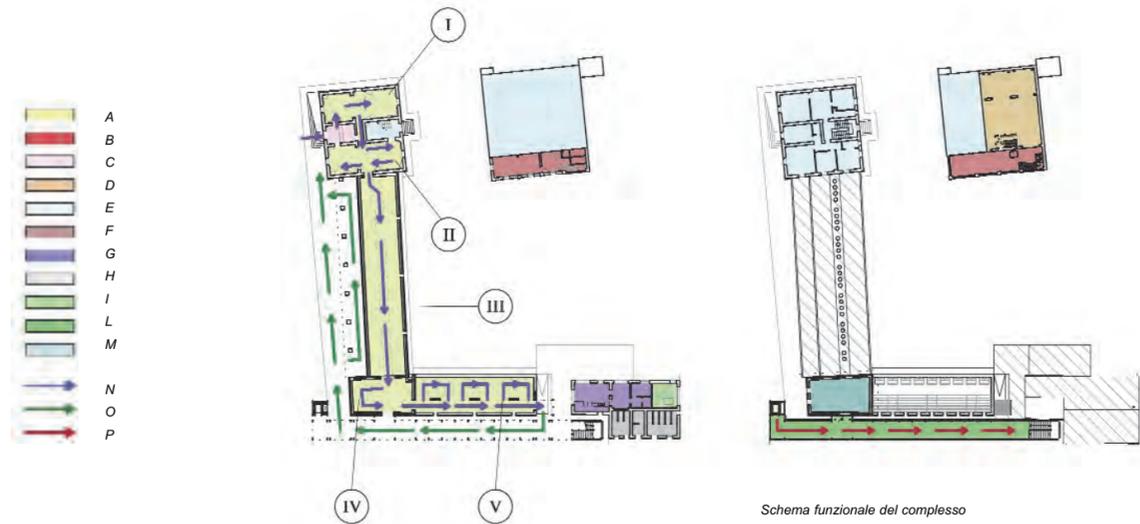
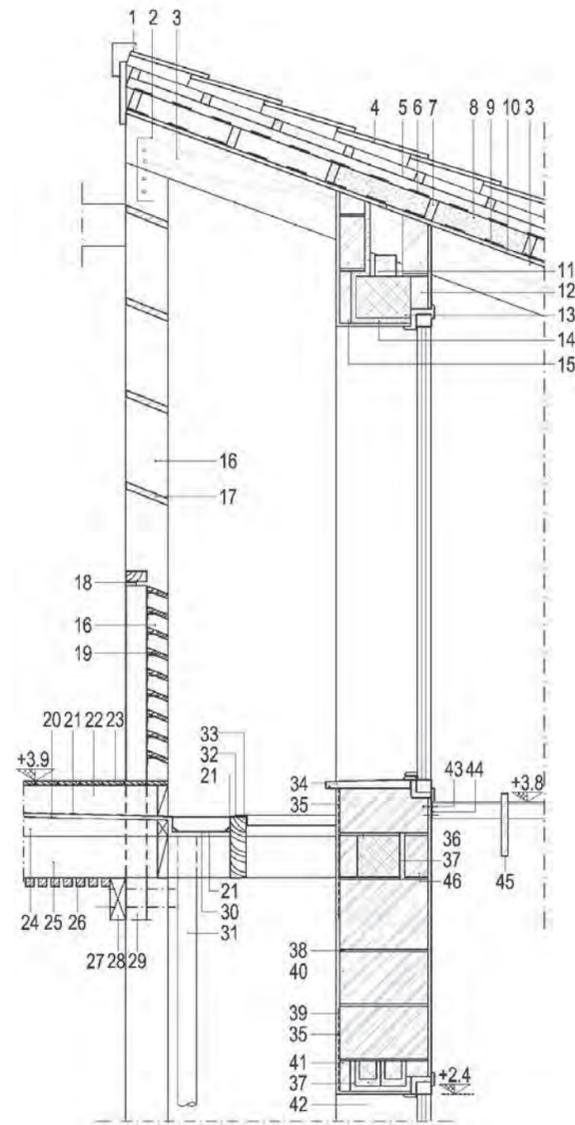


Sopra, assonometria del complesso museale.
Sotto, veduta dell'area dell'Acropoli dall'estremo occidentale della balconata.



Sezione della balconata sul fronte Sud

- 01 Rete di protezione antivolatile in alluminio per camera di ventilazione della copertura
- 02 Connessione in piastra in acciaio zincato 300 x 75 x 5 mm
- 03 Travi in legno di larice stagionato in maniera naturale
- 04 Manto di copertura in coppi e embrici in laterizio
- 05 Listelli e contro listelli grezzi in legno
- 06 Membrana impermeabilizzante traspirante
- 07 Listelli in legno di contenimento isolamento e contrasto, 4x10cm
- 08 Pannelli isolanti in fibra di legno, assemblati senza l'uso di sostanze chimiche aggiuntive, spessore 10 cm.
- 09 Membrana traspirante con funzione di freno vapore
- 10 Tavolato in legno di larice con profilo lavorato maschio-femmina, con o senza fuga, piattate ed impregnate all'acqua su un lato.
- 11 Dormiente 10 x 10 in legno di larice massello
- 12 Cartella in laterizio porizzato con farina di legno, spessore 8 cm
- 13 Cordolo in cls armato
- 14 Pannelli isolanti in fibre di legno legate spessore 25 mm
- 15 Cartella dello stesso tipo della muratura portante realizzata in laterizio porizzato con farina di legno, spessore 5.4 cm
- 16 Legno in larice massello sagomato spessore 3.5 cm a supporto delle lamelle in larice massello
- 17 Lamella in legno di larice massello 20 x 4 cm ad intervalli uguali dimensionata per controllo dell'irraggiamento solare
- 18 Profilato angolare in acciaio zincato 80 x 40 x 5
- 19 Angolare in acciaio 30 x 30 x 3 mm (L=100mm)
- 20 Assito in legno compensato, spessore 1.8 cm, pendenza 2%
- 21 Guaina impermeabilizzante traspirante
- 22 Travetti in legno di 15 x 5 cm
- 23 Tavolato in legno
- 24 Travetti in legno larice massello di pendenza 2 %
- 25 Travetti in legno larice massello 20 x 5
- 26 Listello in legno larice massello 4 x 4 cm ad interasse di 6 cm
- 27 Connessione con due bulloni M12
- 28 Trave in legno di larice 20 x 5 cm
- 29 Montante intermedio in legno di larice 10 x 5 cm
- 30 Assito in legno compensato spessore 1.8 cm
- 31 Pluviale in metallo Ø 90
- 32 Angolare in acciaio zincato 50 x 5 x 3 mm
- 33 Travetti in legno di larice 30 x 7.5
- 34 Bancale in pietra arenaria
- 35 Rete metallica in fibra di vetro estesa 30 cm oltre la zona di contatto tra cordolo e muratura
- 36 Cordolo in cls armato
- 37 Panelli in fibre di legno legate, spessore 25 mm
- 38 Allettamento corsi orizzontali con miscela di calce idraulica naturale e sabbie selezionate, classe di resistenza M3
- 39 Intonaco esterno in calce idraulica naturale, con pittura esterna ai silicati ed interna a calce
- 40 Muratura portante a taglio termico sui corsi verticali realizzata con blocchi semipieni in laterizio porizzato con farina di legno, spessore 42 cm al netto dell'intonaco
- 41 Tavella in laterizio porizzato
- 42 Architrave prefabbricato in laterizio
- 43 Tassello meccanico per murature
- 44 Piastra rettangolare
- 45 Lamelle in metallo, ad intervalli variabili dimensionata per controllo della luce naturale nella stagione fredda
- 46 Cartella in laterizio porizzato con farina di legno, 11 cm.



Schema funzionale del complesso

- A) Sale espositive esistenti (I, II, III, IV); B) Nuova sala espositiva;
- C) Ingresso biglietteria; D) Deposito; E) Laboratori e casa del custode;
- F) Uffici; G)Caffetteria; H) Servizi igienici; I) Centrale termica;
- L) Balconata panoramica; M) Nuova sala multimediale; N) Percorso espositivo interno; O) Percorso espositivo esterno;
- P) Percorso con vista panoramica.

passive e grazie ad un approccio integrale alla progettazione.

Dopo quasi dieci anni dal suo completamento, il museo "Pompeo Aria" testimonia che l'uso di tecnologie semplici e di materiali a basso impatto ambientale può risultare una strategia efficace per lo sviluppo sostenibile, purché tale utilizzo venga supportato da adeguati strumenti metodologici di progettazione.

Il museo esistente

Il museo custodisce i reperti del sito archeologico in cui è situato, l'insediamento di Kainua, unica città etrusca che conserva la propria struttura urbana originale. I primi reperti, ritrovati nel IX° secolo, erano stati custoditi all'interno della villa della famiglia Aria e poi ceduti nel 1933 allo Stato Italiano insieme all'area archeologica.

All'inizio del 2000 il complesso museale era costituito da corpi di fabbrica di epoca diversa. Una casa colonica ricostruita dopo la seconda guerra mondiale, con pareti massive in muratura portante, ospitava le sale espositive I e II. Sul lato sud, collegati alla casa colonica, due corpi di fabbrica degli anni '70 e '80, con struttura in cemento e pareti esterne di mattoni forati, contenevano le sale espositive III e IV. Un ulteriore corpo di fabbrica allungato lungo l'asse est-

ovest, in mattoni forati, ospitava il deposito e la centrale termica.

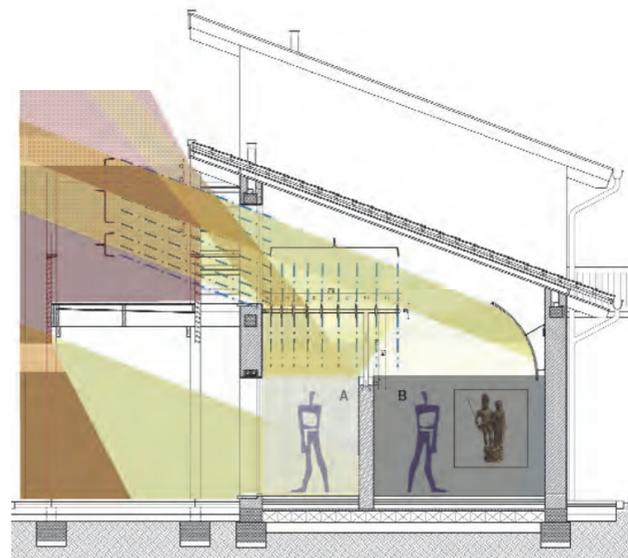
Il complesso museale si presentava come una struttura chiusa, priva di relazioni con l'esterno. L'area archeologica risultava poco funzionale dal punto di vista della fruizione, carente per quanto riguarda la qualità del microclima, il benessere e la conservazione dei reperti, poco efficiente sotto il profilo energetico.

La necessità di riqualificare il complesso edilizio ha offerto l'opportunità di inserire il museo come caso di studio nell'ambito di tre ricerche europee sulla sostenibilità e l'efficienza energetica degli spazi museali.

Il progetto

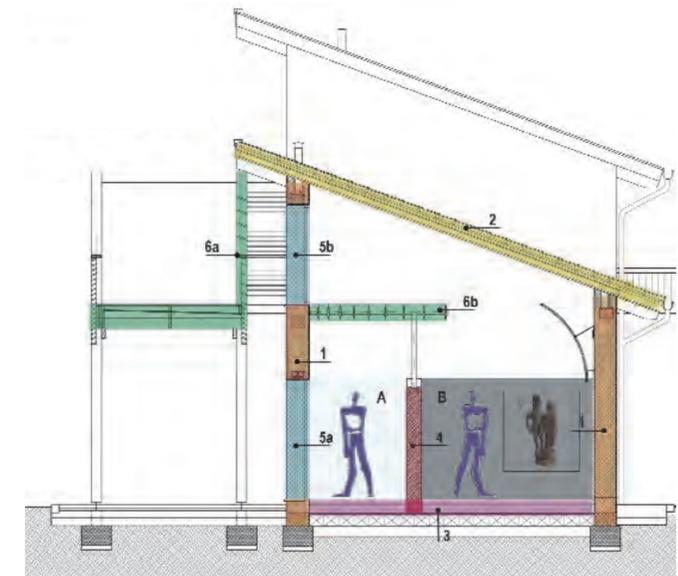
Il progetto di riqualificazione si è quindi sviluppato in un ambito culturale e di ricerca di respiro europeo attraverso cui sono state definite nuove metodologie per la progettazione e riqualificazione dei musei archeologici dell'area mediterranea. (*Retrofitting of museums for antiquities in the mediterranean countries - DELPHI, 1996 - 1998*). Successivamente sono state formulate proposte di riqualificazione di alcuni musei analizzati, individuando diversi scenari progettuali e valutandone i benefici in relazione a qualità ambientale e risparmio energetico (*Guidelines for the design and the retrofitting of energy efficient museums for antiquities in the mediterranean countries, DELPHI 1998 -1999*). Il progetto vero e proprio è stato sviluppato nell'ambito dell'ultima ricerca europea sulla sostenibilità ed efficienza energetica degli edifici a destinazione museale (*Energy and Sustainability in Retrofitting and New Museum Buildings, 2000 - 2004*). E' stato articolato in diverse fasi comprendenti la progettazione con simulazioni energetiche e di qualità ambientale, la realizzazione ed infine il monitoraggio ad interventi effettuati.

Il progetto di riqualificazione ha previsto la suddivisione in tre stralci funzionali,



A) spazio distributivo: i compiti visivi richiedono elevati livelli di illuminazione, luce naturale diretta e diffusa
 B) spazio espositivo: i compiti visivi e la conservazione preventiva richiedono bassi livelli di illuminazione, solo luce naturale diffusa.

1. muraure massive caratterizzate da isolamento diffuso e permeabilità al vapore acqueo
2. tetto ventilato, termicamente isolato
3. pavimento massivo, termicamente isolato e con riscaldamento radiante
4. partizioni massive realizzate con mattoni pieni
5. chiusure trasparenti (esposizione sud)
- 5a. finestre inferiori: connessione visiva con l'esterno, illuminazione con luce naturale diretta
- 5b. finestre superiori: illuminazione con luce naturale diffusa
6. sistemi di schermatura solare
- 6a. all'esterno: oggetto orizzontale (solaio della balconata) a protezione delle finestre inferiori, lamelle inclinate a protezione delle finestre superiori
- 6b. all'interno: lamelle verticali



Nella pagina a fianco, schema degli spazi funzionali. Sopra, schemi dei componenti edilizi.
 Sotto vista dello spazio espositivo esterno sotto la balconata.

dei quali sono stati attuati solo i primi due:

Questi prevedevano la realizzazione di una nuova sala espositiva (sala V) ricostruendo il precedente deposito, e la ristrutturazione e sopraelevazione della sala IV. Non sono state invece realizzate le opere volte alla riqualificazione dell'ala contenente la sala III.

La progettazione si è basata sull'analisi del sito e l'identificazione dei livelli di qualità residua degli aspetti termici, d'illuminazione, acustici ed energetici, individuando quattro temi principali: il benessere delle persone, la conservazione preventiva dei reperti, il layout di distribuzione, la connessione visiva con il parco archeologico.

Riguardo ai primi due sono state definite le condizioni ottimali per l'esposizione dei reperti e la compatibilità con il benessere delle persone in termini di luce, temperatura, umidità. Riguardo agli altri due temi, il progetto mira a trasformare il museo in un sistema aperto creando una naturale continuità tra la visita all'area archeologica e quella al museo, ponendo in relazione visiva le sale espositive ed il parco archeologico.

Per raggiungere gli obiettivi si è deciso di trasformare il deposito a sud in una nuova sala espositiva (sala V), di demolire e ricostruire il profilo del corpo

di fabbrica esistente, di realizzare una nuova sala multimediale sopraelevando di un piano la sala IV e di realizzare una balconata lungo il fronte sud. La balconata svolge diverse funzioni: collegamento orizzontale e verticale, spazio espositivo esterno, vista panoramica sull'area archeologica, connessione degli spazi espositivi con l'area archeologica, fondamentale elemento del sistema di controllo bioclimatico delle sale IV e V. Dal piano superiore della balconata si può godere di una vista suggestiva verso l'area a sud, mentre l'architettura incornicia una veduta verso l'acropoli posta su una lieve collina a ovest.

Approccio bioclimatico e tecniche di controllo passivo

Durante la fase progettuale sono state simulate con strumenti informatici diverse soluzioni tecniche bioclimatiche e passive, allo scopo di scegliere e perfezionare quelle più semplici ed efficienti. È stato studiato il comportamento energetico dell'edificio nel suo insieme e dei singoli elementi tecnologici che lo compongono.

La luce diurna è progettata in relazione al comfort visivo e alle esigenze di conservazione preventiva. Questi obiettivi sono perseguiti attraverso un corretto orientamento e dimensionamento delle superfici vetrate, con dispositivi di ombreggiatura e diffusione esterni ed interni, volti a controllare e regolare la radiazione solare. Il sistema di illuminazione artificiale è controllato da un Building Management System (BMS) impostato per attivare l'illuminazione artificiale dei reperti quando i visitatori si avvicinano e la luce naturale non è adeguata.

La nuova sala espositiva, con un doppio ordine di finestre, è suddivisa in due spazi: quello sul lato sud, dove lo spazio di distribuzione è maggiormente illuminato e trasmette un senso di continuità con l'esterno; quello sul lato nord dove lo spazio espositivo ha luce naturale diffusa per mantenere un ambiente più stabile e preservare i reperti sensibili alla luce. Questo effetto è ottenuto con il contribu-

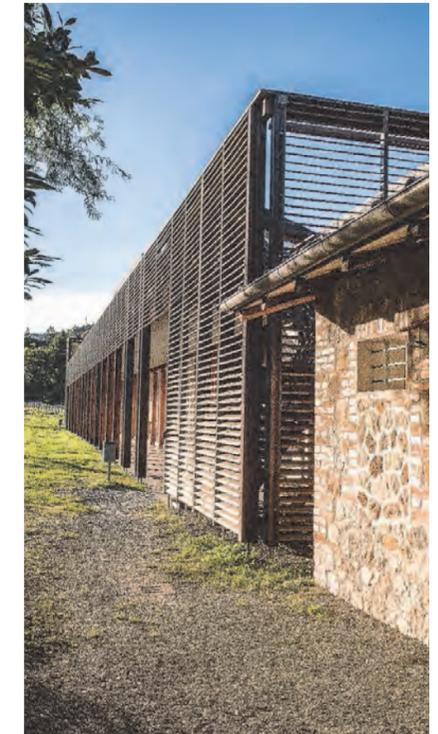


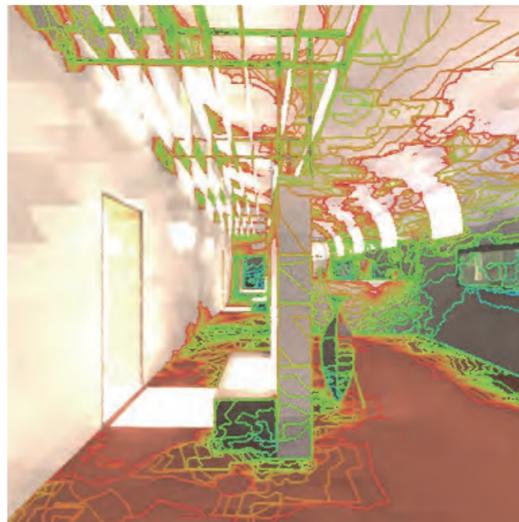


Sopra, fronte ovest del museo con il portico a protezione di un'area espositiva esterna. Sul fondo la balconata incornicia l'area archeologica. Sotto, viste della sala V, con il sistema di schermature interne.

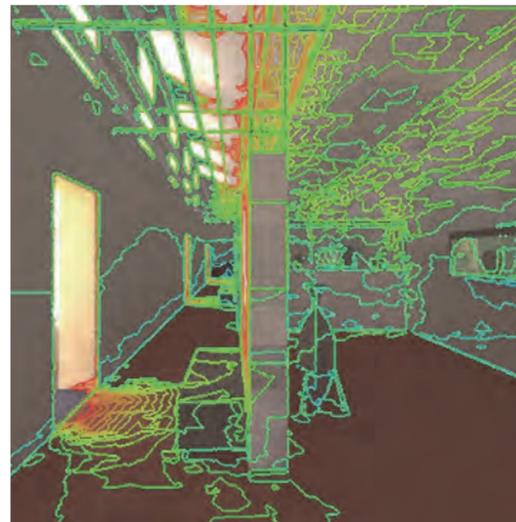


Sopra, facciata sud. Sotto, a sinistra vista del sistema di schermatura esterno delle finestre alte della sala V. A destra, scorcio dell'innesto della balconata con l'edificio servizi.





Sopra, simulazione dei livelli di illuminazione naturale misurati il 21 dicembre alle ore 12.00 (a sinistra) e il 21 giugno alle ore 12.00 (a destra)



to sinergico del sistema di schermature esterne e interne. In corrispondenza delle finestre del livello più basso sono posti dei setti in muratura che proteggono lo spazio espositivo dalla radiazione diretta evitando l'abbagliamento e fastidiosi riflessi sulle vetrine. Un sistema interno di lamelle viene utilizzato per intercettare e reindirizzare i raggi solari che entrano nelle stagioni invernali e intermedie dalle finestre in alto. Le lamelle interne sono progettate per diffondere una maggiore quantità di luce nel corridoio e minore nello spazio espositivo. I vetri delle finestre superiori sono dotate di filtro UV per preservare gli oggetti esposti.

Le pareti esterne della nuova ala sono in muratura portante, realizzata con blocchi porizzati di laterizio ad incastro verticale in grado di garantire elevata inerzia termica. Gli intonaci sono in calce idraulica naturale, pitture a calce all'interno e pitture ai silicati all'esterno.

Durante la stagione fredda le finestre a sud catturano la radiazione solare che non è intercettata dalle schermature esterne appositamente progettate. L'energia termica è immagazzinata all'interno della massa delle pareti portanti in muratura, dai setti interni in laterizio pieno posti davanti alle finestre e dal pavimento in cocciopesto.

Durante la stagione calda, la facciata sud è totalmente ombreggiata da dispositivi di schermatura esterni come gli sporti dei tetti e la balconata (progettati per consentire guadagni solari durante la stagione fredda). I carichi termici diurni interni ed esterni sono assorbiti dalle pareti massive durante il giorno e rilasciati durante la notte grazie alle caratteristiche dei materiali di chiusura e al "freecooling" notturno, un sistema integrato di ventilazione naturale e artificiale. Il sistema di ventilazione è controllato da sensori di CO2 e sensori di temperatura interna/esterna. Il tetto a falda unica è ventilato per ridurre gli effetti della radiazione solare estiva, grazie anche all'inclinazione verso nord della falda.

Tecnologie e materiali

Attraverso un approccio multidisciplinare integrato, a fronte della complessità dei problemi da risolvere, si sono ricercate soluzioni progettuali architettoniche e tecnologiche semplici, che si adattassero al contesto.

Tecnologie e materiali sono stati scelti in base all'ottimizzazione del *Life Cycle Assessment* (ovvero la valutazione del ciclo di vita dei materiali e dei processi), preferendo materiali riciclabili di produzione locale con l'obiettivo di ridurre al minimo le emissioni nocive e l'impatto ambientale: sottofondi con materiali riciclati dalle demolizioni in loco, pareti portanti con blocchi in laterizio porizzato con farina di legno, pannelli isolanti in fibre di legno, intonaci di calce idraulica naturale, pitture ai silicati, legno di larice non trattato proveniente da coltivazioni controllate, pavimentazioni interne in cocciopesto ed esterne in arenaria, manti di copertura in embrici e coppi in laterizio.

Il progetto ha voluto sperimentare la fusione tra nuove tecnologie ed elementi della tradizione costruttiva autoctona che conservano integra la loro validità e sono una testimonianza della continuità con il passato, del quale sono visibili le tracce proprio all'interno del museo e dell'area archeologica.



Sopra, vista del lato ovest del museo.



Verifica delle prestazioni

In un clima mediterraneo continentale il controllo termico passivo rappresenta il punto più critico, soprattutto nella stagione calda, ed è particolarmente impegnativo per i musei archeologici poiché due delle condizioni più importanti per la conservazione preventiva sono mantenere la temperatura dell'aria e le variazioni di temperatura giornaliera entro limiti adeguati.

Durante la fase di progettazione, le prestazioni termiche della nuova ala sono state attentamente esaminate con strumenti di simulazione energetica dinamica. È emerso che in estate questa parte di edificio era in grado di garantire adeguate condizioni interne senza la necessità di alcun sistema attivo.

Al termine dei lavori del primo e secondo stralcio funzionale sono state effettuate diverse verifiche sui livelli di prestazione stabiliti dagli obiettivi progettuali. L'audit più recente sulle prestazioni termiche durante la stagione estiva (la stagione più critica) è stato effettuato nel mese di agosto 2014 e ha dimostrato che le simulazioni progettuali erano corrette e gli obiettivi prefissati sono stati ampiamente raggiunti.

Il monitoraggio conferma che strategie bioclimatiche accuratamente progettate sono in grado, da sole, di creare un ambiente adatto sia per il benessere delle persone che per la conservazione preventiva degli oggetti.

Il progetto del museo "Pompeo Aria", grazie ad una visione olistica dell'architettura, ha contribuito a ridefinire gli obiettivi generali e specifici dell'architettura museale, individuando metodologie e soluzioni tecniche evolute che potranno essere replicate in progetti futuri.

Riferimenti del progetto

Luogo: Marzabotto (Bologna)

Committente: Ministero dei Beni Culturali ed Ambientali, Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Emilia Romagna

Progetto e Direzione Lavori: Ricerca e Progetto - Galassi, Mingozzi e Associati, Bologna

Progetto architettonico: Angelo Mingozzi e Marco Bughi

Direz. Lavori: Angelo Mingozzi

Strutture: Raffaele Galassi

Controllo ambientale: Angelo Mingozzi e Sergio Bottigliani

Sicurezza: Giorgio Flocchi

Impianti elettrici e termoidraulici: Giorgio e Gabriele Raffellini

periodo di realizzazione: 2001-2007 (in stralci funzionali)

Lo studio "RICERCA E PROGETTO - Galassi, Mingozzi e Associati", fondato a Bologna nel 1989, è una squadra di dieci professionisti, ingegneri e architetti, affiancati da giovani collaboratori, uniti da una visione comune sostenuta da un'etica condivisa, che mette al centro del proprio lavoro la progettazione integrale di luoghi di vita in equilibrio con l'ambiente.

Lo studio sperimenta e propone soluzioni innovative, alimentando le proprie competenze attraverso un continuo aggiornamento tecnico-scientifico e un'intensa attività di ricerca, anche in ambito internazionale, sui temi della Bioarchitettura.