

*Ridurre l'impatto del caldo nei quartieri di ROMA 25 giugno 2025 Piazza del Campidoglio*

## Atlante delle pavimentazioni per la riduzione del surriscaldamento estivo

SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA  
DIPARTIMENTO DI PIANIFICAZIONE, DESIGN  
E TECNOLOGIA DELL'ARCHITETTURA



PIANO  
**lima**  
ROMA

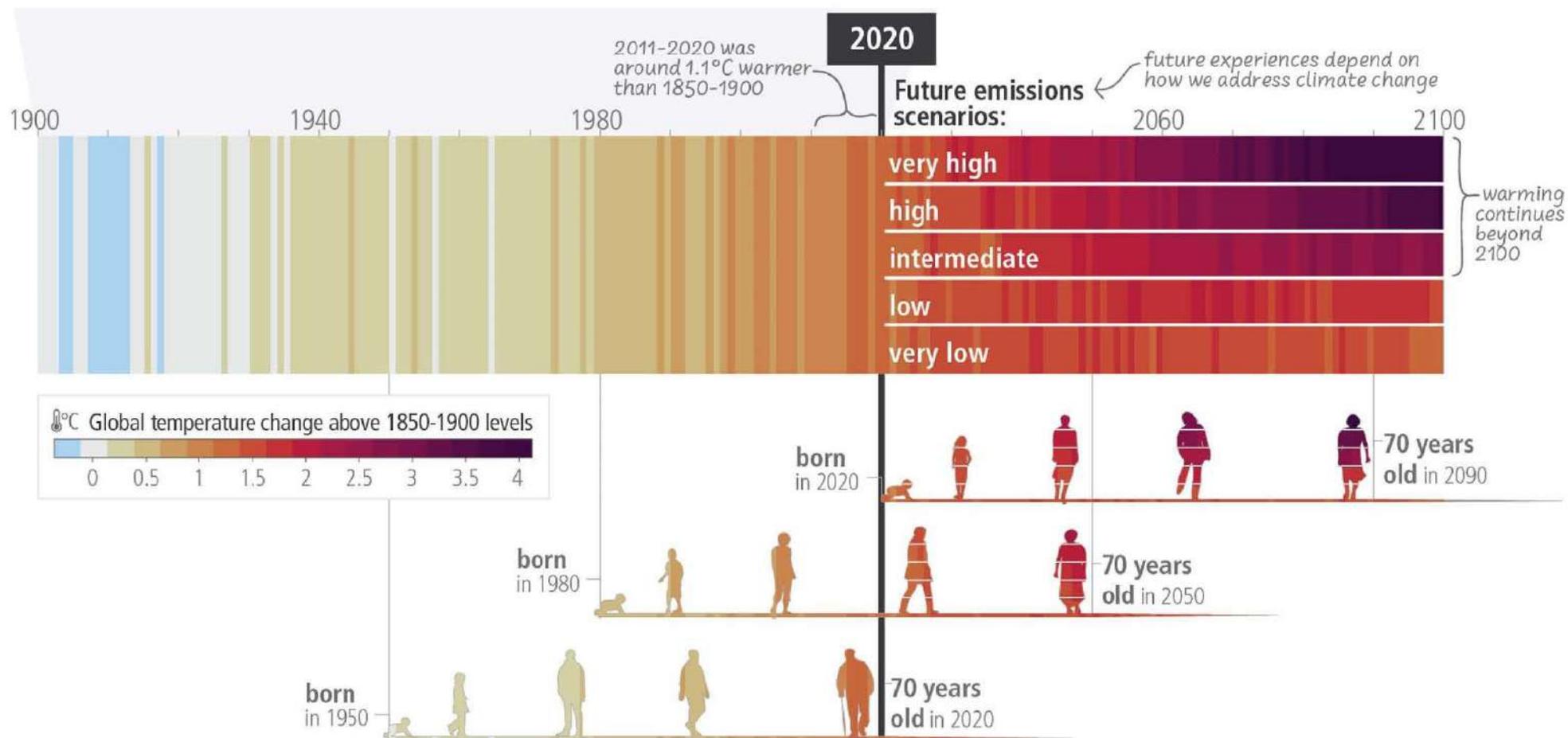


Alessandra Battisti Referente scientifico

Team di ricerca: Alessandra Battisti, Livia Calcagni, Angela Calvano, Eva Vergara, Andrea Canducci

# CLIMATE CHANGE IMPACTS

observed (1900-2020) and predicted (2021-2100) changes, effects on current and future generations



SOURCE: IPCC (2023), Sixth Assessment Report Climate Change 2023



# IMPATTO DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

a scala globale e regionale, su salute e benessere, città e infrastrutture

*CLIMATE CHANGE IMPACTS*

*global and regional scale, on health and well-being, cities and infrastructure*



## Water availability and food production



## Health and well-being



## Cities, settlements and infrastructure



## Biodiversity and ecosystems



Key

Observed increase in climate impacts to human systems and ecosystems assessed at **global level**

- Adverse impacts
- Adverse and positive impacts
- Climate-driven changes observed, no global assessment of impact direction

Confidence in attribution to climate change

- High or very high confidence
- Medium confidence
- Low confidence

SOURCE: IPCC (2023), Sixth Assessment Report Climate Change 2023

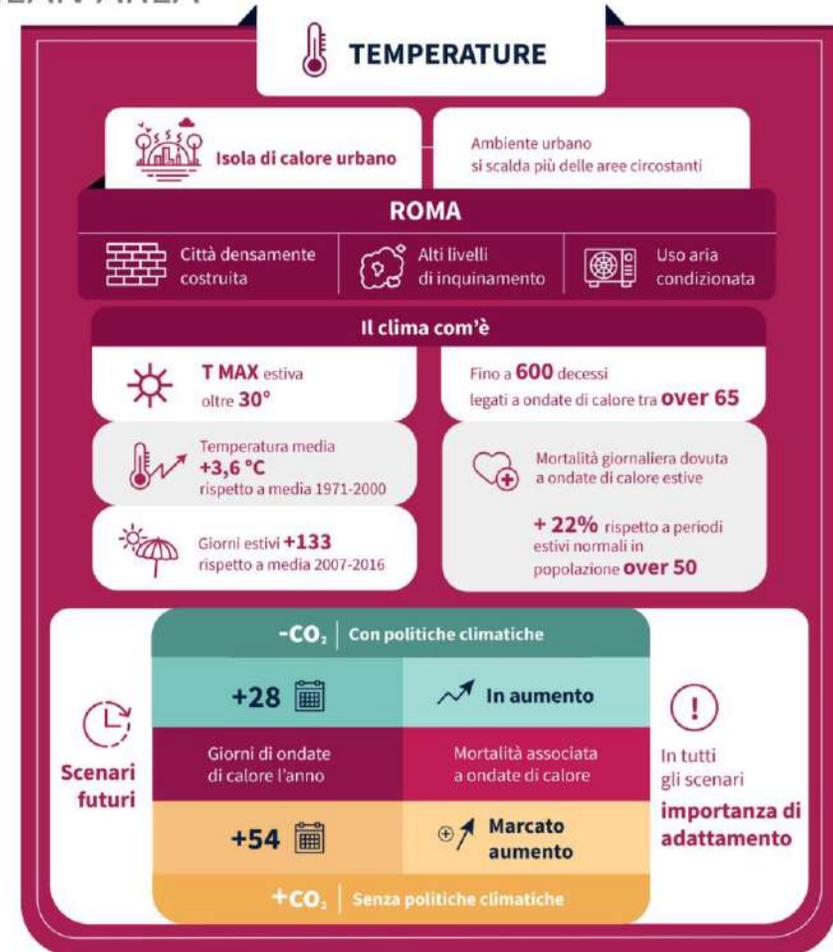


# CONTESTI URBANI DENSI E CONSOLIDATI IN AMBITO MEDITERRANEO

aumento temperature estreme e ondate di calore nella città di Roma

*DENSE AND CONSOLIDATED URBAN CONTEXTS IN THE MEDITERRANEAN AREA*

*rising extreme temperatures and heat waves in the city of Rome*



SOURCE: CMCC Centro Euro-Mediterraneo sui cambiamenti climatici, analisi dei rischi

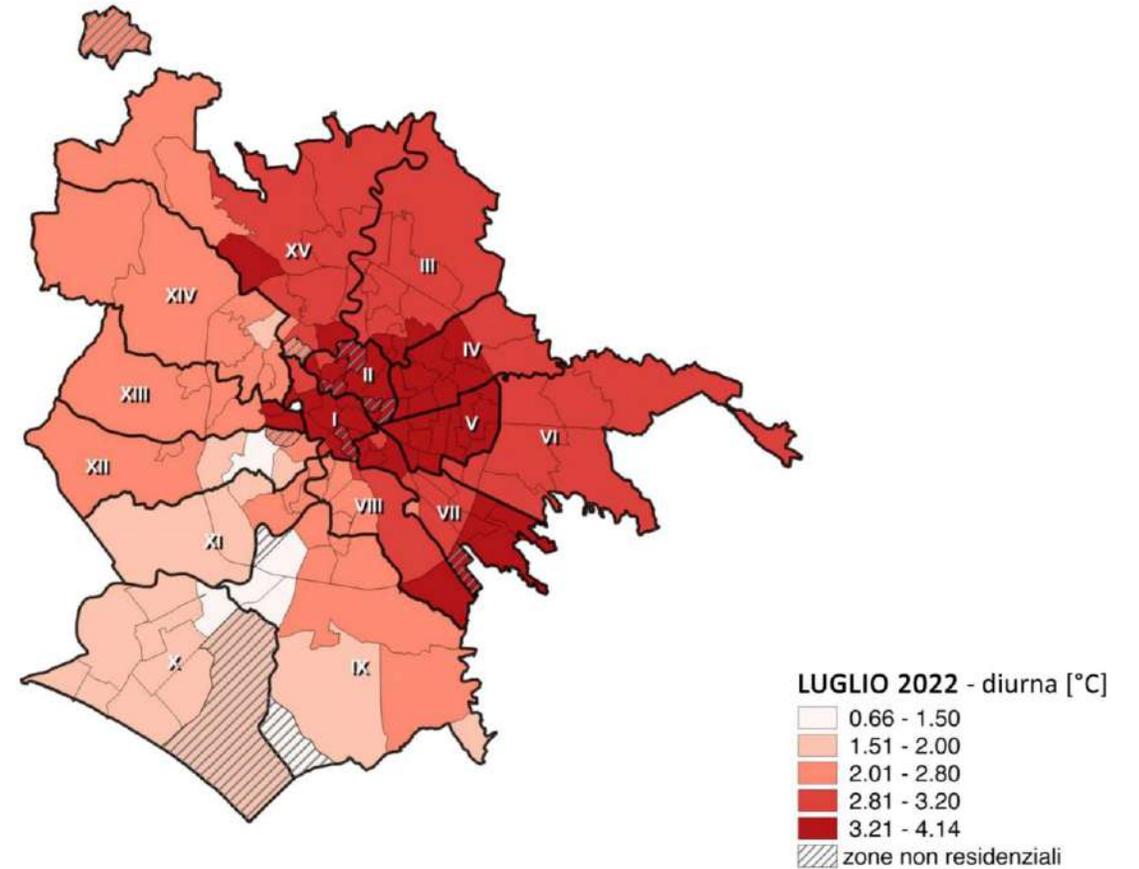
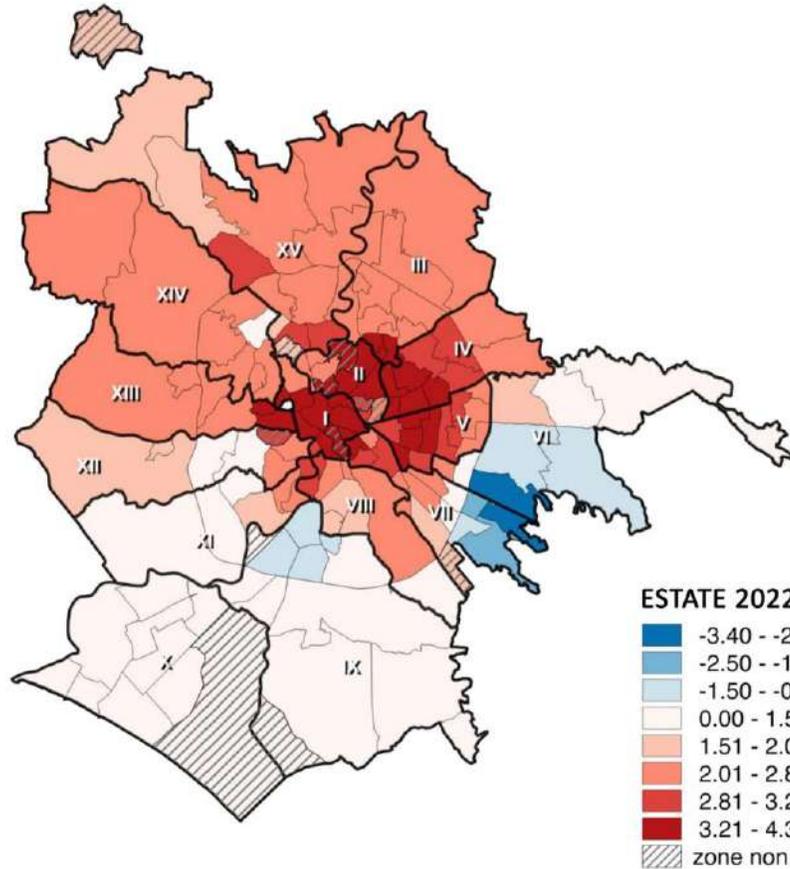


# INTENSITÀ DELL'ISOLA DI CALORE URBANO NELLA CITTÀ DI ROMA

variazioni del fenomeno dal centro storico alle zone periferiche

*URBAN HEAT ISLAND INTENSITY IN THE CITY OF ROME*

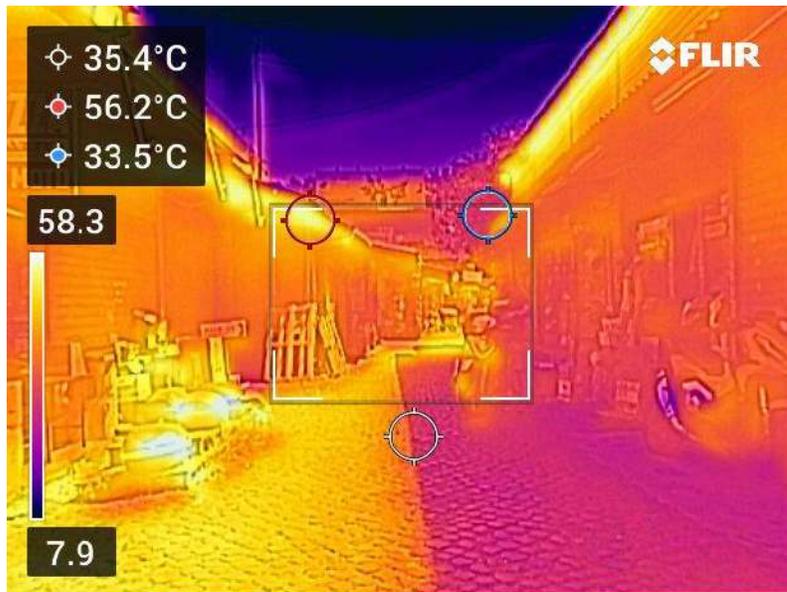
*variations of the phenomena from the historical centre to the peripheral areas*



SOURCE: *Elaborazione su dati Associazione Meteo Lazio e Centro Funzionale Regionale*

# MAPPATURA DEL SURRISCALDAMENTO ESTIVO A ROMA

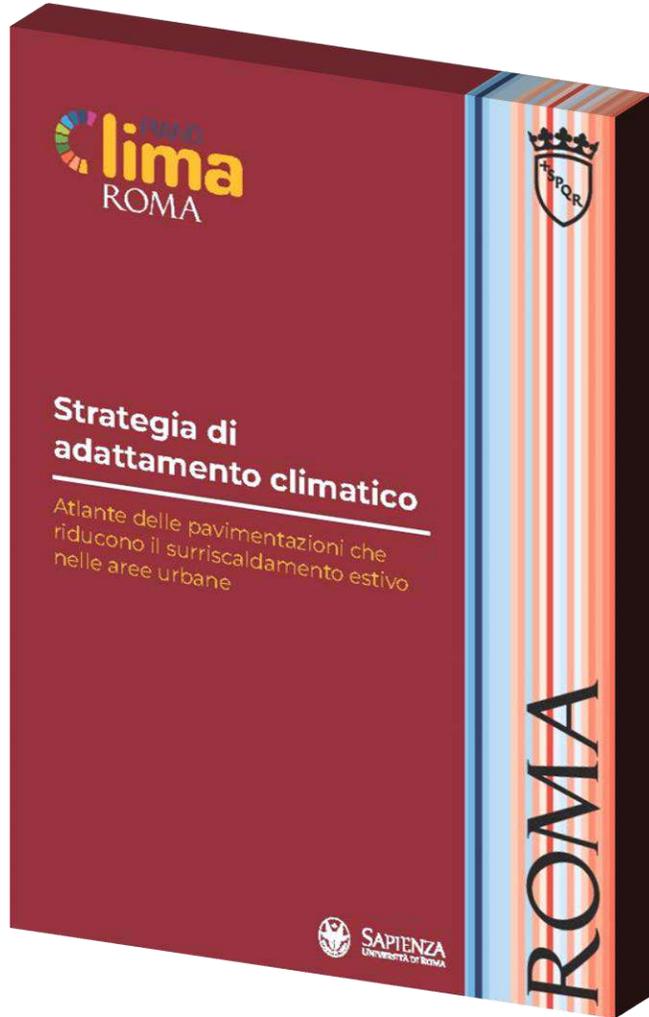
Mappatura termica | Giugno 2025 Roma



Fonte: HOTspot workshop Sapienza – Giugno 2025 Roma: Porta Portese

# ATLANTE DELLE PAVIMENTAZIONI

Per la riduzione del surriscaldamento estivo nelle aree urbane



<b>INDICE</b>	
Premessa: dalla Strategia di adattamento climatico all'Atlante delle pavimentazioni	5
<b>Glossario e Acronimi</b>	7
<b>Introduzione</b>	12
Quadro scientifico di riferimento	12
Contesto urbano	15
Comfort outdoor	18
La percezione del benessere	18
I componenti del microclima	20
I fattori che influenzano il bilancio energetico	20
I fattori architettonici che influenzano il microclima	22
La valutazione del comfort bioclimatico	25
Uso di colore urbano e le strategie di adattamento	28
Uso di colore urbano	28
Il ruolo dei materiali in ambiente urbano	31
I materiali ad elevata riflettanza	32
<b>SCHEDA MATERIALI</b>	<b>26</b>
<b>Materiali Locali Tradizionali (ML)</b>	<b>27</b>
<b>Materiali Alternativi (MA)</b>	<b>28</b>
<b>Asfalto</b>	<b>30</b>
Asfalte	32
Asfalte colorati	33
Asfalte con legante traspirante	34
<b>Calcestruzzo in opera</b>	<b>35</b>
Calcestruzzo	37
Calcestruzzo drenante	38
<b>Calcestruzzo prefabbricato</b>	<b>41</b>
Cubetti autobloccanti in calcestruzzo	44
Cubetti autobloccanti in calcestruzzo fibrolimitato	44
Lastra in calcestruzzo	45
Lastra in calcestruzzo ad alto indice di riflettanza solare (SRI)	46
Lastra drenante	47
Lastra drenante fotocatalitica	48
Lastra fotocatalitica	49
Lastra fotocatalitica	50
Masselli autobloccanti	51
Masselli autobloccanti drenanti	52
Masselli autobloccanti drenanti fotocatalitici	53
Masselli autobloccanti fibranti	54
Masselli autobloccanti fibranti fotocatalitici	55
<b>Pietre tradizionali</b>	<b>51</b>
Cubetti in basalto tipo Sempitric	51

Lastra in basalto	54
Cubetti in porfido	56
Lastra in porfido	57
Lastra in travertino	57
<b>Polimeri</b>	<b>70</b>
Gomma antiscivolo	72
Completamento in gomma	74
<b>Ceramici</b>	<b>75</b>
Cubetti autobloccanti in gres porcellanato	77
Lastra autobloccante in gres porcellanato	78
<b>Terra stabilizzata</b>	<b>79</b>
Terra stabilizzata	81
Terra stabilizzata ecologica	82
<b>Pavimentazioni erbose</b>	<b>84</b>
Manto erboso	86
Grigliato salvagato	88
<b>SCHEDA RIVESTIMENTI</b>	<b>90</b>
<b>Coating</b>	<b>91</b>
Manti rivestimenti polimerici compositi	92
Rivestimenti in resina epossidica e inica	93
<b>MATRICE: MATRICE COMPARATIVA</b>	<b>94</b>
Note e Considerazioni	98
Bibliografia	100
Strategia di adattamento climatico	102

# METODOLOGIA

## Workflow e metodi



# METODOLOGIA

## Workflow e metodi



# CLASSIFICAZIONE

## Composizione materica

ASFALTO	CALCESTRUZZO	TRAVERTINO	PORFIDO	BASALTO	GRES PORCELLANATO	TERRA STABILIZZATA	GOMMA ANTITRAUMA	PAVIMENTAZIONE ERBOSA
<p>L'asfalto è un materiale bituminoso, viscoso e nero utilizzato prevalentemente per pavimentare strade carrabili data la facilità di posa, manutenzione ed economicità.</p> <p>Campi di applicazione</p>	<p>Il calcestruzzo è un materiale composito molto versatile dalle alte proprietà meccaniche che presenta la possibilità di essere additivato con altre sostanze per modificare le sue proprietà.</p> <p>Campi di applicazione</p>	<p>Il travertino è una pietra calcarea sedimentaria composta principalmente da minerali di carbonato di calcio (95%) e caratterizzata da colori che variano dal beige al nocciola.</p> <p>Campi di applicazione</p>	<p>Il porfido è una roccia magmatica effusiva. Grazie alla sua resistenza e durabilità, è ampiamente utilizzato per le pavimentazioni esterne di percorsi pedonali e piazze.</p> <p>Campi di applicazione</p>	<p>Pietra lavica di origine vulcanica. Grazie alla sua elevata resistenza all'usura e agli agenti atmosferici è impiegata da sempre nei rivestimenti per esterni e nelle pavimentazioni stradali.</p> <p>Campi di applicazione</p>	<p>Le pavimentazioni in gres porcellanato ad alto spessore sono fabbricate a partire da un impasto di argilla magra, che cotta al forno tra i 1200-1400°C si trasforma in una ceramica a pasta dura.</p> <p>Campi di applicazione</p>	<p>Pavimentazione realizzata mescolando terreno naturale con leganti tradizionali o eco-compatibili, garantendo buona permeabilità e ottima resistenza a tutte le condizioni climatiche.</p> <p>Campi di applicazione</p>	<p>Superficie elastica e ammortizzante, permeabile e drenante, realizzata con materiali riciclati come granuli di gomma e progettata per attutire gli impatti e prevenire infortuni.</p> <p>Campi di applicazione</p>	<p>Pavimentazione permeabile composta da moduli che consentono la crescita del manto erboso e favoriscono il drenaggio, la stabilizzazione del terreno e l'integrazione con l'ambiente naturale.</p> <p>Campi di applicazione</p>
<p>Rotonda sottopasso Lingotto Torino, 2020</p>	<p>Piazza della Repubblica Roma, 2025</p>	<p>Piazza dei Cinquecento Roma, 2025</p>	<p>Tempio di Roma Roma, 2019</p>	<p>Via Puglie Roma, 2022</p>	<p>Via Val d'Ossola Roma, 2023</p>	<p>Piazza Risorgimento Roma, 2025</p>	<p>Parco Tevere Marconi Roma, 2023</p>	<p>Piazza San Giovanni Roma, 2025</p>



# SCHEDA GENERALE | TRAVERTINO

Materiali tradizionali comunemente impiegati a Roma

## TRAVERTINO



Auditorium Parco della Musica  
Roma, 2002



Chiesa Dives in Misericordia  
Roma, 2003



Piazza dei Cinquecento  
Roma, 2025

Il travertino è una pietra calcarea sedimentaria composta principalmente da minerali di carbonato di calcio (95%) e caratterizzata da colori che variano dal beige al nocciola.

Campi di applicazione



Potenziale di mitigazione



Riduzione del surriscaldamento



Comfort termoisometrico



Costo messa in opera



Costo di manutenzione



Durabilità



### EFFETTO DIURNO

Le tonalità chiare del travertino con valori di SRI simili ai *cool materials* bloccano durante il giorno molta della radiazione diretta incidente impedendo l'assorbimento di essa e il surriscaldamento del suolo, evitando in questo modo che la radiazione emessa in forma di energia termica rilasci calore all'ambiente.

### EFFETTO NOTTURNO

Durante le ore notturne il travertino rilascia lentamente il calore accumulato, contribuendo a mantenere una temperatura confortevole. Tuttavia, grazie alla sua porosità e capacità di trattenere meno calore rispetto ad altri materiali più densi, si raffredda più rapidamente, evitando eccessivo accumulo di calore notturno.

### OSSERVAZIONI SINTETICHE

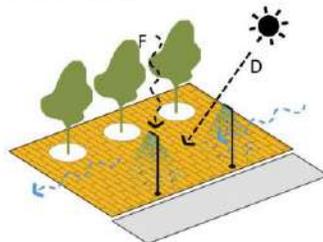
Le pavimentazioni in travertino richiedono cure adeguate per preservarne l'integrità e l'aspetto nel tempo. La pianificazione di interventi di pulizia e riparazione deve essere parte integrante della strategia di utilizzo del travertino, per garantire che i benefici estetici e ambientali siano mantenuti.

### SOLUZIONI E COMBINAZIONI

**Soluzioni.** Le pavimentazioni esterne in travertino possono essere realizzate in lastre o a giunti aperti per favorire il drenaggio dell'acqua e possono assumere diverse configurazioni.

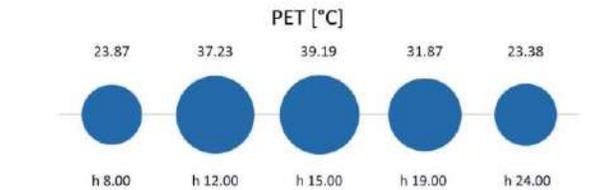
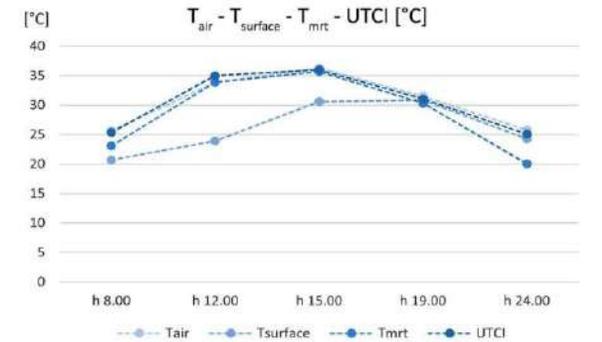
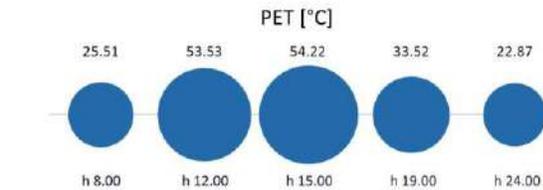
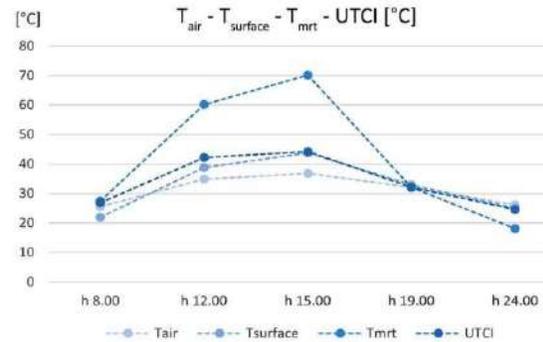
*Schede di riferimento: C.3<sub>MC</sub>*

**Combinazioni.** La resistenza del travertino lo rende adatto a spazi urbani carrabili. È un materiale che contribuisce a contrastare l'isola di calore urbana ma l'alto valore di SRI può creare effetti di discomfort esterno. Combinazioni interessanti sono travertino - alberature e travertino - nebulizzazione per aumentare il comfort attraverso la evapotraspirazione.



D - Radiazione solare diretta; F - Radiazione solare diffusa

### COMPARAZIONE DATI\*



### — OSSERVAZIONI —

**Effetto diurno.** La pavimentazione in travertino, combinata con alberature e sistemi di nebulizzazione, registra una  $T_{air}$  minore di -1.1°C e una  $T_{surfaces}$  minore di -14.9°C. La  $T_{mrt}$  e il PET registrano rispettivamente un delta pari a -26.3°C e -16.3°C, rispetto alla soluzione non combinata.

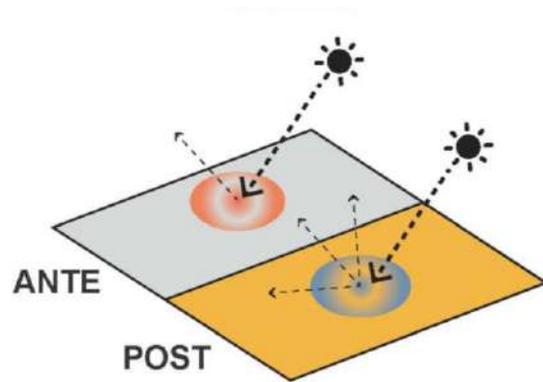
**Effetto notturno.** La pavimentazione in travertino, combinata con alberature, registra una  $T_{air}$  minore di -0.3°C e una  $T_{surfaces}$  minore di -0.7°C. La  $T_{mrt}$  e il PET registrano rispettivamente un delta pari a +1.9°C e +0.5°C, rispetto alla soluzione non combinata.

\*Simulazioni ENVI-met. File climatico: Roma, 23 agosto 2023

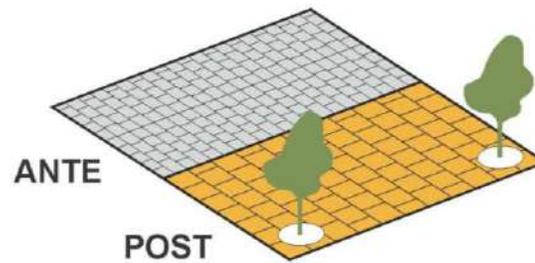
# TECNICHE PER IL MIGLIORAMENTO DELLE PRESTAZIONI

dei materiali tradizionali

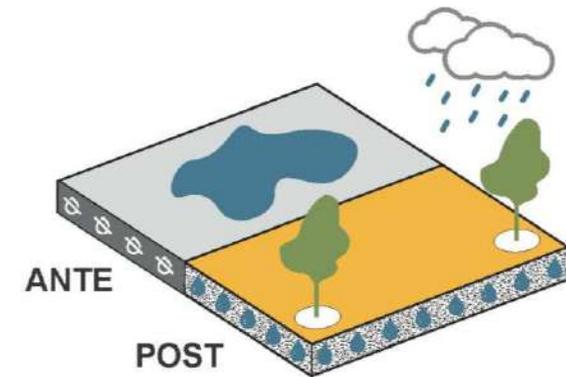
## Coating



## Layout



## Sottofondo drenante



# SCHEDA GENERALE | CALCESTRUZZO

Materiali tradizionali comunemente impiegati a Roma

## CALCESTRUZZO



Piazza della Repubblica  
Roma, 2025



Parco Tevere Marconi  
Roma, 2023



Via di San Gregorio, GRAB  
Roma, 2025

Il calcestruzzo è un materiale composito molto versatile dalle alte proprietà meccaniche che presenta la possibilità di essere additivato con altre sostanze per modificare le sue proprietà.

Campi di applicazione



Potenziale di mitigazione



Riduzione del surriscaldamento



Comfort termoisometrico



Costo messa in opera



Costo di manutenzione



Durabilità



### EFFETTO DIURNO

Data la vasta gamma di composizioni e finiture superficiali il comportamento del cls è piuttosto variabile. Il SRI di un cls di colore grigio è di circa 35 e può arrivare a oltre 80 in caso di finitura chiara. Per tale motivo durante il giorno è capace di assorbire una quantità variabile di radiazione solare, aspetto che contribuisce in maniera cruciale all'effetto isola di calore urbano.

### EFFETTO NOTTURNO

A causa della sua elevata capacità termica il cls può immagazzinare grandi quantità di calore durante il giorno e rilasciarlo lentamente durante la notte contribuendo sensibilmente al rallentamento del processo di raffreddamento notturno. Per tale motivo il comportamento di questo materiale è fortemente influenzato dalla sua composizione e finitura superficiale.

### OSSERVAZIONI SINTETICHE

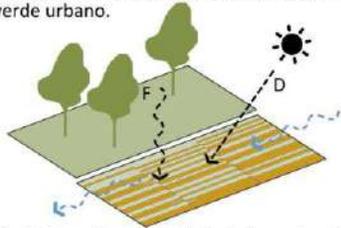
Le pavimentazioni in cls (in opera o prefabbricate) offrono formati e finiture in grado di adattarsi ad ogni scenario urbano. Queste giocano un ruolo fondamentale nella riduzione delle temperature urbane grazie ai diversi valori di SRI, di permeabilità e alla loro possibilità di creare transizioni tra spazi verdi e pavimentati.

### SOLUZIONI E COMBINAZIONI

**Soluzioni.** Per la riduzione dell'effetto isola di calore e la gestione delle acque meteoriche è possibile realizzare pavimentazioni in cls in opera o prefabbricate con caratteristiche drenanti, filtranti e fotocatalitiche.

Schede di riferimento: B.1<sub>ML</sub>; B.1<sub>MAX</sub>; B.2.1-3<sub>ML</sub>; B.2.1<sub>MAX</sub>; B.2.2.1-5<sub>MAX</sub>; B.2.3.1-5<sub>ML</sub>

**Combinazioni.** I prodotti in cls (in opera o prefabbricati) possono essere utilizzati sia in strade con traffico leggero che in aree urbane. Al fine di massimizzare i livelli di comfort termico percepito è fondamentale utilizzare tipologie ottimizzate dal punto di vista della riflettività e della permeabilità associate all'integrazione di soluzioni di ombreggiamento e verde urbano.

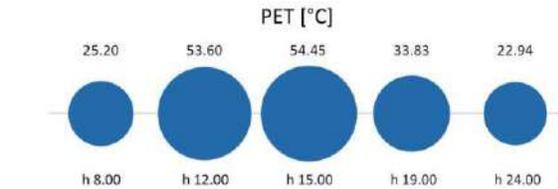
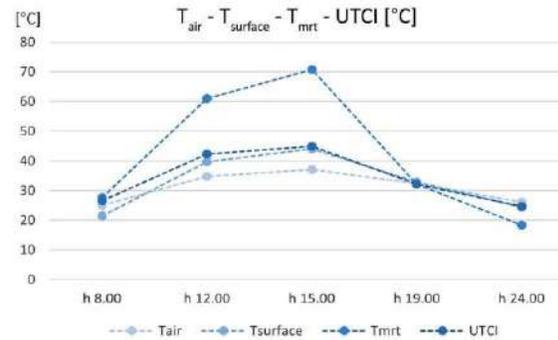


D - Radiazione solare diretta; F - Radiazione solare diffusa

### COMPARAZIONE DATI\*



Pavimentazione



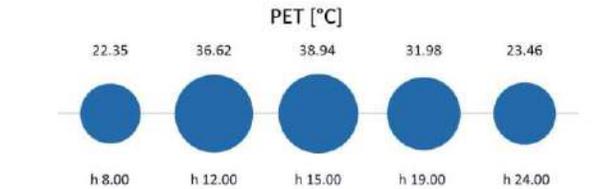
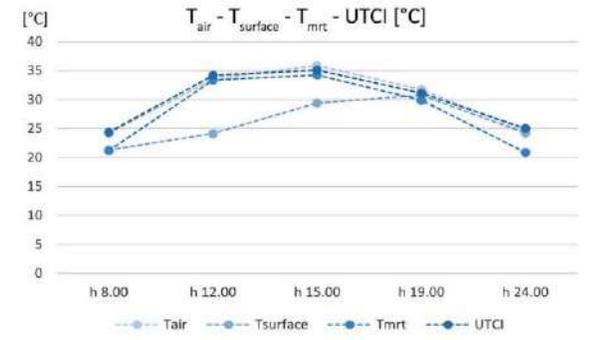
Pavimentazione +



Alberature +



Nebulizzazione



### OSSERVAZIONI

**Effetto diurno.** La pavimentazione in calcestruzzo, combinata con alberature e sistemi di nebulizzazione, registra una T<sub>air</sub> minore di -1.2°C e una T<sub>surface</sub> minore di -15.6°C. La T<sub>mrt</sub> e il PET registrano rispettivamente un delta pari a -27.6°C e -16.9°C, rispetto alla soluzione non combinata.

**Effetto notturno.** La pavimentazione in calcestruzzo, combinata con alberature, registra una T<sub>air</sub> minore di -1.6°C e una T<sub>surface</sub> minore di -0.3°C. La T<sub>mrt</sub> e il PET registrano rispettivamente un delta pari a +2.4°C e +0.5°C, rispetto alla soluzione non combinata.

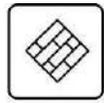
\*Simulazioni ENVI-met. File climatico: Roma, 23 agosto 2023



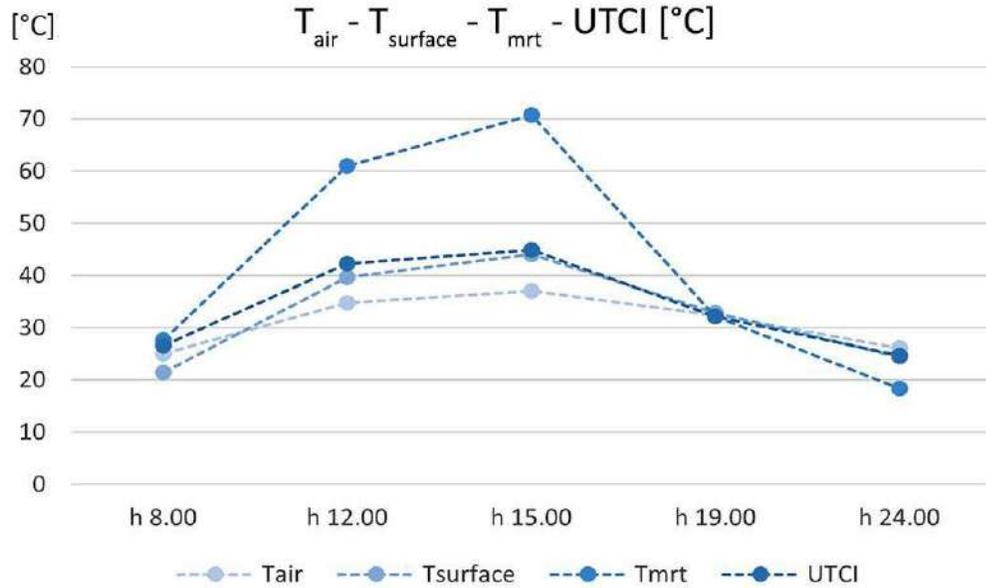
PIANO  
lima  
ROMA

# CALCESTRUZZO

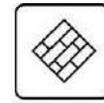
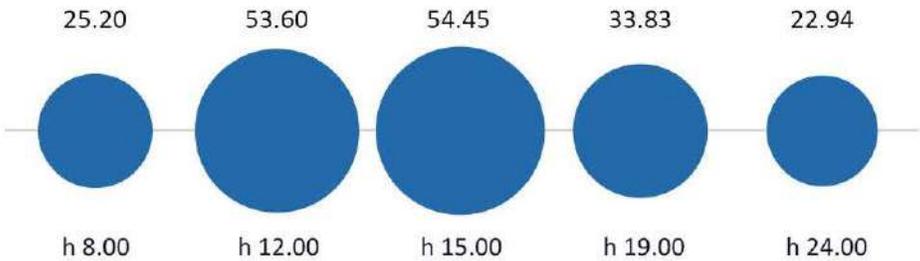
Comparazione dati | con e senza strategie integrate



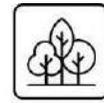
Pavimentazione



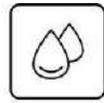
PET [°C]



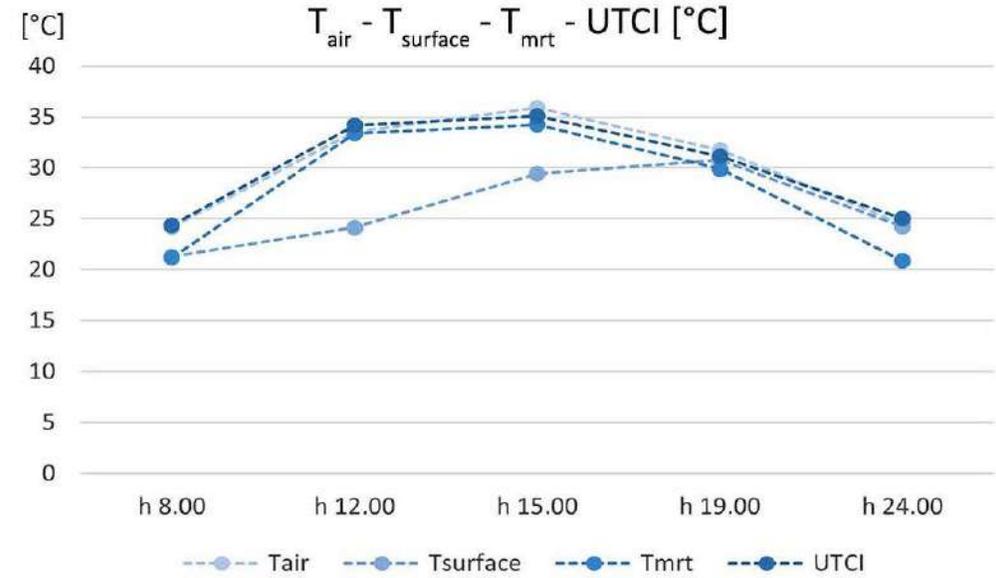
Pavimentazione +



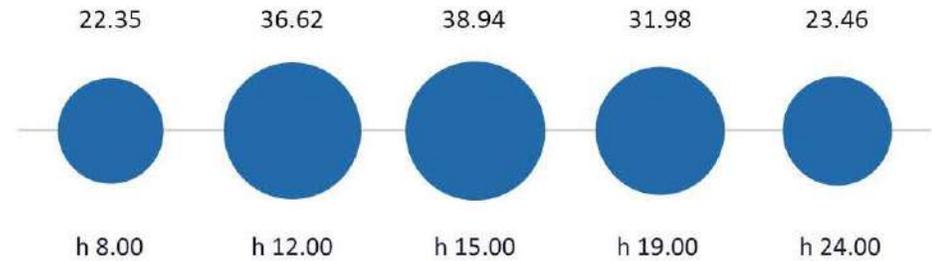
Alberature +



Nebulizzazione



PET [°C]



# SCHEDE TECNICHE | CALCESTRUZZO in opera

## Calcestruzzo in opera: tradizionale e innovativo

Scheda **B 1** CALCESTRUZZO IN OPERA tipo i.pro PAVIMIX® Heidelberg Materials

ML



### CAMPI DI APPLICAZIONE



### DATI GENERALI

#### DESCRIZIONE

i.pro PAVIMIX è un calcestruzzo a prestazione, specifico per pavimentazioni esterne in cui l'ambiente è caratterizzato da una percentuale di umidità da moderata ad alta e da sollecitazioni di media intensità.

Spessore [cm]	in funzione del manto stradale di partenza
Rapporto acqua/cemento	300
Contenuto min cemento [kg]	≤ 0,60
Diamento max aggregato [mm]	31,5
Densità [kg/m³]	<sup>(1)</sup> 2100

### CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE

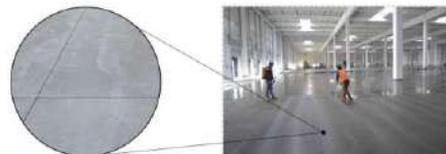
Albedo	<sup>(1)</sup> 0,35
Indice di riflettanza solare (SRI)	38
Emittanza [ε]	0,9
Indice di assorbimento dell'acqua [%]	n.d.
Permeabilità [lt/m²·min]	n.d.
Coefficiente di deflusso [ψ]	n.d.

### DATI TECNICI [UNI 11148-05]

Resistenza a compressione [MPa]	> 20
Resistenza a trazione [MPa]	n.d.
Resistenza allo scivolamento [USRV]	n.d.
Resistenza al gelo/disgelo [MPa]	n.d.

### DATI ECONOMICI

Prezzo al m³ (materiale) [€/m³]	152,00
Prezzo al m² (posa in opera) [€/m²]	n.d.



i.pro PAVIMIX®, Heidelberg Materials: Pavimentazione di tipo industriale in calcestruzzo. [https://www.heidelbergmaterials.it/]



Realizzazione di pavimentazioni di tipo industriale i.pro PAVIMIX® per gli spazi espositivi della Fondazione Prada (Milano). [https://www.heidelbergmaterials.it/it/fondazione-prada]

### PRESTAZIONI E CERTIFICAZIONI

Materie prime riciclate [%]	5
Riciclabile [%]	n.d.
Marcatura CE	n.d.
Crediti LEED	n.d.
Crediti ITACA	n.d.
Certificazione CAM	si

### CRITERI AMBIENTALI MINIMI

[D.M. 23 giugno 2022, n. 256]

**2.3** Specifiche tecniche progettuali di livello territoriale-urbanistico

**2.3.2** Permeabilità della superficie territoriale

**2.3.3** Riduzione dell'effetto "isola di calore estiva" e dell'inquinamento atmosferico

**2.5** Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione

**2.5.2** Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati

**2.5.3** Prodotti prefabbricati in calcestruzzo

Scheda **B 1** CALCESTRUZZO IN OPERA tipo i.idro DRAIN ECOLOWCARBON® Heidelberg Materials

MA



### CAMPI DI APPLICAZIONE



### DATI GENERALI

#### DESCRIZIONE

i.idro DRAIN ECO LOW CARBON è un calcestruzzo preconfezionato per pavimentazioni pedonali e carrabili con un'alta capacità drenante garantita da un'accurata selezione degli aggregati, dal mix design e dalla specifica azione del legante cementizio utilizzato nella miscela che conferisce al prodotto valori di CO2 incorporata ridotti fino al 30%.

Diametro max aggregato [mm]	8 - 22
Percentuale vuoti [%]	15 - 25
Densità [kg/m³]	<sup>(1)</sup> 2042; 1914

### CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE

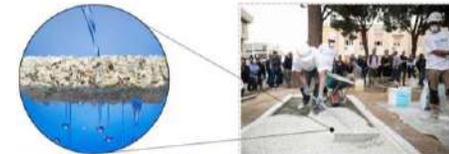
Albedo	<sup>(2)</sup> 29; 63
Indice di riflettanza solare (SRI)	<sup>(3)</sup> 33; 46
Emittanza [ε]	<sup>(4)</sup> 0,96; 0,12
Indice di assorbimento dell'acqua (WAI) [%]	n.d.
Permeabilità [lt/m²·min]	≥ 200
Coefficiente di deflusso [ψ]	n.d.

### DATI TECNICI [UNI EN 12390-1 2012/-7 2009/-3 2009]

Resistenza a compressione [MPa]	≥ 15
Resistenza a trazione [MPa]	n.d.
Resistenza allo scivolamento [USRV]	n.d.
Resistenza al gelo/disgelo [MPa]	ottima

### DATI ECONOMICI

Prezzo al m³ (materiale) [€/m³]	219,00
Prezzo al m² (posa in opera) [€/m²]	n.d.



i.idro DRAIN ECO LOW CARBON®, Heidelberg Materials: Pavimentazione in calcestruzzo drenante. [https://www.heidelbergmaterials.it/]



Realizzazione di percorsi lineari in calcestruzzo drenante all'interno del Parco della Biblioteca degli Alberi a Milano. [https://www.heidelbergmaterials.it/]

### PRESTAZIONI E CERTIFICAZIONI

Materie prime riciclate [%]	5
Riciclabile [%]	n.d.
Marcatura CE	si
Crediti LEED	n.d.
Crediti ITACA	n.d.
Certificazione CAM	si

### CRITERI AMBIENTALI MINIMI

[D.M. 23 giugno 2022, n. 256]

**2.3** Specifiche tecniche progettuali di livello territoriale-urbanistico

**2.3.2** Permeabilità della superficie territoriale

**2.3.3** Riduzione dell'effetto "isola di calore estiva" e dell'inquinamento atmosferico

**2.5** Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione

**2.5.2** Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati

**2.5.3** Prodotti prefabbricati in calcestruzzo

# SCHEDE TECNICHE | CALCESTRUZZO prefabbricato

## Masselli autobloccanti in calcestruzzo: tradizionali e innovativi

Scheda **B 2.3** **MASSELLI AUTOBLOCCANTI tipo MEZZAROMA Betonella** ML 



**DATI GENERALI**

**DESCRIZIONE**  
 Masselli autobloccanti in cemento ad alto SRI. Calcestruzzo di peso specifico medio superiore a 2,20 Ton/mc, che incorporerà inerti basaltici di origine vulcanica frantumati di granulometria da 0 a 9,5 mm; lo strato di superficie per uno spessore medio di circa 10 mm altezza con calcestruzzo di peso specifico medio superiore a 2,20 Ton/mc, che incorporerà inerti basaltici di vulcanica frantumati e/o naturali di granulometria da 0 a 3 mm.

Dimensioni [cm]	20 x 20
Spessore [cm]	6
Peso teorico [kg/m <sup>2</sup> ]	90 ± 170

**CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE**

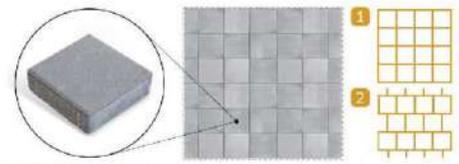
Albedo	<sup>(1)</sup> 0,32
Indice di riflettanza solare (SRI)	<sup>(1)</sup> 34,9
Emittanza (ε)	<sup>(1)</sup> 0,948
Indice di assorbimento dell'acqua (WAI) [%]	≤ 6
Permeabilità [l/(s·ha)]	n.d.
Coefficiente di deflusso [ψ]	n.d.

**DATI TECNICI** [UNI EN 1338]

Resistenza a compressione [MPa]	n.d.
Resistenza a trazione [MPa]	≥ 3,6
Carico di rottura a taglio [N/mm]	≥ 250
Resistenza allo scivolamento [USRV]	> 60
Resistenza al gelo/disgelo [MPa]	≤ 1

**DATI ECONOMICI**

Prezzo al m <sup>2</sup> (materiale) [€/m <sup>2</sup> ]	27,40
Prezzo al m <sup>2</sup> (posa in opera) [€/m <sup>2</sup> ]	20,00
Prezzo al m <sup>2</sup> (Tariffa Regione Lazio 2023) [€/m <sup>2</sup> ]	<sup>(2)</sup> 37,56



Mezzaroma Betonella: Pavimentazione in masselli autobloccanti e schermi tipologia di posa in opera (1. a sorella, 2. a correre falsata). [https://www.betonella.it/]



Esempi di applicazione di pavimentazione in masselli autobloccanti [https://www.betonella.it/]

**PRESTAZIONI E CERTIFICAZIONI**

Materie prime riciclate [%]	n.d.
Riciclabile [%]	n.d.
Marcatura CE	n.d.
Crediti LEED	n.d.
Crediti ITACA	n.d.
Certificazione CAM	si

**CRITERI AMBIENTALI MINIMI** [D.M. 23 giugno 2022, n. 256]

- 2.3** Specifiche tecniche progettuali di livello territoriale-urbanistico
  - 2.3.2** Permeabilità della superficie territoriale
  - 2.3.3** Riduzione dell'effetto "Isola di calore estiva" e dell'inquinamento atmosferico
- 2.5** Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione
  - 2.5.2** Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati
  - 2.5.3** Prodotti prefabbricati in calcestruzzo

Scheda **B 2.3.3** **MASSELLI AUTOBLOCCANTI tipo UNO PAV Ultraraso Paver** MA 

**CAMPI DI APPLICAZIONE**

**DATI GENERALI**

**DESCRIZIONE**  
 Masselli autobloccanti filtranti in cemento ad alto SRI. Calcestruzzo originario a macroporosità controllata con inerti ad alta resistenza a granulometria controllata.

Scheda **B 2.3.1** **MASSELLI AUTOBLOCCANTI tipo DRENAPAV Paver** MA 

**CAMPI DI APPLICAZIONE**

**DATI GENERALI**

**DESCRIZIONE**  
 Masselli autobloccanti drenanti in cemento. Calcestruzzo originario a macroporosità controllata con inerti ad alta resistenza a granulometria controllata.

Scheda **B 2.3.2** **MASSELLI AUTOBLOCCANTI tipo BETONECO FUTURA Betonella** MA 

**CAMPI DI APPLICAZIONE**

**DATI GENERALI**

**DESCRIZIONE**  
 Masselli autobloccanti drenanti fotocatalitici in cemento effetto ad alto SRI. Calcestruzzo contenente al loro interno il principio attivo TiO<sub>2</sub> Active brevettato da fotocatalizzatori, di peso specifico medio superiore a 2,20 Ton/mc, che incorporerà inerti basaltici di origine vulcanica frantumati di granulometria da 0 a 9,5 mm; lo strato di superficie per uno spessore medio di circa 10 mm altezza con calcestruzzo di peso specifico medio superiore a 2,20 Ton/mc, che incorporerà inerti basaltici di vulcanica frantumati e/o naturali di granulometria da 0 a 3 mm.

Dimensioni [cm] 15,6 x 20,2  
 Spessore [cm] 8  
 Peso teorico [kg/m<sup>2</sup>] 145

**CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE**

Albedo	<sup>(1)</sup> 0,32; 0,40; 0,43
Indice di riflettanza solare (SRI)	<sup>(1)</sup> 34,9; 45,3; 49,2
Emittanza (ε)	<sup>(1)</sup> 0,95; 0,948; 0,948
Indice di assorbimento dell'acqua (WAI) [%]	≤ 6
Permeabilità [l/(s·ha)]	1000 ± 360 mm di pioggia/h
Capacità fotocatalitica [%]	60 ± 75

**PRESTAZIONI E CERTIFICAZIONI**

Materie prime riciclate [%]	n.d.
Riciclabile [%]	n.d.
Marcatura CE	si
Crediti LEED	n.d.
Crediti ITACA	n.d.
Certificazione CAM	si

**CRITERI AMBIENTALI MINIMI** [D.M. 23 giugno 2022, n. 256]

- 2.3** Specifiche tecniche progettuali di livello territoriale-urbanistico
  - 2.3.2** Permeabilità della superficie territoriale
  - 2.3.3** Riduzione dell'effetto "Isola di calore estiva" e dell'inquinamento atmosferico
- 2.5** Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione
  - 2.5.2** Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati
  - 2.5.3** Prodotti prefabbricati in calcestruzzo

**CERTIFICAZIONI**

Riflette [%]	10
100	100
si	si
si	si

**CAM**

si

**CRITERI AMBIENTALI MINIMI** [D.M. 23 giugno 2022, n. 256]

variabile di 3 - 5 cm (massimo), e piano con tolleranza a spacco tutti i lati successivamente battuta con battente 60 - 2 mm, pulita e asciutta. La si garantisce il corretto intasamento e l'assenza di vuoti.

variabile di 3 - 5 cm (massimo), e piano con tolleranza a spacco tutti i lati successivamente battuta con battente 60 - 2 mm, pulita e asciutta. La si garantisce il corretto intasamento e l'assenza di vuoti.



# INDICATORI

Schema **MASSOLLO AUTOREGOLANTE** tipo UNO PER SERRATE PAVI

**CAMPI DI APPLICAZIONE**

**DESCRIZIONE**

Massoli autoriscaldanti, idonei in generale per aree ad alta temperatura, progettati e realizzati con materiali innovativi, in grado di ridurre il surriscaldamento estivo delle superfici e di migliorare il comfort pedonale.

**Dimensioni (cm)** 10,0 x 20,0  
**Spessore (cm)** 4 - 6 - 8  
**Stato di cura (anni)** 0 - 3  
**Peso (kg/m<sup>2</sup>)** 90 - 130

**CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE**

Albedo	<sup>(1)</sup> 0,42; 0,44
Indice di riflettanza solare (SRI)	<sup>(2)</sup> 46; 48
Emissanza (ε)	<sup>(3)</sup> 0,86; 0,84
Indice di assorbimento dell'acqua (WAI) [%]	≤ 6
Permeabilità [l/(m <sup>2</sup> ·s)]	3,72
Coefficiente di deflusso [ψ]	0,00
Capacità filtrante certificata [%]	100

**DATI TECNICI [UNI EN 1338]**

Resistenza a compressione [MPa]	n.d.
Resistenza a trazione [MPa]	≥ 3,6
Resistenza allo scivolamento [USRV]	≥ 60
Resistenza al gelo/disgelo [MPa]	≤ 1

**DATI ECONOMICI**

Prezzo al m <sup>2</sup> (materiale) [€/m <sup>2</sup> ]	28,05
Prezzo al m <sup>2</sup> (posa in opera) [€/m <sup>2</sup> ]	n.d.

**REQUISITI PER LA POSA IN OPERA**

Il massolo autoriscaldante deve essere installato su una base di graniglia, nella spessore variabile da 2 - 3 cm (massimo) a 10 cm (minimo), con un pannello di protezione in polipropilene (spessore 2 mm) e un pannello di protezione in polipropilene (spessore 2 mm) e un pannello di protezione in polipropilene (spessore 2 mm) e un pannello di protezione in polipropilene (spessore 2 mm).

**CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE**

Albedo	<sup>(1)</sup> 0,42; 0,44
Indice di riflettanza solare (SRI)	<sup>(2)</sup> 46; 48
Emissanza (ε)	<sup>(3)</sup> 0,86; 0,84
Indice di assorbimento dell'acqua (WAI) [%]	≤ 6
Permeabilità [l/(m <sup>2</sup> ·s)]	3,72
Coefficiente di deflusso [ψ]	0,00
Capacità filtrante certificata [%]	100

**DATI TECNICI [UNI EN 1338]**

Resistenza a compressione [MPa]	n.d.
Resistenza a trazione [MPa]	≥ 3,6
Resistenza allo scivolamento [USRV]	≥ 60
Resistenza al gelo/disgelo [MPa]	≤ 1

**DATI ECONOMICI**

Prezzo al m <sup>2</sup> (materiale) [€/m <sup>2</sup> ]	28,05
Prezzo al m <sup>2</sup> (posa in opera) [€/m <sup>2</sup> ]	n.d.





# MATRICE MULTICRITERIA COMPARATIVA

Strumento di supporto decisionale

Scheda	MATERIALE		CAMPO APPLICAZIONE					PRESTAZIONI E CERTIFICAZIONI					CARATTERISTICO CHIMICO - FISICHE					DATI ECONOMICI DI MERCATO				PREZZAZIONE REGIONALE		
	Esistono	Dettaglio	Interno per esterno	Resistente (SI)	Mercurio CE	Enthalpy LEAD	CE/EN 1082	Certificazioni e CRM	Impermeabile (SI)	Impermeabile (SI)	Indice di resistenza (SI)	Indice di resistenza (SI)	Indice di resistenza (SI)	Permeabilità (m.su)	Qualità assoluta (%)	Capacità di drenaggio (%)	Capacità di drenaggio (%)	Prezzo materiale (€/m2/100m3)	Prezzo posi in opera (€/m2)	Prezzo posi in opera (€/m2)	€/mq	Area pavimento	Note	
ASFO	A.1	Completamento laminazione	tipo asfalto AC 12 S/0/10 S/0 70 (superbase)							0,92	0,90	>20*											Fornitura e posa in opera (comprensivo di lavoro)	
	A.2	Completamento laminazione con Completamento non laminazione	tipo asfalto bituminoso S/0/10 (superbase)							0,90	>20*												Fornitura e posa in opera	
	A.3	Impianto a caldo	tipo asfalto temperante F100W (bitumi)							0,88-0,47	0,90	54,7,53												
CCLM (POMI)	R.1a	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)	SI				SI		0,95	0,90	38												
	R.1b	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,46	0,90	54												
	R.1c	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
CCLM (POMI)	R.2a	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.2b	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.2c	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
CCLM (POMI)	R.3a	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.3b	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.3c	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
CCLM (POMI)	R.4a	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.4b	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.4c	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
CCLM (POMI)	R.5a	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.5b	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.5c	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
CCLM (POMI)	R.6a	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.6b	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.6c	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
CCLM (POMI)	R.7a	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.7b	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.7c	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
CCLM (POMI)	R.8a	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.8b	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.8c	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
CCLM (POMI)	R.9a	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.9b	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.9c	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
CCLM (POMI)	R.10a	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.10b	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.10c	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
CCLM (POMI)	R.11a	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.11b	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.11c	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
CCLM (POMI)	R.12a	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.12b	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.12c	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
CCLM (POMI)	R.13a	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.13b	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.13c	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
CCLM (POMI)	R.14a	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.14b	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.14c	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
CCLM (POMI)	R.15a	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.15b	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.15c	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
CCLM (POMI)	R.16a	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.16b	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.16c	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
CCLM (POMI)	R.17a	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.17b	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.17c	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
CCLM (POMI)	R.18a	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.18b	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.18c	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
CCLM (POMI)	R.19a	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.19b	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.19c	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
CCLM (POMI)	R.20a	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.20b	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.20c	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
CCLM (POMI)	R.21a	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.21b	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.21c	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
CCLM (POMI)	R.22a	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.22b	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												
	R.22c	Impianto a caldo	tipo di asfalto Pomix (preobbligato)					SI		0,29	0,96	33												

# OSSERVAZIONI E RISULTATI

## Dalle analisi e dalle simulazioni

- Le **pavimentazioni erbose e le terre stabilizzate** offrono migliori prestazioni in termini di **adattamento al surriscaldamento urbano e comfort percepito**, mentre l'asfalto si conferma il materiale meno performante.
- Materiali come **calcestruzzo, gres porcellanato e pietre naturali** mostrano comportamenti simili, con il **travertino leggermente più performante**.
- La **vegetazione densa**, pur migliorando il comfort diurno, può ridurre il raffrescamento radiativo notturno, trattenendo il calore e riducendo il flusso d'aria, come evidenziato dai lievi aumenti del PET osservati nello scenario B.

**RIPENSARE I PARCHEGGI ASFALTATI**  
Riduzione delle aree di parcheggio (15%) e realizzazione di parcheggi verdi alberati



**RIGENERARE CON LA NATURA**  
Realizzazione di un parco-parcheggio e implementazione delle Nature Based Solutions



**MIGLIORARE IL BENESSERE**  
Realizzazione di stanze urbane alberate e integrazione di sistemi di nebulizzazione



**RIDURRE L'IMPRONTA IDRICA**  
Recupero delle acque piovane e realizzazione di tetti verdi



# OSSERVAZIONI E RISULTATI

Dalle analisi e dalle simulazioni



- **Durante il giorno**, la radiazione solare diretta aumenta significativamente  $T_{\text{surface}}$  e  $T_{\text{air}}$ , peggiorando il comfort percepito. Le simulazioni hanno mostrato che l'adozione di soluzioni combinate migliora significativamente le condizioni microclimatiche rispetto all'uso esclusivo di pavimentazioni. Si osservano riduzioni di:
  - $T_{\text{air}}$  fino a  $-1,6$  °C per l'asfalto;
  - $T_{\text{surface}}$  fino a  $-18,6$  °C per il porfido;
  - $T_{\text{mrt}}$  fino a  $-29,0$  °C per il gres porcellanato;
  - PET fino a  $-17,5$  °C per le pavimentazioni erbose.



- **Durante la notte**, la ridotta capacità delle superfici urbane di dissipare calore rallenta il naturale raffrescamento, aggravando l'UHI. Si rilevano:
  - una riduzione di  $T_{\text{air}}$  fino a  $-3,9$  °C per la gomma antitrauma;
  - lieve aumento della  $T_{\text{surface}}$  di  $+1,5$  °C e della  $T_{\text{mrt}}$  di  $+3,0$  °C
  - aumento del PET di  $+0,9$  °C per la terra stabilizzata.

# CONCLUSIONI

## Futuri sviluppi

- L'Atlante delle pavimentazioni si propone come uno **strumento operativo per supportare scelte progettuali informate e sensibili al contesto** integrando dati *site specific*, prestazioni dei materiali, esigenze funzionali e normative.
- La stessa **base metodologica** può essere adottata per realizzare strumenti analoghi adattabili a contesti differenti, prevedendo in futuro l'ampliamento del repertorio con materiali innovativi (non specificamente legate al contesto locale), capaci di rispondere efficacemente anche in condizioni invernali o forti escursioni termiche.
- Una **versione digitale** dell'Atlante, costantemente aggiornata, potrà rendere lo **strumento flessibile**, adattivo e capace di seguire l'evoluzione tecnologica e di mercato.



# Grazie per l'attenzione

[alessandra.battisti@uniroma1.it](mailto:alessandra.battisti@uniroma1.it)

