

# Adattare il costruito al cambiamento climatico

*Il caso studio del distretto  
di Santa Adela, Granada*

---

*Tesi di Laurea Magistrale  
Chiara Martoccia*









**Politecnico di Torino**

Facoltà di Architettura  
Laurea Magistrale in Architettura per il Progetto Sostenibile

Tesi di Laurea  
Sessione di Dicembre 2020

Adattare il costruito al cambiamento climatico: il caso studio del distretto  
di Santa Adela, Granada

**Candidata:** Chiara Martoccia \_259537

**Relatore:** Riccardo Pollo

**Correlatore:** Matteo Trane



# Indice

## Abstract

## Premessa

### 1. Città e sostenibilità: è possibile?

- 1.1. Introduzione
- 1.2. L'urbanizzazione
  - 1.2.1. La situazione in Italia
  - 1.2.2. La situazione in Spagna
- 1.3. Urban Sprawl, consumo di suolo e città diffusa
  - 1.3.1. Verso un consumo di suolo zero
  - 1.3.2. La situazione in Italia
  - 1.3.3. La situazione in Spagna
  - 1.3.4. Verso una città sostenibile

### 2. Rigenerazione urbana: comfort ambientale negli spazi urbani aperti.

- 2.1. Introduzione
- 2.2. L'isola di calore urbano
- 2.3. Parametri che condizionano il comfort degli spazi urbani
- 2.4. Strategie di mitigazione e i loro effetti sui parametri ambientali
- 2.5. Alberi e ombreggiamento

### 3. Rigenerazione urbana: best practices

- 3.1. Vitoria-Gasteiz Capitale Verde
- 3.2. Cloudburst Management Plan
- 3.3. Projet urbain Mérignac
- 3.4. Royal Seaport
- 3.5. Boulogne Park
- 3.6. Madrid Rio

## 4. Caso Studio: il quartiere Zaidin, Granada.

### 4.1 Granada: inquadramento storico

- 4.1.1. Le origini
- 4.1.2. Trasformazioni urbane del XIX secolo
- 4.1.3. XX secolo. La città ordinata dalla pianificazione
- 4.1.4. Lo sviluppo urbano dagli anni '80 a oggi
- 4.1.5. La mobilità nella città contemporanea

### 4.2 Granada: inquadramento geografico-ambientale

- 4.2.1 Il clima
- 4.2.2 L'irraggiamento
- 4.2.3 Le precipitazioni
- 4.2.4 Rischio inondazioni

### 4.3. Il quartiere Zaidín

- 4.3.1. Inquadramento storico-territoriale
- 4.3.2. Caratteristiche socio-economiche
- 4.3.3. Area di intervento
- 4.3.4. Abaco degli spazi esterni
- 4.3.5. Analisi della mobilità e degli spazi urbani esterni
- 4.3.6. Abaco degli edifici e studio solare

## 5. Fase progettuale: obiettivi e strategie

- 5.1. Obiettivi progettuali
- 5.2. Proposta progettuale A
- 5.3. Proposta progettuale B
- 5.4. Proposta progettuale C
- 5.5. Sintesi interventi
- 5.6. Effetti degli interventi su adattamento e mitigazione

## 6. Simulazioni con Envi-met: verifica dell'efficacia delle strategie progettuali in termini di miglioramento del micro-clima urbano

- 6.1. Simulazioni con Envi-met
- 6.2. Fasi del processo di modellazione e simulazione
- 6.3. Indicazioni per la lettura dei risultati
- 6.4. Verifica dell'efficacia delle strategie di progetto
- 6.5. Simulazione 1
  - 6.5.1. I risultati
  - 6.5.2. Temperatura dell'aria
  - 6.5.3. Temperatura superficiale
  - 6.5.4. PET
- 6.6. Simulazione 2
  - 6.6.1. I risultati
  - 6.6.2. Temperatura dell'aria
  - 6.6.3. Temperatura superficiale
  - 6.6.4. PET
- 6.7. Simulazione 3
  - 6.7.1. I risultati
  - 6.7.2. Temperatura dell'aria
  - 6.7.3. Temperatura superficiale
  - 6.7.4. PET

### **Conclusioni**

### **Bibliografia**

# Abstract

Il sempre più frequente verificarsi di fenomeni climatici straordinari e imprevedibili legati al surriscaldamento globale, quali precipitazioni eccezionali e ondate di calore anomale, muove la comunità scientifica ad analizzare e considerare tali fenomeni quali fattori di criticità per la popolazione. In un contesto in cui più della metà della popolazione mondiale vive in città e nel quale è necessario porre un limite al consumo di suolo, in quanto bene prezioso da tutelare, il progetto dello spazio urbano esistente occupa una posizione centrale ai fini della definizione di strategie per la mitigazione della causa del cambiamento climatico e di adattamento locale, atte a prevenire il peggioramento della condizione climatica nei prossimi decenni - da un lato - e a rispondere, in ottica resiliente, alle mutazioni già in atto - dall'altro.

L'obiettivo è quello di migliorare le condizioni microclimatiche all'interno dell'ambiente costruito, attraverso meccanismi di ri-densificazione, promozione di una maggiore qualità ambientale, ri-naturalizzazione della città, definendo luoghi e spazi che favoriscano l'integrazione sociale. Su questo terreno si è sviluppata l'azione di progetto finalizzata al miglioramento delle condizioni del microclima locale, con particolare attenzione alle criticità del periodo estivo, caratterizzate da un elevato surriscaldamento, con conseguenze sulla qualità di vita degli abitanti e sulla loro salute. Le scelte progettuali sono state supportate dall'uso di un software per la simulazione del microclima urbano di particolare interesse in grado di modellare lo spazio della città, evidenziando l'influenza dei fattori del progetto architettonico sulle variabili del microclima.

Come campo di intervento viene scelta un'area urbana periferica della città di Granada (Spagna), sorta in seguito a una rapida crescita urbana negli anni '50 e '60. Attraverso un'azione di ricerca si mettono in luce le principali fasi dello sviluppo urbano della città,

ripercorrendo le principali tappe storiche, e si compie un'analisi delle caratteristiche ambientali, climatiche e socio-economiche.

La valutazione delle condizioni microclimatiche e del comfort termico degli utenti viene condotta attraverso l'utilizzo del software di simulazione climatica ENVI-met, per mezzo del quale è possibile modellare porzioni urbane e studiarne il comportamento fisico, al fine di comprendere le interazioni fra gli elementi presenti al loro interno: edifici, vegetazione (verticale e orizzontale), aria, acqua, condizioni climatiche al contorno. Attraverso l'utilizzo del software, è stato possibile indagare le variazioni microclimatiche (in termini di temperatura potenziale dell'aria, temperature superficiali, Physiological Equivalent Temperature PET), legate alle modifiche apportate al modello della città attuale, verificando l'efficacia (o meno) delle soluzioni progettuali proposte, attraverso il confronto degli output orari delle simulazioni, effettuate in condizioni estive critiche. Le principali strategie adottate si riferiscono all'incremento di superfici naturali o permeabili, così come di vegetazione e alberi, alla sostituzione di materiali impermeabili e dotati di basso albedo e all'installazione di sistemi di schermatura, sempre scelte in funzione della morfologia dei luoghi e del clima locale.

A livello generale, si propongono alcune strategie di mitigazione che intervengono sulla mobilità, promuovendo la pedonalizzazione e agendo sulla sezione stradale, sulla densificazione del costruito, sulla riqualificazione di aree in disuso e sul cambiamento funzionale di alcuni spazi.

**Parole chiave:**

Rigenerazione urbana, mitigazione climatica, adattamento, progettazione ambientale, Granada.

# Abstract

The increasingly occurrence of extraordinary climatic phenomena linked to global warming, such as exceptional rainfall and anomalous heat waves, moves the scientific community to analyze and consider these phenomena as critical factors for the population. In a context where more than half of the world population lives in cities and in which it is necessary to put a limit on land consumption, the project of the urban space is very important for the definition of strategies for the mitigation of the causes of climate change and local adaptation, with the aim of preventing the worsening of the climatic condition in the coming decades and responding, through a resilient perspective, to the mutations already underway.

The goal is to improve microclimatic conditions within the built environment, through mechanisms of re-densification, promotion of greater environmental quality, re-naturalization of the city, defining places that stimulate social integration. On this ground, the project action was developed aimed at improving the conditions of the local microclimate with particular attention to the criticalities of the summer period, characterized by high overheating with consequences on the quality of life of the inhabitants and their health. The design choices were supported by the use of a software for the simulation of the urban microclimate of particular interest able to model the space of the city, highlighting the influence of the factors of the architectural design on the microclimate variables. A peripheral urban area of the city of Granada (Spain), which arose following the rapid urban growth of the 1950s and 1960s, is chosen as the project area. In the thisis we highlight the main phases of the urban development of the city and carry out the analysis of the environment, the climate and the socio-economic characteristics.

Microclimatic conditions and thermal comfort of users are determinate through the use of the climate simulation software ENVI-met, through which it is possible to model urban spaces and study their physical behavior, in order to understand the interactions between the existing elements: buildings, vegetation (vertical and horizontal), air, water, surrounding climatic conditions.

Through the software, it was possible to investigate the microclimatic variations (in terms of potential air temperature, surface temperatures, Physiological Equivalent Temperature PET), related to the changes made to the model of the current city and to verify the effectiveness (or not ) of the proposed design solutions, by comparing the hourly outputs of the simulations, carried out in critical summer conditions. The main strategies adopted are the increase of natural or permeable surfaces, as well as vegetation and trees, the replacement of waterproof materials with low albedo and the installation of shielding systems, always chosen according to the morphology of the places and the local climate.

On a general level, we propose mitigation strategies that intervene on mobility, promoting pedestrianization and modifying the road section, on the densification of buildings, on the redevelopment of disused areas and on the change of intended use of some spaces.

Key words:

Urban regeneration, climate mitigation, adaptation, environmental design, land consumption



# Premessa

In questa particolare fase storica, l'attenzione va rivolta alla città, quale principale habitat dell'uomo contemporaneo. Con il fine di limitare il consumo di suolo, elemento prezioso e non riproducibile, è necessario ridefinire e riadeguare i contesti urbani come luoghi che possono offrire un'elevata qualità di vita ai propri abitanti.

L'obiettivo è quello di indagare possibili strategie per migliorare la qualità dell'abitare nelle città, soprattutto nell'ottica di rigenerazione di aree sorte in seguito a un'espansione urbana incontrollata e non pianificata, il cui risultato è la presenza di quartieri che offrono spazi urbani di scarsa qualità e non vissuti dai cittadini.

Il progetto nasce in seguito a un'esperienza nell'ambito del programma Erasmus a Granada, città situata nella Spagna meridionale, la quale possiede un interessante e vasto bagaglio storico, essendo stata la culla di numerose civiltà. Negli ultimi secoli è stata interessata da una rapida crescita urbana, che ha portato a un'espansione sul territorio, invadendo i fertili terreni agricoli circostanti, con la conseguente perdita di parte del prezioso patrimonio naturale. Il progetto di riqualificazione interessa una piccola zona della periferia granadina, sorta in seguito a un ampliamento degli anni 50/60.

Nella fase teorica si analizzano le tematiche inerenti l'urbanizzazione, il consumo di suolo e la città sostenibile, mettendo a confronto la realtà italiana con quella spagnola, oltre ad indicare politiche e indirizzi a livello generale di ambito europeo e mondiale. All'analisi del contesto locale segue il progetto dello spazio aperto in una porzione di città finalizzato al miglioramento del microclima urbano che viene verificato attraverso il software di simulazione del microclima.



# **Città e sostenibilità** **1**

*è possibile?*

---

**1.1.** *Introduzione*

**1.2.** *L'urbanizzazione*

**1.3.** *Urban Sprawl, consumo di suolo e città diffusa*



Secondo il *World Urbanization Prospect* (UN, 2018), **i residenti in aree urbane nel 2050 saranno il 68,4%** della popolazione mondiale, dato che nel 1950 arrivava solamente al 29,6%; sono ben 34 gli agglomerati urbani che attualmente contano con una popolazione superiore ai 10 milioni di abitanti. Una delle conseguenze è l'**aumento dell'impronta ecologica**<sup>1</sup>, che negli ultimi 50 anni è cresciuta quasi del 190%, indicando un forte squilibrio nelle relazioni uomo-ambiente, associato a importanti cambiamenti ambientali e sociali. Attualmente l'umanità utilizza l'equivalente di 1,75 terre per fornire le risorse che utilizziamo e assorbire i nostri rifiuti<sup>2</sup>. Ciò significa che il tempo necessario per rigenerare ciò che consumiamo annualmente, è di un anno e otto mesi. Dagli anni '70, l'umanità ha subito un deficit ecologico<sup>3</sup> mondiale, con una domanda annuale di risorse superiore a quella che la Terra può rigenerare ogni anno<sup>4</sup>.

Nel contesto europeo le proiezioni sono ancora più estreme: si stima che nel 2050 l'83,7% della popolazione risiederà in aree urbane (attualmente sono il 74,9%).

In questo contesto l'edizione 2019 del Rapporto su consumo di suolo prodotto dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA, 2019) avverte sui possibili processi di trasformazione del nostro territorio, che possono (continuare a) causare la **perdita di una risorsa fondamentale, il suolo**, con le sue funzioni e i relativi servizi ecosistemici. Insiste inoltre sulla **tutela del patrimonio ambientale**, del paesaggio e il riconoscimento del valore del capitale naturale, quali compiti e temi a cui richiama l'Europa, ancor più fondamentali alla luce delle particolari condizioni di fragilità e di criticità climatiche attuali.

1. *L'impronta ecologica misura le risorse ecologiche che una determinata popolazione richiede per produrre le risorse naturali che consuma (compresi prodotti alimentari e fibre vegetali, prodotti di allevamento e pesca, legname e altri prodotti forestali, spazio per le infrastrutture urbane) e per assorbire i suoi rifiuti, in particolare le emissioni di carbonio. Tiene traccia dell'uso di sei categorie di superfici produttive: terreni coltivati, pascoli, zone di pesca, terreni edificati, aree forestali e domanda di carbonio sulla terra.*

2. *Fonte dei dati: Global Footprint Network  
<https://www.footprintnetwork.org/>*

3. *Se l'impronta ecologica di una popolazione supera la biocapacità della regione, ossia la produttività dei suoi beni ecologici, essa presenta un deficit ecologico.*

4. *Fonte dei dati: Global Footprint Network  
<https://www.footprintnetwork.org/>*

## L'urbanizzazione

Il crescente interesse nei confronti dei processi di inurbamento, che hanno portato numerose discipline, soprattutto negli ultimi decenni, a studiare il fenomeno sotto svariati punti di vista, è dovuto alle dimensioni e all'impatto di questo su scala globale, dato che **più del 50 per cento della popolazione mondiale vive oggi nelle città** e il trend è in costante crescita. Si prevede infatti che entro il 2030 ci saranno più di 43 mega-city (città con più di 10 milioni di abitanti) e che il 68% della popolazione mondiale vivrà in aree urbane nel 2050<sup>5</sup>. Praticamente si assisterà a un totale ribaltamento delle proporzioni rispetto al 1950, quando la popolazione urbana costituiva un terzo di quella globale (UN, 2018).

Se l'espansione delle aree urbane generalmente va di pari passo con la crescita demografica globale, non è invece esatto formulare ipotesi di correlazione diretta tra i due fenomeni, soprattutto per quanto riguarda il contesto europeo. Infatti il legame tra demografia e processi di urbanizzazione non è più così evidente e le città sono cresciute anche in situazioni di stabilità o decrescita della popolazione residente. In Europa, ad esempio, negli ultimi venti anni si è assistito ad una espansione fisica, intesa come incremento delle aree edificate, del 20% a fronte di una crescita di popolazione di solo il 6% (Perrone e Zetti, 2010). È invece appropriato, almeno a livello globale, correlare i graduali processi di espansione delle città sul territorio ad una generale crescita economica. La correlazione positiva tra prodotto interno lordo e livello di urbanizzazione dimostra che la crescita di un paese o di una regione dipende in gran parte dall'economia delle aree urbane. L'80% del prodotto interno lordo globale è infatti prodotto nelle aree urbane, (Un-Habitat, 2016) le quali si

*5. Dati raccolti dalle statistiche del "Department of Economic and Social Affairs Population Dynamics" delle Nazioni Unite  
Fonte: <https://population.un.org/wup/Download/>*

configurano dunque come generatori di benessere economico, fulcro dell'innovazione, della crescita e della trasformazione socioeconomica, hub delle comunicazioni globali e delle tecnologie.

Tuttavia gli effetti dell'urbanizzazione sono spesso ambivalenti e contraddittori; la crescita urbana spesso porta con sé effetti negativi quali congestione del traffico, sovraffollamento, disoccupazione, inquinamento ambientale, corruzione, carenza di infrastrutture, debolezza delle istituzioni e, soprattutto nei paesi in via di sviluppo, precarietà abitativa, segregazione sociale e spaziale. Questa contrapposizione possiamo definirla come un vero e proprio paradosso dell'urbanizzazione, per cui ogni "primo mondo ha al suo interno un suo terzo mondo". (Cheema, 1993)

Per quanto riguarda l'aspetto morfologico e insediativo delle città, possiamo individuare diversi stadi dell'evoluzione morfologica delle aree urbane, in relazione ai fenomeni economici e demografici globali.

- Una **prima fase di urbanizzazione**<sup>6</sup> è quella basata su un modello concentrato ed è legata alla crescita economica e industriale. Dalla concentrazione assoluta, che corrisponde alla **crescita del centro città**, si passa a uno stadio di concentrazione relativa, in cui l'intensificarsi dell'emigrazione dalle campagne incide sull'**espansione delle periferie** (Istat 2017). Questa fase si identifica in Europa con la nascita della città moderna, la quale prende forma nel XIX secolo, quando diventa città industriale e inizia ad attrarre masse di lavoratori dalle campagne. È allora che le città cominciano a espandersi nel periurbano, consumando terreni agricoli e naturali. L'artificializzazione del suolo è, per tutto il XIX secolo e sino alla metà del Novecento, funzionale al soddisfacimento dei bisogni indotti dalla crescita demografica, sia a causa della nuova domanda abitativa, sia per ragioni economiche dovute a nuova domanda di spazi per la produzione.

6. Il termine urbanizzazione indica la formazione e lo sviluppo delle città in una determinata area; il termine urbanesimo indica invece l'attrazione esercitata dalla città sulle popolazioni rurali; per inurbamento si intende il processo di crescita urbana dovuto allo spostamento degli abitanti della campagna verso la città, soprattutto come fatto economico e sociale, connesso con l'urbanesimo.



Queste tre dimensioni, ossia **sviluppo economico-industriale, crescita demografica ed espansione dell'urbanizzato, si legano, per oltre un secolo, in un meccanismo di crescita congiunta**. Durante questa fase la forma urbana predominante resta quella agglomerata, caratterizzata da un edificato compatto (Bencardino, 2015).

- La **crisi energetica del 1973** viene considerata (Crisci, 2010) la fase intermedia tra la fine del periodo di concentrazione delle aree urbane e l'inizio di una fase di periurbanizzazione, caratterizzata dal **rallentamento del processo di crescita delle città, dallo spostamento dei cittadini nella corona urbana** e dalla conseguente trasformazione progressiva in area metropolitana.

- Per concludere, **in epoca più recente**, l'attenzione è focalizzata sulla **nuova crescita dei centri urbani**, che comporterebbero un processo di **ri-urbanizzazione** (Istat, 2017).

### *Distribuzione demografica*

Analizzando i dati raccolti dall'Istituto Nazionale di Statistica (2018) si osserva la variazione della distribuzione degli abitanti sul territorio, in particolare nel Centro-nord, e l'abbandono delle zone più disagiate dell'interno: una tendenza che negli ultimi decenni si è evoluta, con l'**espansione delle città satellite nelle aree metropolitane**.

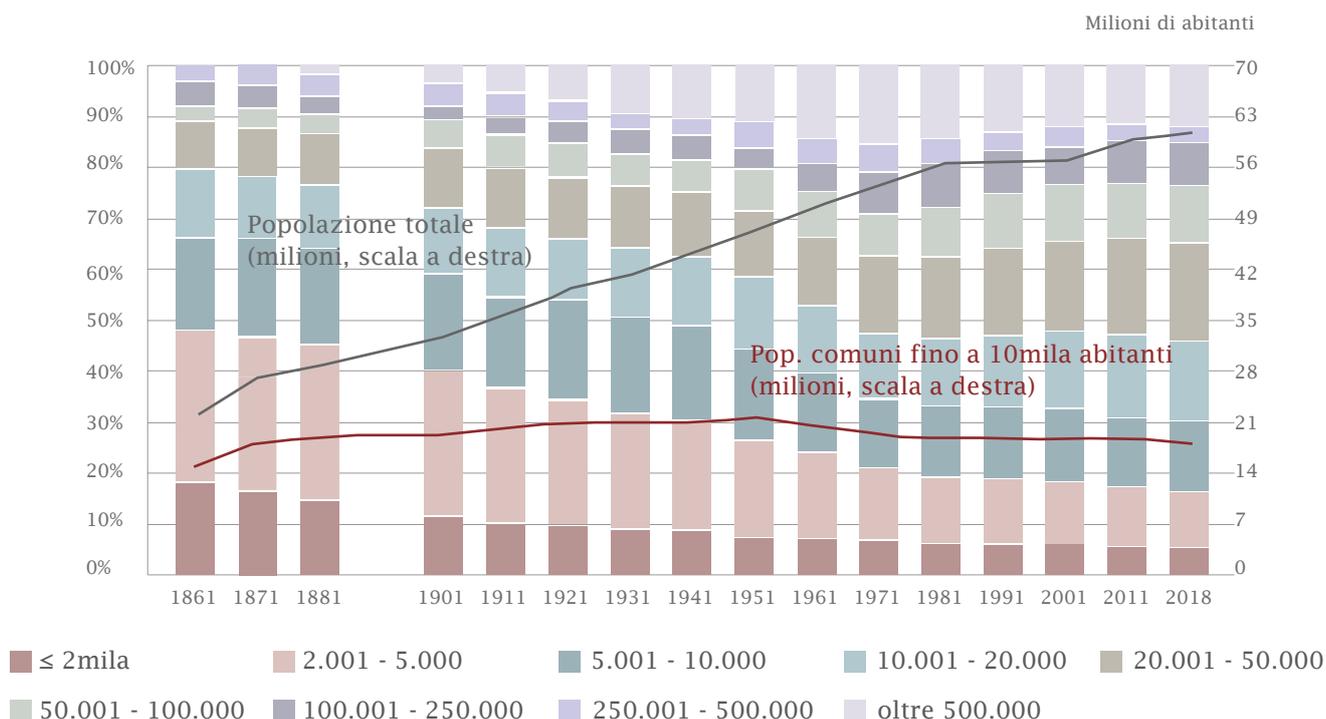
Al momento dell'Unità, l'Italia è un paese rurale: nel 1861 oltre i due terzi della popolazione (il 67,8%) risiedono in centri con meno di diecimila abitanti. Si avvia in seguito una fase di inurbamento, la quale fa sì che il peso demografico dei comuni con meno di 10 mila abitanti scenda da quasi il 68% nel 1861 al 60% a inizio secolo e fino al 51,2% nel 1931 e al 49,6% nel 1936. All'opposto, la popolazione dei 15 grandi comuni passa da 1,6 milioni (e il 7,5% del totale italiano) nel 1861 a quasi 5 milioni (il 13,1%) nel 1921, fino a 6,3 milioni (il 15,4%) nel 1931 e oltre 6,8 milioni (il 15,8%) nel 1936. Al momento dell'Unità Napoli era la città più popolosa del Regno, con 450 mila abitanti, mentre Roma e Milano ne contavano meno di 200 mila (una popolazione lievemente superiore avevano Torino e Palermo). Nel 1936 Roma e Milano avevano superato il milione di residenti, Napoli ne contava 850 mila e Genova e Torino oltre 600 mila. (Istat, 2018)

Negli anni Cinquanta e Sessanta del secolo scorso, di crescita economica sostenuta e di sviluppo della manifattura, si verifica un'impennata dei flussi migratori interni dalle aree rurali, dal Mezzogiorno e in parte dal Nord-est, soprattutto verso Lombardia, Piemonte e Lazio. È in questo periodo che si registra il **picco dei residenti nelle grandi città**: 11,2 milioni nei centri con oltre 250 mila abitanti al censimento del 1971, pari al 20,7% della

popolazione totale. Al tempo stesso, la popolazione nei centri con meno di 10 mila abitanti continua a ridursi, dal 45,1% nel 1951 al 35,4% nel 1971.

A partire dagli anni Settanta, e più rapidamente nei decenni successivi, si registra invece un'**inversione di tendenza: la popolazione dei centri oltre i 250 mila abitanti tende a diminuire**, fino a 8,8 milioni (il 14,8% del totale) nel 2011, soprattutto **a vantaggio dei comuni metropolitani di cintura**. Sono soprattutto le città di media grandezza ad essere soggette a un aumento demografico negli ultimi decenni, ossia quelle comprese tra i 10 mila e i 100 mila abitanti; quelle di dimensioni minori proseguono con il consueto calo (seppur con un andamento notevolmente più lento) che ha caratterizzato l'intero secolo. Nelle aree metropolitane questa tendenza si traduce con un'**espansione dei centri più periferici**, a discapito della popolazione che vive nelle aree centrali: nel grafico si evince infatti la riduzione delle città con oltre 500 mila abitanti a partire dagli anni Settanta (Istat, 2018).

▼ **Grafico 1**, Popolazione residente per classe di ampiezza demografica dei comuni - Anni 1861-2018 valori in migliaia e composizione percentuale, ai confini dell'epoca  
Fonte: Istat, *L'evoluzione demografica dell'Italia*, 2018



### *Distribuzione demografica*

Secondo Diego Ramiro, direttore dell'Istituto di Economia, Geografia e Demografia del Consiglio Superiore di Ricerca Scientifica (CSIC) di Madrid, stiamo vivendo un processo di urbanizzazione a livello mondiale, la popolazione si sposta fondamentalmente nelle zone urbane, dove trovano incentivi dal punto di vista occupazionale, culturale e personale. (Grasso et al., 2020)

A partire da i dati della INE (Instituto Nacional de Estadística), siamo in grado di osservare l'evoluzione della popolazione spagnola nell'ultimo decennio, la quale ha superato a livello nazionale i 47 milioni di abitanti, una cifra che non si registrava dal 2013. La **tendenza generale** è stata quella **di crescita**, la quale però **si concentra in pochi comuni**. Il 76% delle città, infatti, ha subito un calo demografico, a favore del restante 24%, dove si è concentrato l'aumento complessivo. Ben 31 province hanno perso popolazione; quelle che più decrescono in termini percentuali si trovano nell'area nord-est della penisola: Zamora (12%), Cuenca (10%), Teruel (9%) y Ourense (8%). Nell'ultimo decennio i comuni con meno di 5 mila abitanti hanno perso un 5,6% di popolazione. Come afferma Ramiro, non si tratta di un fenomeno recente: quella che si conosce come la Spagna "svuotata" è frutto di un processo a lungo termine e gli attuali comuni spopolati si trovano nella medesima situazione già da un decennio. Nel 1870 Madrid contava 250.000 abitanti, nel 1900 circa mezzo milione e nel 1930 già un milione: questa **crescita, a vantaggio dei grandi centri urbani**, si deve fondamentalmente ai flussi migratori interni alla Penisola. Si tratta, quindi, di un processo che ancora non si è arrestato e che si è originato più di un secolo fa. (Grasso, D., et al., 2020)

Allo stesso tempo, parallelamente a questo, è in atto

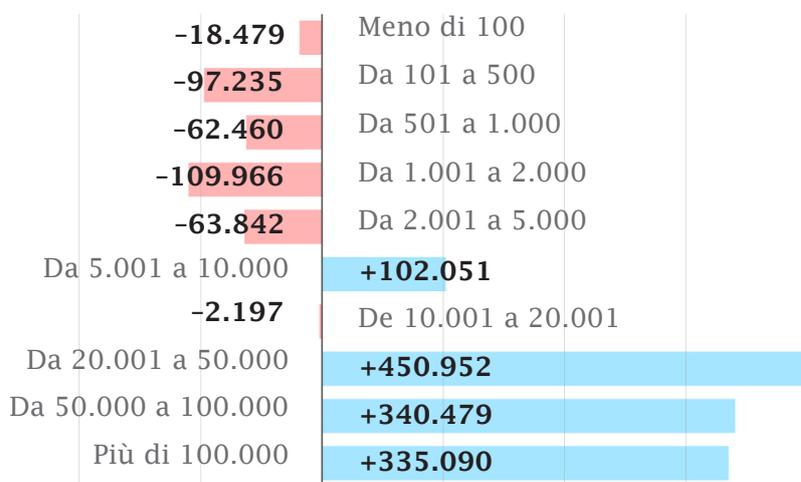
un altro processo, che riguarda lo **spostamento di popolazione dal centro delle grandi città verso le periferie o i comuni limitrofi**, le quali negli ultimi 10 anni sono cresciute notevolmente. Questo processo, chiamato “suburbanizzazione”, ha dominato le dinamiche delle città spagnole, e in generale, delle metropoli dell’Europa Occidentale, soprattutto negli anni Ottanta, Novanta e i primi del 2000.

Questo fenomeno è vincolato al mercato edilizio e agli interessi economici: Josefina Domínguez Mujica, professoressa dell’Università della Palma de Gran Canaria, conferma il potenziamento dello sviluppo urbano in zone residenziali periferiche, avvenuto in un periodo in cui si cercava di vendere il modello di città giardino come un luogo con miglior qualità di vita (Grasso, D., et al., 2020). Attualmente, nei centri urbani, la combinazione di due fenomeni, il turismo e la gentrificazione<sup>7</sup>, provoca un aumento dei prezzi d’affitto, fattore che contribuisce alla scelta, da parte degli abitanti, di spostarsi verso le aree periferiche.

Dal grafico 2 si evince l’importante variazione positiva avvenuta nelle medie e grandi città; l’aumento maggiore si evidenzia nelle città comprese tra i 20 mila e i 50 mila abitanti, dato che si identifica con la crescita delle città satelliti dei grandi centri urbani. Allo stesso tempo **non si arresta la crescita delle grandi città, a discapito dei piccoli comuni** che invece subiscono una decrescita demografica.

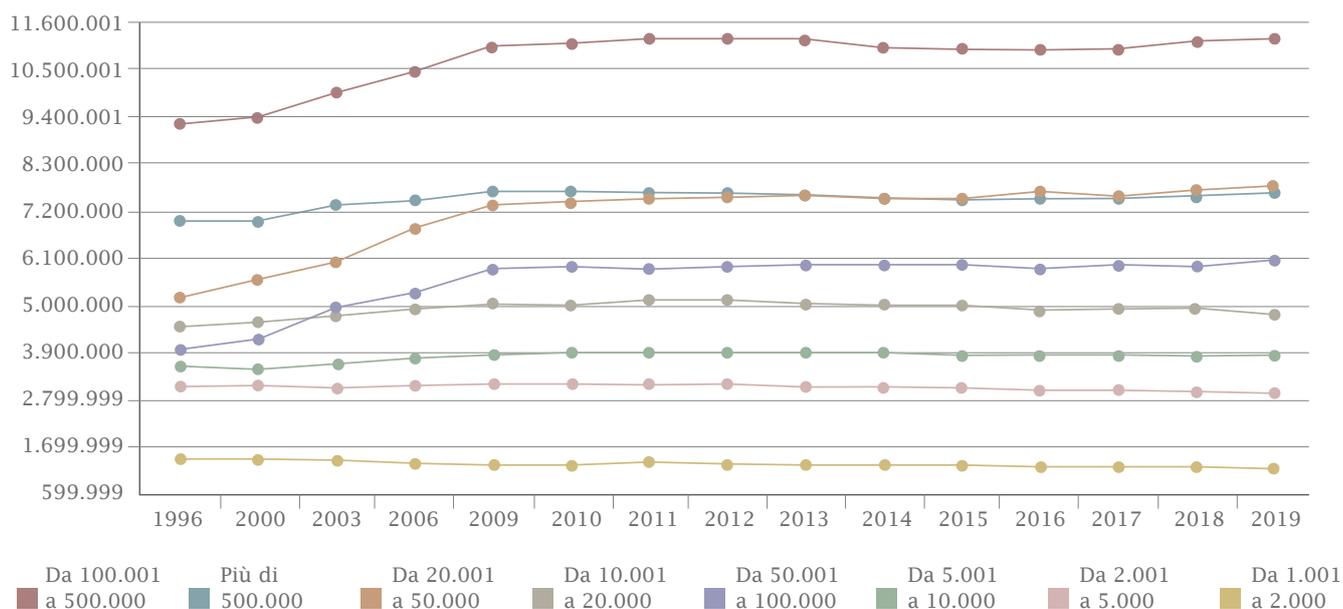
Nel grafico 3 si può apprezzare, infatti, come **la maggior parte dei residenti spagnoli, circa 11 milioni, vivono in città comprese tra i 100 e i 500 mila abitanti**, le quali hanno subito una crescita decisiva tra gli anni 90 e il primo decennio del secolo in corso, seguito dai grandi centri urbani con una popolazione superiore ai 500 mila, che ospitano più di 7 milioni di persone.

*7. Trasformazione di un quartiere popolare in zona abitativa di pregio, con conseguente cambiamento della composizione sociale e dei prezzi delle abitazioni. Questo processo suppone spesso l’espulsione degli originari abitanti del quartiere, sostituiti da altri con maggiori capacità acquisitive*



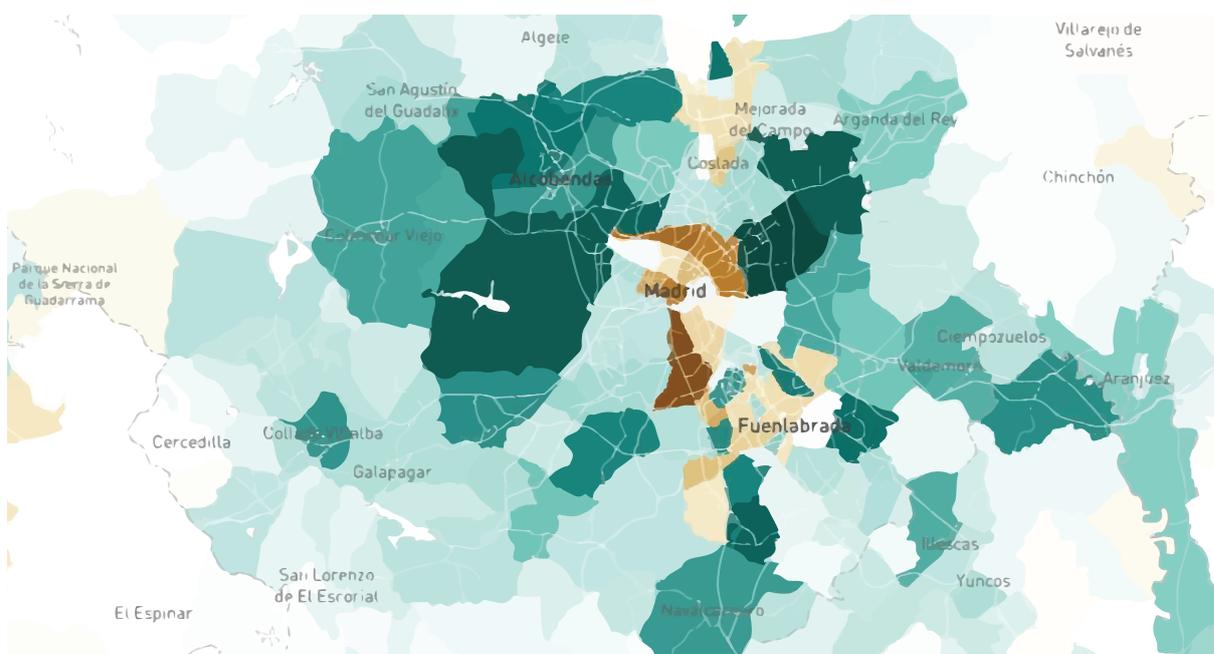
◀ **Grafico 2**, elaborato a partire dai dati dell'INE, mostra la variazione degli abitanti nel periodo 2009-2019, in base alla grandezza delle città, considerando l'intera nazione.  
Fonte: <https://elpais.com/sociedad/2020/01/22/>

▼ **Grafico 3**, Popolazione per grandezza dei Comuni, elaborato sulla base dei dati presenti in INE (Instituto Nacional de Estadística).  
Fonte: <https://www.ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?t=2917&L=0>



La tendenza dei cittadini a spostarsi dai grandi centri urbani verso le periferie o le città satelliti si può osservare facilmente nella seguente mappa, nella quale le aree verdi rappresentano una crescita demografica (la cui importanza è espressa dall'intensità del colore), mentre le aree in marrone una perdita di popolazione. A scopo esemplificativo è stata scelta l'area di Madrid in quanto rappresenta la provincia più importante e popolata dell'intera Penisola, la quale ospita ogni anno un gran numero di cittadini. Si può notare come le aree verdi circondino e abbraccino il centro della città, quasi ad anello chiuso; ciò testimonia l'evidente crescita periferica e dei comuni provinciali a sfavore del centro storico madrilenò.

▼ Variazione popolazione nella provincia di Madrid.  
Fonte: <https://elpais.com/sociedad/2020/01/22/>



# Urban Sprawl, consumo di suolo, città diffusa

1.3

Il fenomeno dell'*urban sprawl*, definito come l'espansione urbana disordinata e incontrollata verso le zone periferiche, unita al calo della densità abitativa (Brueckner, 2001), è uno dei più evidenti cambiamenti nell'uso del suolo che interessa un numero crescente di città nel mondo.

L'Agenzia europea dell'ambiente (Eea) ha descritto lo *sprawl* come un modello fisico di espansione a bassa densità delle grandi aree urbane a scapito delle aree agricole e da un uso misto del territorio e delle periferie (European Environmental Agency 2006). Secondo Gibelli e Salzano, il rischio che esso comporta è l'innalzamento delle spese pubbliche per la fornitura di servizi e un maggior utilizzo di mezzi privati; viene pertanto considerato "insostenibile". Generalmente con l'espressione "*sprawl* urbano" si intende definire l'estensione di una città e dei suoi sobborghi sulle aree rurali che si trovano ai confini dell'area urbana. Il risultato di questo processo è la dispersione urbana o lo sparpagliamento di caseggiati, strade, centri commerciali in continuità con le città che li hanno generati (Istat, 2017).

Tra le principali cause dello *sprawl* si individuano i processi di decentramento residenziale nonché i fenomeni di depolarizzazione e delocalizzazione delle industrie e dei servizi, i quali sarebbero a loro volta connessi sia alla rendita fondiaria urbana, ossia ai forti differenziali esistenti tra il valore del suolo delle aree urbane centrali e quello delle aree rurali periurbane, sia alle migliori potenzialità logistiche di un posizionamento in aree periferiche dotate di elevata accessibilità (lungo le principali arterie stradali) (Bencardino, 2015).

Secondo alcuni studi, come quelli condotti da Nussbaum e Sen, sono i nuovi stili di vita e il diverso modo di pensare le relazioni città-campagna a spingere fasce sempre più cospicue di popolazione ad abbandonare la congestione del centro urbano e a trasferirsi verso luoghi periurbani in cui sia garantita una migliore qualità di vita: beni, servizi e accessibilità sono garantiti al cittadino e, allo stesso tempo, sono migliori le condizioni di vita in termini di qualità ambientale. Tali scelte abitative, senza dubbio sono state favorite dall'uso sempre più intensivo dell'automobile e dalla presenza di un sistema di trasporti sempre più sbilanciata verso una rete viaria e autostradale, con la quale i cittadini mantengono un rapporto di dipendenza (Bencardino, 2015).

In Italia, ad esempio, i dati statistici (Istat, 2018) mostrano che, tra il 1971 e il 2001, le città metropolitane hanno perso circa 2 milioni di abitanti, mentre sono aumentati nelle province di oltre 3 milioni. Si è verificato, quindi, uno spostamento di una parte della popolazione urbana nei comuni minori, dove i costi per l'abitazione sono ridotti, oppure nella campagna, che diventa sempre più urbanizzata, influenzando quindi sull'espansione delle fasce periurbane. (Istat, 2017)

Alle ragioni esposte se ne uniscono altre, legate a problematiche politico-legislative e di governance, identificabili con le questioni relative alla frammentazione amministrativa e alla rendita fondiaria. Le distorsioni legate al meccanismo di formazione della rendita fondiaria, già presenti nel secondo dopoguerra, non sono ancora riuscite a risolversi a causa della mancanza di correttivi legislativi in grado di disciplinarla efficacemente, per contrastare o, almeno, limitare le iniquità derivanti dal guadagno rappresentato dalle plusvalenze accumulate dagli operatori immobiliari nei processi di trasformazione della città (Pileri 2013, in Bencardino, 2015). Così, l'investimento

nel mattone è divenuto in Italia, dalla metà degli anni Ottanta, il più redditizio in assoluto; tuttavia, non è un fenomeno esclusivamente italiano ma ha, invece, una dimensione internazionale, avendo interessato con diversa intensità gran parte dei paesi avanzati, dalla Spagna all'Irlanda, dagli Stati Uniti alla Gran Bretagna e alla Francia. L'ipervalorizzazione immobiliare è alla base di un'occupazione di terreno a scopo edificatorio, non proporzionale alla reale domanda abitativa o produttiva.

Gli attuali studi sulle città europee sono ormai concordi nel mettere fine al periodo dell'espansione urbana, sostenendo la necessità di un **nuovo approccio orientato alla densificazione (o ri-densificazione) e al recupero di aree urbane non utilizzate o male utilizzate, senza prevedere ulteriore consumo di suolo**. All'interno del Rapporto "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici" del 2019 (SNPA) i dati annuali mostrano la "criticità del consumo di suolo nelle zone periurbane e urbane, in cui si rileva un continuo e significativo incremento delle superfici artificiali, con un aumento della densità del costruito a scapito delle aree agricole e naturali (...); I dati confermano l'avanzare di fenomeni quali la diffusione, la dispersione, la decentralizzazione urbana da un lato e, dall'altro, la densificazione di aree urbane, che causa la perdita di superfici naturali all'interno delle nostre città, superfici preziose per assicurare l'adattamento ai cambiamenti climatici in atto." Consumo di suolo e *urban sprawl* sono dunque fenomeni strettamente correlati e sono sempre più spesso considerati il risultato di una pianificazione territoriale poco efficiente. Questo sviluppo della città ha portato enormi conseguenze, ma prima di tutto ha inciso sulla **forma urbana**, che **da compatta è diventata dispersa**, generando un territorio dove i **limiti fisici della città non sono più chiaramente delineati**.

Tra le ragioni fin qui analizzate, che hanno portato alla generazione di questo fenomeno, quello relativo alla città diffusa come un luogo percepito dagli abitanti con maggior qualità di vita, porta al dibattito incentrato sul **paradosso della città compatta** (Wiersinga, 1997), relativo alla relazione inversa tra sostenibilità e vivibilità. Perché una città sia sostenibile, le funzioni e la popolazione devono essere concentrate, perché una città sia vivibile, funzioni e popolazione devono essere disperse in densità inferiori.

La densità urbana rappresenta spesso un limite alla presenza di verde urbano e spinge gli abitanti a scegliere soluzioni prossime o direttamente immerse nel verde, con il conseguente abbandono della città, a causa di motivazioni di tipo ambientale: percepiscono una migliore qualità dell'aria, anche se, a causa della dipendenza dall'auto per percorrere i percorsi fondamentali contribuiscono al peggioramento delle condizioni ambientali generali.

Al contrario, la città compatta assicura una certa prossimità casa-lavoro-servizi, permette un ridotto uso del mezzo privato e quindi minori livelli di inquinamento, ma a livello locale viene percepita come un luogo di concentrazione di emissioni a causa della circolazione di una grande quantità di mezzi.

Questa contrapposizione può essere superata mediante lo **strumento della rigenerazione urbana**, in quanto processo che contribuisce a limitare il fenomeno dello *sprawl urbano*, rendendo le città attrattive e allo stesso tempo vivibili. Una rigenerazione urbana che si pone questi obiettivi implica una connessione fra tre concetti chiave: la forma urbana, la sostenibilità e la vivibilità. (Dessi, 2015). La rigenerazione di una città in chiave sostenibile passa, sempre più spesso, attraverso la riqualificazione dei suoi spazi pubblici, elementi fondamentali per la vivibilità di una città e possibile campo di azione per strategie di adattamento e mitigazione climatica (Dessi, 2007).

### Obiettivi

---

- *azzeramento del consumo di suolo netto entro il 2050*
- *protezione adeguata del suolo in quanto risorsa essenziale del capitale naturale entro il 2020*
- *allineamento del consumo alla crescita demografica reale entro il 2030*
- *bilancio non negativo del degrado del territorio entro il 2030*

*(Parlamento europeo e Consiglio, 2013)*  
*(UN, 2015)*

I dati del 2019 mostrano come il consumo di suolo, il degrado del territorio e la perdita delle funzioni degli ecosistemi, continuano a un ritmo non sostenibile; il rallentamento progressivo delle nuove coperture artificiali degli anni passati, ascrivibile prevalentemente alla crisi economica, si è fermato e in alcune aree si consolida, al contrario, un'inversione di tendenza, con una **ripresa della trasformazione ancora a scapito del suolo naturale, a causa dell'assenza di interventi normativi efficaci** o in attesa della loro attuazione e della definizione di un quadro di indirizzo omogeneo.

**In Italia, l'iniziativa delle Regioni e delle Amministrazioni Locali sembra essere riuscita marginalmente**, per ora, e solo in alcune parti del territorio, **ad arginare l'aumento delle aree artificiali**, rendendo evidente l'inerzia del fenomeno e il fatto che gli strumenti attuali non abbiano mostrato ancora l'auspicata efficacia. nel governo del consumo di suolo. (SNPA, 2019)

**L'Europa** e le Nazioni Unite ci richiamano alla tutela del suolo, del patrimonio ambientale, del paesaggio, al riconoscimento del valore del capitale naturale, con l'obiettivo di **azzerare il consumo di suolo netto entro il 2050** (Parlamento Europeo e Consiglio, 2013), di allinearli alla crescita demografica e di non aumentare il degrado del territorio entro il 2030 (UN, 2015).

Nel 2002 la Commissione Europea ha pubblicato "Verso una strategia tematica per la protezione del suolo" (Commissione Europea, 2002), in cui si evidenziava l'importanza del suolo come risorsa vitale e fundamentalmente non

rinnovabile, sottoposta a crescenti pressioni; il testo rappresentava per la Commissione un impegno politico per la protezione del suolo, con la consapevolezza della necessità di tempi lunghi per la formulazione di una politica europea integrata. Oggigiorno la protezione ambientale rimane senz'altro una delle priorità delle politiche attuate in sede di Unione Europea, fulcro intorno a cui ruotano le politiche di sviluppo sostenibile, ma, a distanza di diciassette anni da questa prima Comunicazione, possiamo constatare l'intercorrere di tempi eccessivamente lunghi per la formulazione e l'attuazione di una politica europea (SNPA, 2019), considerando che, negli ultimi vent'anni, nel nostro Continente, **un'area pari a circa 1.000 km<sup>2</sup> l'anno è stata definitivamente persa in seguito alla costruzione di nuove aree urbane e infrastrutture** (EEA, 2017).

**A livello globale**, la conclusione della Conferenza delle Nazioni Unite sullo Sviluppo Sostenibile del 2012 permetteva di portare nuovamente all'attenzione pubblica il tema della protezione, della conservazione e del miglioramento delle risorse naturali, incluso il suolo. Il rapporto finale, "Il futuro che vogliamo" (UN, 2012) invitava i governi nazionali a intervenire per garantire una maggiore attenzione delle decisioni relative all'uso del territorio, a tutti i livelli di pertinenza, rispetto agli impatti ambientali, sociali ed economici che generano degrado del suolo.

Nel 2015, l'**Agenda Globale per lo sviluppo sostenibile** delle Nazioni Unite (UN, 2015), definiva gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (Sustainable Development Goals - SDGs) e indicava, tra gli altri, alcuni target di particolare interesse per il territorio e per il suolo, da integrare nei programmi nazionali a breve e medio termine e da raggiungere entro il 2030:

- assicurare che il consumo di suolo non superi la crescita demografica;

- assicurare l'accesso universale a spazi verdi e spazi pubblici sicuri, inclusivi e accessibili;
- raggiungere un land degradation neutral world, quale elemento essenziale per mantenere le funzioni e i servizi ecosistemici.

Con la sottoscrizione dell'Agenda, tutti i paesi, compresa l'Italia hanno accettato di partecipare ad un processo di monitoraggio di questi obiettivi gestito dalla Commissione Statistica delle Nazioni Unite, attraverso un sistema di indicatori, tra cui alcuni specifici sul consumo di suolo, sull'uso del suolo e sulla percentuale del territorio soggetto a fenomeni di degrado.

**A livello nazionale** lo strumento per la messa a sistema dell'attuazione dell'Agenda 2030 è rappresentato dalla **Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile (SNSvS)**, presentata al Consiglio dei Ministri a ottobre 2017 (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2017) e approvata dal CIPE a dicembre dello stesso anno. La SNSvS 2017-2030 si configura, anche alla luce dei cambiamenti intervenuti a seguito della crisi economico-finanziaria degli ultimi anni, come lo strumento principale per la creazione di un nuovo modello economico circolare, a basse emissioni di CO<sup>2</sup>, resiliente ai cambiamenti climatici e agli altri cambiamenti globali causa di crisi locali, come, ad esempio, la perdita di biodiversità, la modificazione dei cicli biogeo-chimici fondamentali (carbonio, azoto, fosforo) e i cambiamenti nell'utilizzo del suolo. Al fine di garantire la gestione sostenibile delle risorse naturali, l'arresto del consumo del suolo e della desertificazione è stato individuato come uno degli obiettivi strategici (SNPA, 2019).

Per il raggiungimento di questi obiettivi, **sono evidentemente necessari atti normativi efficaci che possano indirizzare le politiche di governo e le azioni di trasformazione del territorio verso**



**un rapido contenimento del consumo di suolo agricolo o naturale. Come in Europa pesa l'assenza di una Direttiva quadro sul suolo, anche in Italia il Parlamento, nonostante i tentativi, non ha ad oggi approvato una legge che abbia l'obiettivo di proteggere il suolo dall'uso indiscriminato e dalla sua progressiva artificializzazione (SNPA, 2019).**

È evidente la necessità di adottare un'Agenda urbana nazionale che però a tutt'oggi risulta ancora assente. Questa mancanza non significa tuttavia un'assenza di politiche per le città, ma sottolinea semmai **l'esigenza di definire un quadro di riferimento coordinato unitario.**

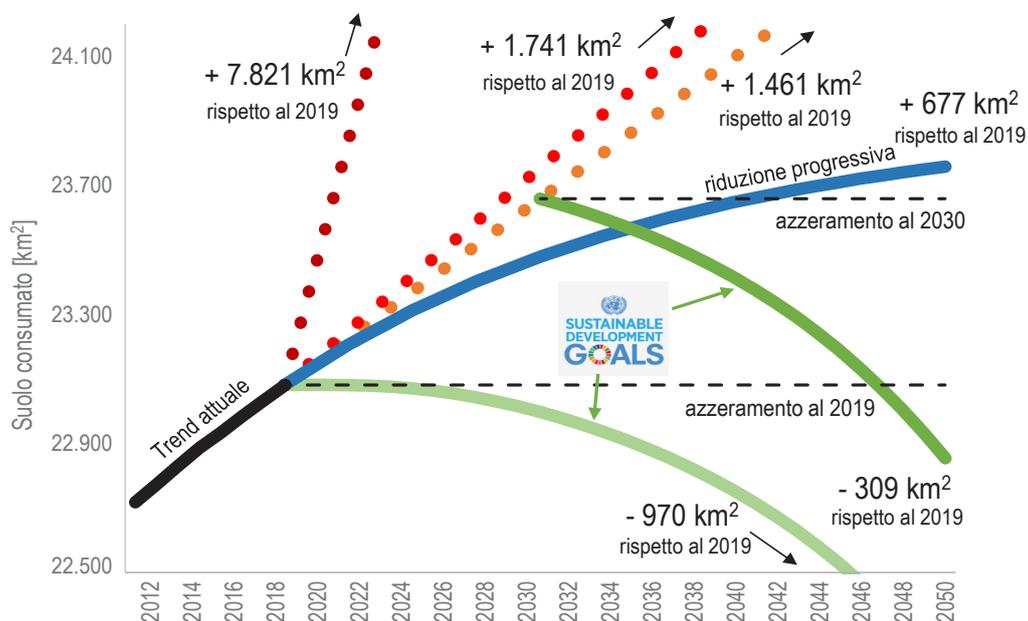
### Consumo di suolo

Una valutazione degli scenari di trasformazione del territorio italiano, nel caso in cui la velocità di trasformazione dovesse confermarsi pari a quella attuale anche nei prossimi anni, porta a stimare il **nuovo consumo di suolo in 1.461 km<sup>2</sup> tra il 2019 e il 2050**. Sarebbero 1.741 i km<sup>2</sup> nel caso si registrasse la stessa velocità dei tre anni precedenti. Se invece si dovesse tornare alla velocità massima registrata negli anni 2000, si arriverebbe quasi a 8.000 km<sup>2</sup>. Nel caso in cui si attuasse una progressiva riduzione della velocità di trasformazione, ipotizzata nel 15% ogni triennio, si avrebbe un incremento delle aree artificiali di 677 km<sup>2</sup> prima dell'azzeramento al 2050.

Sono tutti valori molto lontani dagli obiettivi di sostenibilità dell'Agenda 2030 che, sulla base delle attuali previsioni demografiche, imporrebbero un saldo negativo del consumo di suolo. Ciò significa che, **a partire dal 2030, la "sostenibilità" dello sviluppo richiederebbe un aumento netto delle aree naturali di 309 km<sup>2</sup> o addirittura di 970 km<sup>2</sup> che andrebbero recuperati nel caso in cui si volesse assicurare la "sostenibilità" dello sviluppo già a partire dal 2019.** (SNPA, 2019)

**Grafico 4**, Stima del futuro consumo di suolo in base alle diverse politiche adottate, Fonte: SNPA, *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*, 2019

- Riduzione 15% ogni 3 anni
- Obiettivi sviluppo sostenibile dal 2019
- Velocità media 2015
- Obiettivi sviluppo sostenibile dal 2030
- Velocità media 2018
- Velocità max anni 2000



## La situazione in Spagna

### Consumo di suolo

La **superficie urbanizzata** compresa all'interno della Penisola iberica ha raggiunto nel 2011 il **2,5% dell'intero territorio**, paragonabile a un'area superiore a quella dell'intera regione di Murcia.

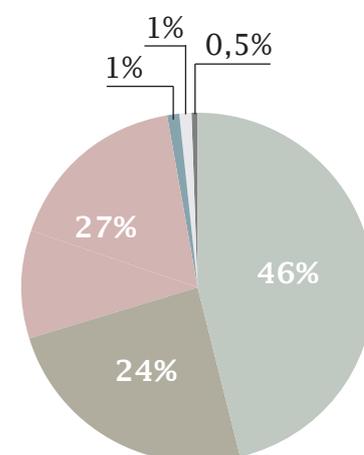
Nel periodo tra il 1987 e il 2000 le superfici urbanizzate sono aumentate del 29,5% , valore che raggiunge il 45% nel 2007, comportando un'importante trasformazione del territorio che ha interessato quasi un terzo del paese (OSE, 2006).

La comunità madrilenà, si caratterizza dalla maggiore percentuale di superficie urbanizzata, raggiungendo il 15%. Di questo territorio artificiale, più della metà è di tipo urbano (il 56%), mentre il restante è dedicato alle zone commerciali e industriali (19%), alle infrastrutture e alle zone minerarie (6% ciascuna). Quello che resta comprende superfici in costruzione e zone verdi artificiali (OSE, 2006).

Se nel 1987 il totale di territorio urbanizzato era pari a 100, nel 2011 si è raggiunto il valore di 155, mentre la popolazione sarebbe passata da 100 a 122: **si consuma più territorio per abitante rispetto al passato** (El País, 2017)<sup>8</sup>.

Le nuove superfici urbanizzate erano per il 75% appartenenti a zone agrarie, per il 24% a zone forestali e in una piccola percentuale a zone umide. Le superfici artificiali si sono estese intorno alle grandi e medie città, seguendo i corridoi delle infrastrutture e non badando molto alla tipologia di territori interessati.

Il **tasso di consumo di suolo è stato di 55 ettari al giorno**, una superficie equivalente a 55 campi di calcio. Tra il 2005 e il 2011, periodo dominato dalla cosiddetta "bolla immobiliare", il tasso medio di incremento è raddoppiato, raggiungendo i 109 ettari al giorno (OSE, 2006).



- Aree agricole
- Praterie
- Zone forestali
- Spazi aperti con vegetazione scarsa o nulla
- Zone umide
- Superfici d'acqua

▲ **Grafico 5.** Origine delle nuove superfici artificiali nel territorio spagnolo

Elaborazione dei dati ricavati dal progetto *CORINE Land Cover para España* (Ministerio de Fomento, Instituto Geográfico Nacional) <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0637086.PDF>

8. Fonte dei dati: [https://elpais.com/elpais/2016/12/29/planeta\\_futuro/1483012649\\_183227.html](https://elpais.com/elpais/2016/12/29/planeta_futuro/1483012649_183227.html)

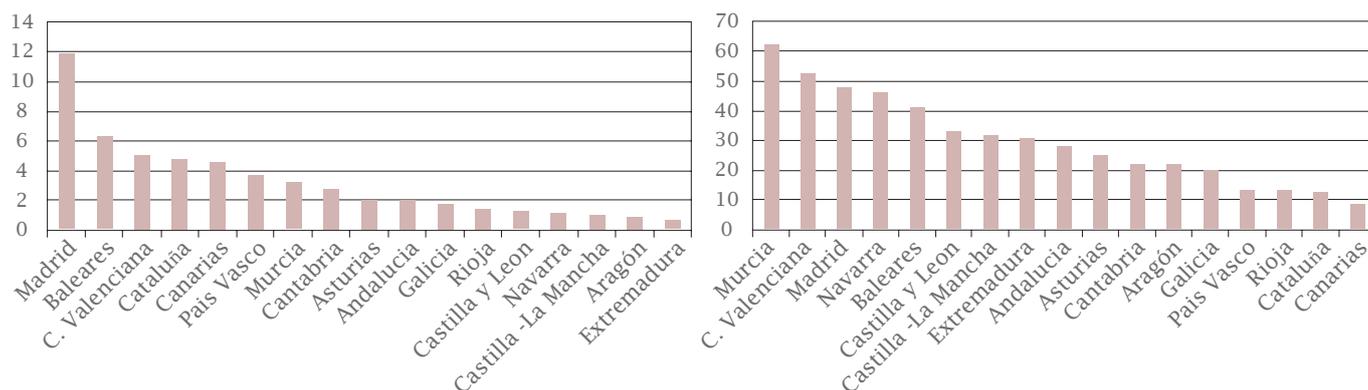
Queste trasformazioni hanno interessato soprattutto le aree più fragili e vulnerabili, come nel litorale, dove in una sola generazione si è duplicata la superficie artificiale che era presente dal Neolitico. L'aumento dell'estensione urbana dispersa e delle grandi superfici commerciali, associata all'uso dell'automobile privata, è un'altra caratteristica di questo modello di sviluppo. **La città diffusa in Spagna occupa quasi 500.000 ettari** nell'attualità, mentre la tradizionale città compatta era di circa 200.000 (OSE, 2006).

Tra il 1987 e il 2011 si stima che si è utilizzato un totale di **840 milioni di tonnellate di cemento**, ossia circa 20 tonnellate per abitante. Gli effetti sulla sostenibilità si possono riassumere in perdita di biodiversità, aumento di emissioni di gas serra, effetti sulla qualità dell'acqua e dell'aria, del paesaggio e dell'aria nelle città. Il dato più allarmante riguarda la perdita di suolo fertile, che incide sulla produzione alimentare.

La Spagna è uno dei paesi con il **più elevato numero di abitazioni** ogni 1000 abitanti, ossia circa 538. Prima della crisi, infatti, tra il 2004 e il 2007 si sono costruite approssimativamente 650.000 abitazioni. Tuttavia, **molte di queste sono attualmente disabitate**, dato che, paradossalmente, lo fa divenire uno dei paesi con il minor numero di case abitate rispetto al totale. La crisi economica ha prodotto una crisi demografica allarmante, la quale contrae ancora di più la domanda di abitazioni. In aggiunta, l'aumento della precarietà e la mancanza di incentivi per gli affitti, ne rende ancora più difficile l'uso (El Pais, 2017).

**Grafico 6.** (sinistra): ▼  
Percentuale superficie artificiale per ogni regione della Spagna nell'anno 2000.

**Grafico 7.** (destra): Aumento in percentuale della superficie artificiale tra il 1987 e il 2000 per ogni regione della Spagna



## Verso una città sostenibile

A partire dagli anni '90, il dibattito sulla sostenibilità si è trovato di fronte al problema della forma urbana. Concentrazione (compattezza), diffusione e dispersione, dunque, tre tipologie di sviluppo urbano che possono incidere in maniera più o meno negativa sullo sviluppo sostenibile della città (Dessi, 2015). Molte ricerche hanno messo in evidenza le criticità delle città a bassa densità insediativa, che riguardano soprattutto l'uso poco efficiente delle fonti energetiche e il consumo incontrollato di territorio. In considerazione dei due nuovi obiettivi strategici che si sono affermati in tempi recenti, relativi alla gestione ambientale ed energetica, la soluzione sostenibile suggerita è la **formazione della città compatta**, o comunque ad alta densità. La densificazione della città già costruita, con l'obiettivo di ridurre l'ulteriore estensione e contrastare lo sprawl, rappresenta un nuovo modello di sviluppo urbano e sociale che sta caratterizzando le politiche urbane e la pianificazione di alcune metropoli contemporanee (Istat, 2017).

Da qui nasce il dibattito contemporaneo basato sulla **dialettica orizzontalità/verticalità**, che impone una riflessione su distribuzione delle funzioni urbane, approcci metodologici per la crescita urbana e per la trasformazione del territorio. In antitesi al consumo di suolo, l'alta densità può favorire una migliore efficienza degli assetti urbani solo se messa in relazione al disegno della città, all'efficacia delle infrastrutture e all'innovazione tecnologica. (Cangelli e Vettori, 2019).

Con il fine di garantire una correlazione tra densità del costruito ed equilibrio ambientale, sociale ed economico, il progetto "verticale" deve tenere conto di alcuni principi: la riconnessione con la storia, l'utilizzo responsabile della tecnologia e la capacità

di stabilire relazioni. In tal senso, la densificazione non può tradursi solo nel soddisfacimento della domanda abitativa, ma deve permettere di riportare vitalità e attrattività, favorire lo sviluppo e l'articolazione sociale, incrementare la qualità di vita. Se non si attua un disegno rigoroso, che tenga conto di questi parametri, si corre il rischio di creare un tipo edilizio che produca spazi isolati, che non si relazioni col tessuto urbano, creando una sorta di città nella città (Moscatelli, 2019).

Il tema della densificazione non rappresenta soltanto uno dei filoni di ricerca urbanistica ma è anche alla base delle **politiche di smart-growth** che a partire dagli anni '90 hanno introdotto regole e politiche orientate ad assicurare migliori livelli di vivibilità, ottimizzare lo sfruttamento del territorio e governare la crescita urbana (Istat, 2017).

Tra le raccomandazioni contenute negli studi si ritrovano temi legati sia alla **forma urbana** che alla **mobilità**; esiste infatti una correlazione tra questi due aspetti, i quali devono essere letti contemporaneamente. Di fatto, la sola compattezza non è sinonimo di sostenibilità se non accompagnata da un sistema di mobilità sostenibile, cioè da una strategia di disincentivazione del mezzo privato e la presenza di un'efficiente rete di trasporto pubblico, in assenza del quale si arriverebbe facilmente a livelli insostenibili di congestionamento del traffico.

Un aspetto che può essere oggetto di critica, relativo alla città compatta, consiste nel fatto che un'eccessiva densità riduce la possibilità di utilizzare fonti rinnovabili di energia, in particolare il sole, il vento e le brezze per riscaldare o raffrescare gli ambienti urbani, oltre a fornire una bassa disponibilità di superficie verde. Il **verde urbano**, in particolare, è oggi un elemento fondamentale nella lotta all'inquinamento e all'abbattimento delle polveri sottili; oltre a rendere attrattive e confortevoli le città, è una strategia efficace per ridurre l'isola di calore urbano, principale causa dell'aumento di temperatura. All'interno della



città compatta esistente, difficilmente si può pensare ad un nuovo parco, ma, allo stesso tempo, esistono numerose aree che devono essere prese in considerazione (Dessi, 2015), come ad esempio gli spazi in *between*<sup>9</sup> (Gehl, 2011), o le stesse superfici degli edifici, dei quali è possibile ripensare la funzionalità, al fine di renderli potenziali strumenti per la mitigazione del micro-clima locale urbano.

Per quanto riguarda l'utilizzo di fonti rinnovabili, nel caso di rigenerazione urbana di realtà esistenti che hanno subito l'abbandono da parte di popolazione e attività produttive, si può contare sulla presenza di grossi vuoti urbani, aree abbandonate che rappresentano la chiave per ridensificare in maniera intelligente, mediante interventi mirati a stabilire adeguati livelli di vivibilità, ma anche di sostenibilità ambientale (Dessi, 2015).

*9. Per spazi in "between" si intendono le aree pubbliche urbane, come ad esempio le strade o gli spazi risultanti tra gli edifici.*





## *comfort ambientale negli spazi urbani aperti*

- 
- 2.1. *Introduzione*
  - 2.2. *L'isola di calore urbano*
  - 2.3. *Parametri che condizionano il comfort degli  
spazi urbani*
  - 2.4. *Strategie di mitigazione e i loro effetti sui  
parametri ambientali*
  - 2.5. *Alberi e ombreggiamento*

# Introduzione

La creazione di quartieri dotati di spazi aperti confortevoli all'interno dei contesti urbani è uno dei principali obiettivi della progettazione ambientale.

**Benessere microclimatico e comfort ambientale** si riferiscono alla condizione ambientale in cui l'individuo si trova in una condizione di soddisfazione riconducibile sia all'equilibrio tra metabolismo e scambio termico con l'ambiente sia a condizioni soggettive<sup>1</sup>. Al benessere possono, inoltre, essere correlate anche le caratteristiche di qualità dell'aria riconducibili alla salubrità.

I parametri microclimatici sono di importanza centrale per le attività che vengono svolte all'aperto e in larga misura ne determinano l'uso. Per tale motivo, analizzarne le caratteristiche negli spazi urbani esterni, e le implicazioni in termini di comfort per le persone che li frequentano, apre nuove possibilità per la progettazione degli spazi urbani sia in termini di nuova progettazione che di riqualificazione degli agglomerati esistenti. Inoltre, la progettazione fisica dello spazio esterno influisce, oltre che sulla dimensione immateriale dello spazio stesso (vivibilità, comfort), anche sulle prestazioni ambientali stesse degli edifici limitrofi; l'uso di tecnologie appropriate di mitigazione dell'ambiente si riflette sui singoli edifici, migliorando i parametri di benessere termico al suo interno.

I parametri da prendere in considerazione per una efficiente riqualificazione ambientale dello spazio urbano sono principalmente: elementi antropici (piazze, viali, strade); elementi biofisici (vegetazione, acqua, suolo); elementi bioclimatici (ventilazione, soleggiamento, umidità, temperatura superficiale). Nelle nostre regioni, in particolare, nel periodo estivo, si registra un disagio termico degli ambienti urbani dovuto al surriscaldamento

*1. Il microclima si riferisce al complesso dei parametri ambientali temperatura, umidità relativa e velocità dell'aria, che condizionano lo scambio termico tra individuo e ambiente. Influisce in maniera significativa sulla qualità degli ambienti e quindi sul benessere delle persone. Il conseguimento del benessere termico, cioè lo stato di piena soddisfazione nei confronti dell'ambiente stesso, costituisce una condizione indispensabile e prioritaria per il conseguimento del benessere totale. (Definizione tratta da <https://www.teknoiring.com/wikitecnica/sicurezza-sul-lavoro/microclima/>)*



dell'aria per effetto combinato dell'**isola di calore**, del surriscaldamento delle superfici edilizie e degli asfalti stradali. Ciò induce ad un maggior uso dei sistemi di condizionamento che immettendo calore nell'ambiente esterno ne peggiorano le condizioni di comfort. (Lepore, Chella, 2012)

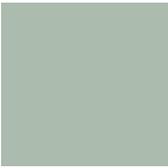
## L'isola di calore urbano

L'isola di calore urbano (UHI, Urban Heat Island) è un fenomeno microclimatico che si verifica nelle aree metropolitane e consiste in un significativo aumento della temperatura nell'ambito urbano rispetto alle aree rurali circostanti. Si tratta di un fenomeno causato principalmente dalle **caratteristiche termiche e radiative dei materiali** che costituiscono le superfici urbane, come ad esempio asfalto e cemento, nelle quali prevale l'assorbimento della radiazione solare rispetto alla riflessione, oltre che dalla densità del costruito che si oppone allo scambio termico indotto dalla ventilazione e dagli effetti di avvezione legati alla presenza di aree vegetate. (Marchesi, Sajani, Lauriola, 2013).

Una proprietà importante da considerare è l'albedo, che rappresenta la frazione di radiazione solare riflessa dalla superficie. Viene espressa attraverso una scala da 0 a 1, in cui 0 indica una riflessione nulla e 1 una riflessione totale (Scalzo, 2019).

La riflessione solare varia in funzione delle caratteristiche del materiale, in particolar modo dal suo colore: quelli tendenti al nero e in generale i colori scuri, assorbono una quota maggiore di calore rispetto a quelli chiari. I materiali edilizi maggiormente impiegati presentano valori di albedo bassi, ad esempio quello dell'asfalto è compreso tra 0,05 e 0,2. Questa è la principale causa di assorbimento della radiazione solare in ambito urbano, con conseguente incremento delle temperature superficiali, che viene riemessa sotto forma di calore sensibile, aumentando la temperatura generale dell'ambiente urbano (Scalzo, 2019).

Anche le **attività umane** in ambito urbano come il traffico veicolare, gli impianti di riscaldamento e condizionamento, l'attività industriale influiscono



sul riscaldamento delle zone cittadine, sia attraverso il rilascio di calore sia alterando le proprietà radiative dell'atmosfera a causa degli alti livelli di inquinamento associati a tali attività. (Marchesi, Sajani, Lauriola, 2013)

**L'incremento di superfici naturali, alberi e vegetazione**, che nelle zone rurali schermano la radiazione solare, riducendone le temperature superficiali, è una delle strategie più efficaci per combattere il fenomeno dell'isola di calore urbana. Inoltre, grazie al processo di evapotraspirazione, ossia l'effetto combinato di traspirazione delle piante e dell'evaporazione dell'acqua direttamente dal suolo, si attua un'ulteriore effetto di mitigazione. Questo fenomeno non può verificarsi in ambito urbano, dove la maggior parte delle superfici sono impermeabili. L'isola di calore urbana ha come effetto l'aumento dei consumi energetici dovuti al maggior utilizzo di impianti per il raffrescamento estivo, che implica, oltre al rilascio di calore, inquinanti e gas serra, un aumento dell'impronta ecologica della città. (Scalzo, 2019)

## Parametri che condizionano il comfort degli spazi urbani

### *TEMPERATURA DELL'ARIA*

La temperatura è la proprietà che misura il trasferimento di energia termica, cioè del calore. Il calore è una forma di energia che fluisce da un ambiente più caldo verso uno più freddo, ed è la causa delle variazioni di temperatura. La temperatura dell'aria condiziona in modo decisivo lo scambio termico tra l'individuo e l'ambiente che lo circonda e dipende principalmente dalla radiazione solare che raggiunge la superficie terrestre. Il suo valore viene influenzato da numerosi elementi presenti nell'ambiente, quali vento, vegetazione, acqua, attività umana (Scalzo, 2019).

### *UMIDITÀ RELATIVA*

L'umidità relativa indica il rapporto tra la quantità di vapore acqueo contenuto in una massa d'aria e la quantità massima che la stessa può contenere in condizioni di saturazione nelle medesime condizioni di temperatura e pressione. All'aumentare della temperatura dell'aria, aumenta la quantità di vapore acqueo necessaria per raggiungere la saturazione e quindi la umidità relativa diminuisce. Durante la stagione estiva, una frazione di umidità relativa superiore al 60% provoca una sensazione di caldo afoso, in quanto l'alta quantità di vapore acqueo presente nell'aria riduce l'evaporazione del sudore. Durante l'inverno, invece, alte percentuali di umidità relativa intensificano la sensazione di freddo. (Scalzo, 2019)

## *VENTO*

Il vento è uno dei più importanti fattori che agiscono sulle condizioni di comfort negli spazi aperti. È influenzato da diversi fattori di carattere globale, regionale e locale; generalmente si può dire che ha origine dal movimento dell'aria da aree di alta pressione ad aree di bassa pressione. Il vento può avere effetti meccanici ed effetti termici. I primi sono relazionati alla forza del vento, per i quali ad esempio al di sopra dei 10 m/s risulta sgradevole camminare o al di sopra dei 15 m/s diventa pericoloso. Gli effetti termici riguardano lo scambio termico tra corpo umano e ambiente e influenzano la condizione di comfort in funzione della stagione, delle condizioni meteorologiche e delle caratteristiche spaziali. In climi freddi il vento tende a far diminuire le condizioni di comfort, in quanto provoca una sottrazione di calore indesiderata, mentre assume effetti positivi in climi caldi (con valori di velocità maggiori a 1 m/s) perchè permette il raffrescamento convettivo. (AA.VV.,2004)

## *TEMPERATURA MEDIA RADIANTE*

La temperatura media radiante ( $T_{mr}$ ) è l'indice degli scambi radiativi tra le superfici che delimitano un ambiente e il corpo umano. All'esterno, gli scambi radiativi dipendono dal flusso termico emanato per irraggiamento dalle superfici e flusso termico dovuto all'irraggiamento solare, diretto e diffuso. Si tratta quindi dell'indice complessivo delle condizioni di comfort dovuto alla concomitanza delle due cause. Durante il giorno, l'energia emanata dal sole tende ad essere la predominante, mentre di notte la massima emissione di flusso termico sarà data dalle superfici, in seguito all'assorbimento del calore nelle ore diurne (Leone, 2012)

## Strategie di mitigazione e i loro effetti sui parametri ambientali

Negli ultimi anni, è maturata una maggiore consapevolezza nei confronti dei problemi ambientali, particolarmente evidenti nelle aree urbane, che ha portato ad una convergenza dei temi della qualità della vita nelle aree urbane rispetto ai temi della qualità ecologica ed ambientale, soprattutto in seguito agli effetti del cambiamento climatico sulle realtà urbane. La città contemporanea necessita una rigenerazione dei tessuti esistenti, mediante l'utilizzo di strategie atte a migliorare la qualità degli ambienti che la compongono. L'impatto dei cambiamenti climatici può essere ridotto efficacemente mediante la **reintroduzione di elementi naturali all'interno della città**, il cui impiego, inoltre, può essere determinante nell'aumentare la resilienza e, dunque, l'adattamento dell'ambiente urbano. Gli elementi naturali che entrano in gioco in maniera più significativa per accrescere il comfort termico degli spazi urbani sono la **vegetazione** e l'**acqua**. Prevedere l'utilizzo adeguato di vegetazione ed elementi d'acqua all'interno del progetto di rigenerazione consente un'efficiente regolazione delle temperature superficiali e atmosferiche e dell'umidità relativa, grazie a processi di evapotraspirazione delle piante e di raffrescamento evaporativo. Ciò deve essere accompagnato da **sistemi di schermatura** progettati *ad hoc* e dall'utilizzo di materiali adeguati, che contribuiscono a controllare efficacemente la radiazione solare in funzione delle esigenze di comfort. Infine è di fondamentale importanza considerare l'orientamento degli edifici rispetto alla direzione prevalente delle correnti, col fine di analizzare l'effetto dei **venti** in relazione alla variazione della sua velocità.

Successivamente vengono riportate alcune **strategie per migliorare l'ambiente termico urbano**, le quali includono il cambiamento della geometria urbana, la piantagione di vegetazione, l'utilizzo di superfici fredde e l'integrazione di corpi idrici. Innanzitutto, vengono esaminati gli **effetti di queste strategie su radiazione termica, temperatura dell'aria, velocità del vento, umidità e comfort termico**. Successivamente, viene confrontata l'efficacia di diverse strategie.

### *MORFOLOGIA URBANA*

Gli spazi aperti urbani sono l'esito della morfologia e della geometria dell'ambiente costruito (e viceversa), caratterizzati da varie geometrie. L'effetto principale della morfologia urbana sull'ambiente termico urbano è la modifica dello scambio di calore radiativo e convettivo all'interno di spazi aperti urbani. La morfologia urbana con un edificato alto e denso spesso blocca le radiazioni solari e riduce la velocità del vento. Negli studi sull'ambiente termico, la geometria urbana è generalmente quantificata dai seguenti parametri: il fattore di visione del cielo (SVF) per spazi irregolari e complessi, come gli spazi nelle piazze, nei parchi e nelle comunità abitative; o il rapporto altezza-larghezza (H/L) e l'orientamento per i canyon di strada. Il rapporto altezza-larghezza, definito come il rapporto tra l'altezza degli edifici e la larghezza della strada, è un fattore importante che indica l'apertura di un canyon urbano. Un valore H/W più alto implica una minore apertura e viceversa (Pollo et al., 2020). Il fattore di visione del cielo è un numero senza dimensioni che va da zero a unità, che rappresenta la quantità di cielo libero vista da un determinato punto (Oke, 1988). Un SVF più basso indica una maggiore ostruzione da parte di elementi urbani come edifici e alberi, con conseguente riduzione delle radiazioni del sole e del cielo e più radiazione delle onde lunghe dalle superfici urbane (Lai et al., 2019).

- **Gli spazi urbani con maggior compattezza, basso SVF o alto H/W sono caratterizzati da una ridotta esposizione alle radiazioni solari, creando così un maggiore comfort termico nei climi caldi.** (Charalampopoulos et al., 2013).

- Oltre alla riduzione dell'esposizione solare, anche il **livello di radiazione nelle aree compatte è inferiore rispetto agli spazi aperti.** Molti studi hanno infatti confermato la relazione positiva tra SVF e temperatura radiante media (Tmrt).

Sebbene i valori di Tmrt siano maggiori in luoghi più aperti, la quantità di radiazione a onde lunghe in tali spazi è inferiore, poiché gli spazi sono circondati da un minor numero di superfici solide, che contribuiscono in modo significativo alla radiazione a onde lunghe. **Di notte**, quando la radiazione ad onda corta è assente, Tmrt è influenzato solo dalla radiazione ad onda lunga. Inoltre, anche i valori ridotti dello SVF riducono gli scambi radiativi notturni con la volta celeste. Di conseguenza, **Tmrt cresce in ambienti urbani compatti e diminuisce con un aumento dell'apertura** (Lai et al., 2019).

- Per quanto riguarda gli effetti della geometria urbana sul vento, possiamo dire che una forma urbana aperta determina una maggior esposizione a tale fenomeno, mentre una chiusura del tessuto urbano ne provoca un rallentamento. La letteratura scientifica di settore caratterizza solitamente la direzione del flusso rispetto alle strade come parallela, normale o obliqua (Ahmad et al., 2005). A livello della strada, **il flusso viene incanalato nel canyon se la strada è orientata in direzione parallela a quella del vento.** Nelle città costiere, ad esempio, un'efficace strategia di ventilazione è quella di rendere l'orientamento della strada parallelo alla brezza marina (quindi normale alla costa).

**Quando la direzione del vento è normale alle strade, si sviluppano, invece, uno o più vortici,**

**limitando così la velocità del vento all'interno del canyon.** Il flusso obliquo combina le caratteristiche del flusso normale e parallelo. Un vortice elicoidale fa circolare l'aria nella direzione del canyon trasversale e allo stesso tempo incanala il flusso lungo la strada. (Lai et al., 2019)

- **Il blocco della radiazione solare diretta in un'area compatta la rende più fresca di un'area aperta.** Di solito, durante il giorno, esiste una relazione positiva tra SVF e temperatura dell'aria. Tuttavia, di notte, un aumento dell'SVF comporta una riduzione della temperatura dell'aria: quando la radiazione solare diretta è assente, i luoghi aperti perdono più calore verso il cielo attraverso le radiazioni a onde lunghe rispetto ai luoghi compatti, con il risultato di una temperatura dell'aria più bassa. (Lai et al., 2019)

- **I livelli di radiazione, velocità del vento e temperatura dell'aria negli spazi urbani compatti sono generalmente inferiori a quelli degli spazi aperti.** Nei climi caldi, ridurre la radiazione solare schermata è utile per raggiungere condizioni termicamente confortevoli, anche se la diminuzione della velocità del vento può influenzare negativamente l'ambiente termico urbano estivo. **Le forme urbane compatte, invece, sono svantaggiose durante l'inverno, a causa della minor esposizione della radiazione solare** (Jamei et al., 2016). Sebbene un canyon poco profondo non sia efficace in estate, l'accesso solare in inverno lo rende più confortevole di un canyon profondo. In fase di progetto, è bene quindi giungere a un compromesso che soddisfi i requisiti di comfort termico per le stagioni calde e fredde, specialmente nelle regioni temperate.

La vegetazione negli spazi aperti urbani può dare un contributo notevole al miglioramento del benessere termico di chi li vive, con ripercussioni relative al miglioramento della qualità dell'aria attraverso il prelievo di anidride carbonica e, dunque, conseguenze in termini di mitigazione delle cause del cambiamento climatico. Gli effetti primari della vegetazione sull'ambiente termico urbano sono il **blocco della radiazione, il rallentamento del vento e la riduzione della temperatura dell'aria.**

### *Effetti della vegetazione*

- **Gli alberi riducono efficacemente la radiazione** negli spazi aperti urbani. Per riflessione e assorbimento, gli alberi possono schermare una grande quantità di radiazione solare ad onde corte in arrivo. In genere solo il 10% della radiazione visibile e il 30% della radiazione infrarossa viene trasmessa attraverso gli alberi. Come gli edifici, questi contribuiscono all'abbassamento del fattore di vista del cielo (SVF) negli spazi urbani. (Lai et al., 2019)

Numerosi ricercatori hanno studiato la disposizione ottimale della vegetazione per proteggere un'area dalla radiazione solare, così le tipologie di chioma più efficaci. Quelle a forma di cilindro, ad esempio, riducono lo stress termico in modo più efficace rispetto alle corone a forma di sfera e di cono della stessa altezza e diametro (Milošević et al., 2017).

Oltre a bloccare le radiazioni a onde corte, la vegetazione riduce le radiazioni a onde lunghe che essa stessa emette, a causa della diminuzione della temperatura superficiale dovuta alla traspirazione. (Lai et al., 2019)

- **Gli alberi aumentano la ruvidità della superficie urbana e oppongono una resistenza al**

**flusso d'aria.** L'effetto degli alberi, elementi porosi, nel ridurre il flusso d'aria urbano è diverso da quello degli edifici solidi e delle barriere compatte. Mentre gli edifici creano un'elevata differenza di pressione tra le direzioni sopravvento e sottovento, la differenza di pressione creata dagli alberi è molto più piccola a causa della loro natura porosa. Di conseguenza, il vento è notevolmente accelerato attorno ai bordi e ai tetti degli edifici, mentre gli alberi causano cambiamenti regolari nella velocità del vento (Oke et al., 2017).

- Oltre al raffreddamento diretto per traspirazione, gli alberi **riducono indirettamente la temperatura dell'aria mediante ombreggiatura.**

- Il processo di traspirazione della vegetazione **aumenta l'umidità** dell'ambiente (Lai et al., 2019).

### *LE SUPERIFICI RIFLETTENTI*

L'eccessivo assorbimento del calore solare da parte delle strutture urbane contribuisce notevolmente allo sviluppo del fenomeno dell'isola di calore urbano. Per controbilanciare gli effetti di un'isola di calore urbana, **materiali naturali o artificiali con un'alta riflettività**, o albedo, della radiazione solare vengono applicati alle facciate, ai tetti degli edifici e ai marciapiedi, in quanto **possono modificare l'ambiente in termini di radiazione e temperatura dell'aria.** (Lai et al., 2019)

#### *Effetti delle superfici riflettenti*

- Riflettendo una grande quantità di radiazione solare, la superficie riflettente (con alti valori di albedo) assorbe meno radiazione solare e quindi ha una temperatura superficiale inferiore rispetto alla pavimentazione tradizionale.

- Sebbene una riduzione della temperatura superficiale determini una riduzione della radiazione ad onda lunga in uno spazio, la  $T_{mrt}$  totale aumenta a causa dell'aumento della

radiazione ad onda corta riflessa.

- Temperature superficiali minori diminuiscono il trasferimento di calore convettivo dalla superficie all'aria, producendo così temperature dell'aria più fredde rispetto alle superfici tradizionali.

- Sebbene la superficie riflettente raffreschi una città, molti studi di simulazione affermano che il disagio pedonale spesso aumenta a causa dell'aumentata radiazione solare riflessa sul corpo umano. (Lai et al., 2019)

## *L'ACQUA*

L'influenza primaria dei corpi idrici sull'ambiente termico urbano risiede nella loro capacità di raffreddare l'aria attraverso l'**evaporazione**. Inoltre, la loro **elevata capacità termica** permette di mantenere una temperatura inferiore rispetto a quella degli edifici e dei terreni circostanti. La temperatura più bassa del corpo idrico fornisce un gradiente di temperatura più elevato tra l'aria e la superficie dell'acqua per il trasferimento di calore convettivo. Inoltre, la superficie dell'acqua a temperatura più bassa emette meno radiazioni.

### *Effetti dell'acqua*

- La capacità termica dell'acqua è circa quattro volte la capacità termica dei comuni materiali da costruzione e pavimentazione, di conseguenza, quando assorbe la stessa quantità di radiazione solare, essa **mostra un aumento della temperatura molto più piccolo rispetto agli altri materiali**. Pertanto, i corpi idrici possono essere considerati dissipatori di calore negli spazi urbani.

- L'evaporazione dell'acqua rimuove il calore ambientale. Inoltre, l'**aria circostante viene raffreddata** a causa del trasferimento di calore convettivo tra l'aria ambiente e la superficie

dell'acqua. È evidente, perciò, che i corpi idrici naturali contribuiscono alla diminuzione della temperatura dell'aria negli spazi urbani.

- L'evaporazione dell'acqua **aumenta l'umidità nell'aria**. L'umidità elevata in condizioni di caldo può inibire la perdita di calore per evaporazione causata dal sudore sul corpo umano. Pertanto, è necessario quantificare il compromesso, in termini di comfort umano, tra la ridotta temperatura dell'aria e l'aumento dell'umidità che derivano dalla vegetazione e dai corpi idrici.

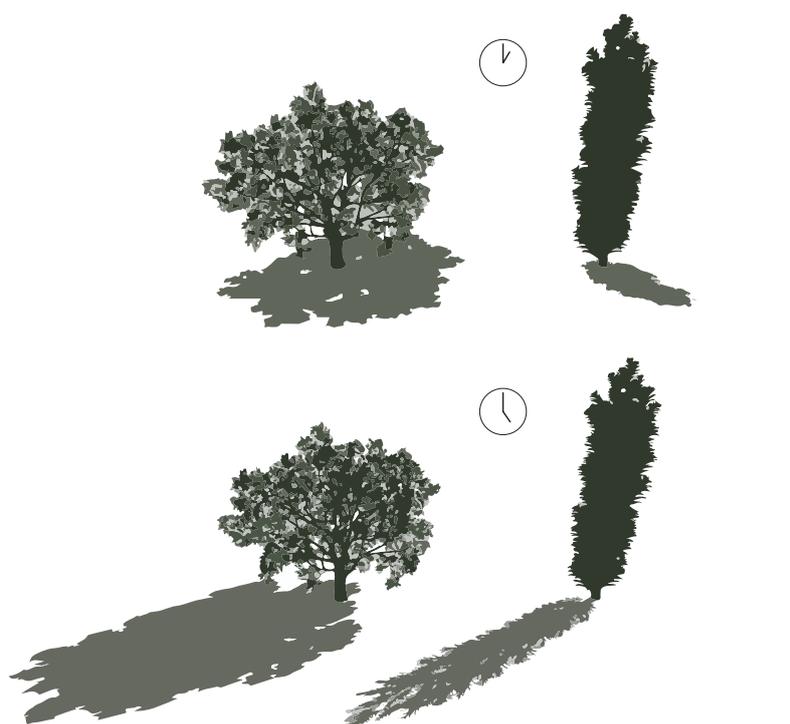
- Poiché i corpi idrici non possono bloccare la radiazione solare diretta, il miglioramento del comfort termico di un corpo idrico è generalmente molto inferiore a quello fornito dalla aggiunta di vegetazione e dalla modifica della geometria urbana. (Lai et al., 2019)

## Alberi e ombreggiamento

Gli alberi vengono spesso impiegati in architettura quali veri e propri strumenti per ombreggiare sia edifici che aree pedonali. In fase di progetto, la scelta di un albero piuttosto che di un altro dipende da alcune **importante caratteristiche, quali la forma e la densità della chioma, la grandezza, l'altezza del tronco e la caducità delle foglie**. Alberi caducifoglie forniscono ombreggiamento durante l'estate e permettono la penetrazione dei raggi solari d'inverno, favorendo un guadagno termico passivo. La forma dell'albero è determinante per conoscere dove ricadrà la sua ombra in un dato tempo e spazio. Alberi caratterizzati da un'ampia e bassa chioma (elissoide orizzontale) proiettano forme di ombreggiamento meno variabili rispetto ad alberi alti con una sezione orizzontale limitata (elissoide verticale). Il secondo proietta ombre relativamente ristrette ad elevate altezze solari e ombre allungate ma diffuse a basse altezze solari, mentre il primo genera ombre profonde quando il sole è alto: la chioma di alcuni di questi alberi può intercettare non solo la radiazione solare diretta, ma anche una sostanziale porzione di luce di diffusa e riflessa (Erell et al., 2011).

Gli alberi producono un impatto sul bilancio energetico di un'area in primo luogo di tipo radiativo. La forma più evidente attraverso la quale ciò si manifesta è l'ombra diretta proiettata dall'arrivo dei raggi solari, neutralizzando quella che è spesso la primaria fonte di surriscaldamento, ossia la radiazione diretta. L'effetto di ombreggiamento sulle superfici circostanti, come pavimenti o pareti, inoltre ha come conseguenza la riduzione della quantità di radiazione solare riflessa e ad onde lunghe emessa dalle superfici, limitando

quindi l'energia assorbita dal corpo umano. Ciascuno di questi fattori dipende dalle proprietà particolari della specie arborea e dal modo in cui ogni singolo albero viene collocato nello spazio urbano. L'efficacia dell'albero in quanto elemento ombreggiante è prima di tutto funzione della sua effettiva opacità (termine inverso di trasmissività), che è determinato dalla densità di rami e foglie. Una densa chioma può trasmettere meno del 30% dei raggi incidenti ad elevate altezze solari, ma tale valore cambia in base a stagione, ora del giorno e località, soprattutto nel caso di alberi che variano la propria struttura a causa della loro particolare specie. L'efficacia dell'ombreggiamento è anche una questione geometrica, e dipende dalla forma della chioma e dalla posizione relativa all'oggetto da ombreggiare. Un albero provvisto di un'ampia, ma bassa chioma può fornire un buon ombreggiamento a tutte le ore, nonostante la sua proiezione sarà soggetta a spostamenti in funzione dell'ora e della stagione. Per questo motivo, possono essere utilizzati in abbinamento ad altri elementi urbani, quali pareti di edifici, tettoie o pergole in modo tale da formare continue barriere che generino ombreggiamento lungo un predeterminato luogo per diverse ore, anche a basse altezze solari (Erell et al., 2011).



Esempi di ombreggiamento  
in funzione del tipo di  
chioma e dell'altezza  
solare



- 
- 3.1. *Vitoria-Gasteiz Capitale Verde*
  - 3.2. *Cloudburst Management Plan*
  - 3.3. *Projet urbain Mérignac*
  - 3.4 *Royal Seaport*
  - 3.5 *Boulogne Park*
  - 3.6 *Madrid Rio*

## Vitoria-Gasteiz Capitale Verde

Vitoria-Gasteiz, città spagnola situata nella regione settentrionale dei Paesi Baschi, nel 2012 è la vincitrice del titolo Capitale Verde Europea (*European Green Capital Award*).

È una città di medie dimensioni; l'area municipale comprende il centro urbano, con una popolazione di 234.445 abitanti, più 64 piccoli villaggi rurali nelle vicinanze. Nel 1950 si contavano solo 50.000 abitanti, cifra che aumentò vertiginosamente negli anni 60 e 70, quando divenne un polo di immigrazione interna. Tuttavia, l'attenzione nei confronti della pianificazione urbanistica, ha limitato l'impatto sulla qualità ambientale della sua rapida crescita.

### Strategie

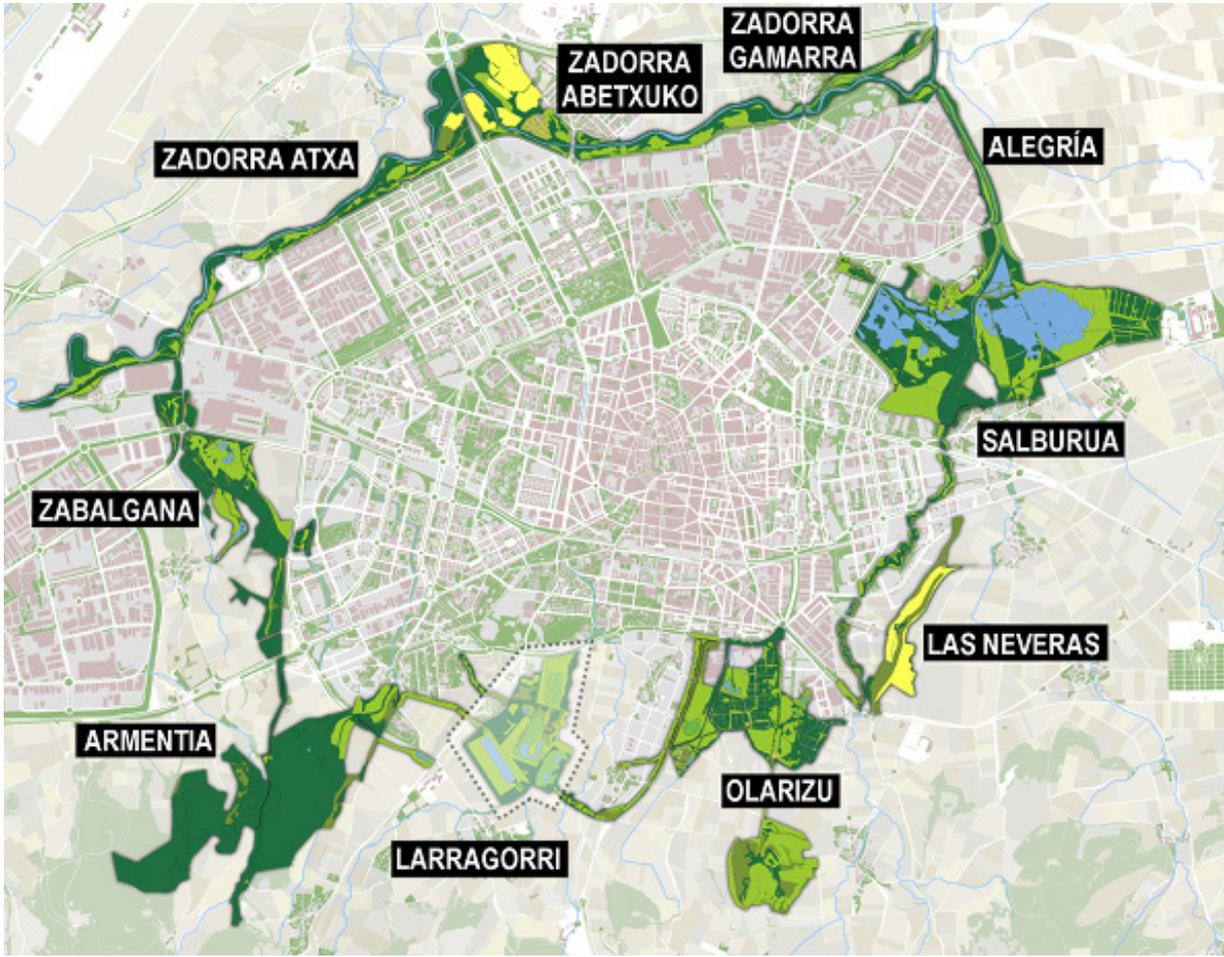
La città si struttura in tre aree concentriche: la città vera e propria, al centro, circondata da un'ampia zona di terreno agricolo e vegetazione (per un'area di 613 ettari), con montagne e boschi a una quota maggiore che formano il terzo anello. Tutti i residenti dispongono dell'accessibilità a zone aperte e spazi verdi pubblici a meno di 300 metri. I giardini pubblici occupano il 32% della superficie urbana che costituiscono una vera e propria fonte di biodiversità. Inoltre, sono presenti complessivamente 476 m<sup>2</sup> di bosco procapite, il che corrisponde a un terzo della superficie comunale. Gli urbanisti hanno preferito orientare l'espansione urbana "verso l'alto", piuttosto che allargare i confini, con la conseguente protezione delle aree sensibili circostanti. Circa l'81% della popolazione vive a un raggio di 1500 m dal centro, il 95% può accedere a servizi basici a 500 m di distanza. Di conseguenza, l'utilizzo dell'automobile è limitato e la maggior parte della popolazione si sposta a piedi, in bicicletta o mediante mezzi di trasporto pubblico (Commissione europea, 2012).

- **Tipologia intervento**
- **Luogo**
- **Anno**
- 
- **Rigenerazione urbana**
- **Vitoria-Gasteiz, Spagna**
- **2012**

► In alto: Schema dell'infrastruttura verde e parco del Molinuevo

In basso:  
Il parco Molinuevo (sinistra)  
Il nuovo piano di mobilità sostenibile e il parco della Florida (destra)

Fonte: Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz  
<https://www.vitoria-gasteiz.org>



# Cloudburst Management Plan

Le abbondanti piogge che colpiscono periodicamente Copenhagen, causando estesi danni alla città, hanno portato nel 2012 all'elaborazione del "Cloudburst Management Plan", sviluppato con l'obiettivo di arginare il fenomeno delle alluvioni.

## Strategie

Il rischio alluvionale è affrontato mediante misure adattive che permettono di raccogliere o drenare le piogge in eccesso a livello del terreno, mediante diverse strategie:

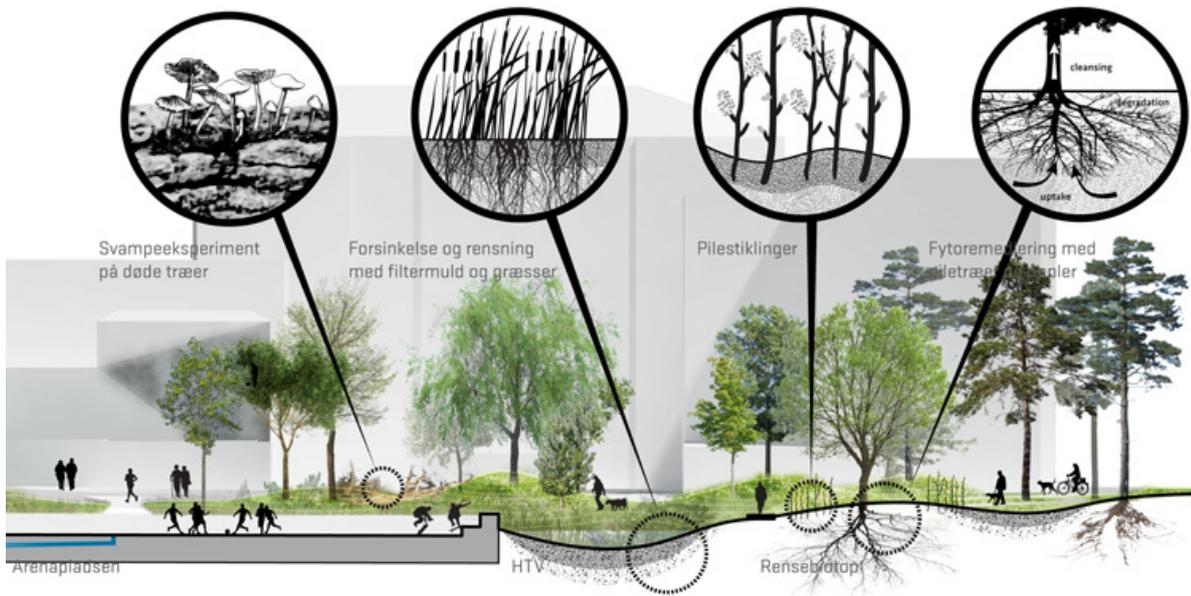
- Raccolta dell'acqua attraverso strade e canali, che la conducono ai laghi e al porto.
- Raccolta e detenzione dell'acqua mediante infiltrazione lungo le strade
- Raccolta di una gran quantità d'acqua attraverso aree adibite a parco, che in caso di eccesso viene convogliata nei laghi.
- Strade verdi di detenzione che conducono l'acqua in strade secondarie

L'intero masterplan del quartiere prevede la creazione di 50.000 m<sup>2</sup> di aree verdi (corridoi verdi, alberi, giardini della pioggia, ecc.), rispetto alla precedente area pavimentata di 270.000 m<sup>2</sup>, con la finalità di aumentare del 20% la permeabilità e la capacità di infiltrazione delle precipitazioni. Il progetto, sviluppato nel quartiere di Nørrebro, combina aspetti di naturalizzazione, socialità, e soluzioni intelligenti di riciclo delle acque: le piogge sono raccolte e riutilizzate localmente, mentre le precipitazioni eccezionali vengono filtrate lungo i percorsi, depurate dai biotopi naturali e condotte, attraverso il parco, fino al lago Peblinge.

È stata effettuata la piantumazione di differenti speci di alberi col fine di: creare zone d'ombra per il 50% della superficie irradiata, aumentare la capacità di evapotraspirazione, e diminuire l'inquinamento

- **Tipologia intervento**
- **Luogo**
- **Anno**
- **Progettista**
- 
- 
- **Rigenerazione urbana**
- **Copenhagen, Danimarca**
- **2016**
- **SLA Architects**

Fonte immagini: SLA Architects  
<https://www.sla.dk/en/projects/hanstavspark>



## Projet urbain Mérignac

Il progetto gravita intorno a un asse, costituito dall'Avenue Merignac, che connette il centro di Bordeaux con l'aeroporto, una delle principali zone commerciali della Francia. Il paesaggio caratteristico di questa zona è composto principalmente da magazzini e centri commerciali, oltre a un corridoio di traffico automobilistico, pur essendo essenzialmente un'area residenziale. Lo spazio dedicato ad aree verdi o a piccoli negozi e ristoranti è scarso; inoltre, è presente una chiara separazione tra le diverse funzioni. Il Masterplan tenta di rendere attrattiva l'area, ponendosi come obiettivi la diversificazione degli usi e la densificazione.

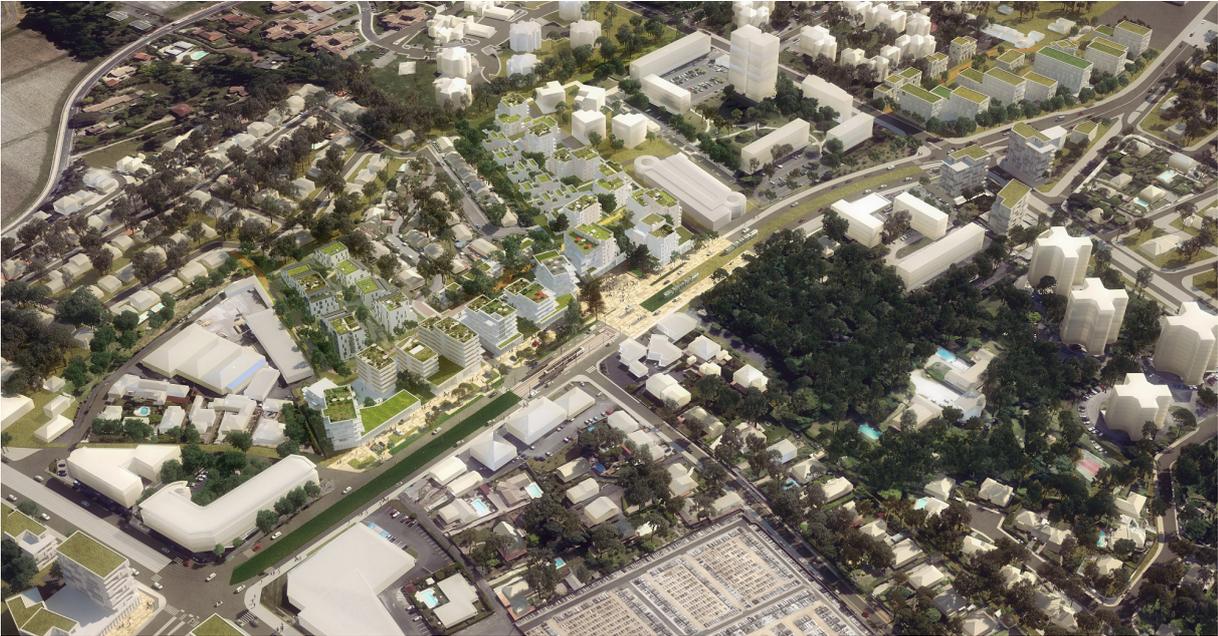
- **Tipologia intervento**
- **Luogo**
- **Anno**
- **Progettista**
- 
- **Rigenerazione urbana**
- **Bordeaux, France**
- **2016**
- **OMA, Coloco**

### Strategie

- Creazione di 50.000 nuovi alloggi, ponendo come obiettivo la densificazione residenziale
- Ampliamento delle aree verdi attraverso un progetto urbano con un forte carattere paesaggistico
- Offerta di una maggiore accessibilità, nuovi servizi e mixité sociale.
- Sviluppo di imprese e servizi in prossimità e in connessione di spazi pubblici e collettivi; offerta di alloggi collettivi intelligenti alternativi alla tipologia della casa indipendente peri-urbana.
- Progettazione di un "cuore" nel quartiere con 23.560 m<sup>2</sup> di spazi pubblici e 52.000 m<sup>2</sup> di spazi verdi.
- Estensione della linea del tram, inserimento di nuove linee di trasporto pubblico e nuove connessioni ecosostenibili (pedoni e biciclette).<sup>1</sup>



1. Informazioni estratte dal Sito ufficiale del Comune di Merignac, documento: "Le livre blanc de la concertation du projet urbain Mérignac Marne"(2016) [http://www.merignac.com/sites/default/files/171016\\_LIVRE-BLANC-M%C3%A9rignac-marne.pdf](http://www.merignac.com/sites/default/files/171016_LIVRE-BLANC-M%C3%A9rignac-marne.pdf)



Il Royal Seaport di Stoccolma costituisce una delle aree di sviluppo urbano più grande dell'Europa del nord, la quale sorge su un ex terreno industriale, di proprietà della città di Stoccolma, riconvertito in un attraente quartiere residenziale. L'architettura distintiva dei vecchi edifici industriali ha un grande potenziale per un uso nuovo e stimolante, mentre la vicinanza all'acqua contribuisce alle dinamiche progettuali.

## Strategie

Si basano su 5 punti fondamentali:

- Mix funzionale: edifici residenziali, negozi, uffici, servizi sociali col fine di creare una robusta e interconnessa struttura urbana e un polo attrattivo per l'intera città.
- Accessibilità e prossimità: priorità ai percorsi pedonali, ciclabili e ai mezzi pubblici; prossimità di servizi essenziali per la vita di ogni giorno.
- Efficienza delle risorse e responsabilità ambientale: riduzione della quantità dello spreco e aumento del riciclaggio; gestione dell'acqua; processi di gestione e di costruzione di tipo circolare; efficienza energetica degli edifici; emissioni zero entro il 2030 mediante l'impiego di energie rinnovabili; ambiente interno salutare; scelte di materiali da costruzione sostenibili.
- Aree naturali: utilizzo di servizi ecosistemici per costruire un ambiente urbano sano e resiliente; ogni residente dispone di 8,2 m<sup>2</sup> di aree verdi procapite, entro 200 metri di distanza; si predispongono 16.700 m<sup>2</sup> di tetti verdi.
- Partecipazione e consultazione attiva della popolazione<sup>2</sup>
- Predisposizione di una piattaforma digitale per il monitoraggio di flussi di materia e di energia (Smart Urban Metabolism) (Trane, 2020).

- **Tipologia intervento**
- **Luogo**
- **Anno**
- **Progettista**
- 
- **Rigenerazione urbana**
- **Stoccolma, Svezia**
- **2016**
- **ADEPT, Mandaworks,**
- **White Arkitekter & altri**

2. Fonte testo e immagini: Stockholm Stad, "Stockholm Royal Seaport Sustainability Report 2018"



## Boulogne Park

Il progetto sorge in un ex sito industriale, la fabbrica di automobili Renault, affacciato sulla Senna alla periferia di Parigi. La liberazione di quest'area consente la realizzazione di un nuovo eco-quartiere in un area di circa 74 ettari, che comprende tre ambiti di intervento: l'area del Parc du Trapeze, con all'interno il parco, ormai totalmente riconvertita a servizi, residenziale e spazi pubblici; l'Ile Seguin-Rives de Seine con funzioni terziarie e sistemi per la mobilità e la zona residenziale del Pont de Sèvres. L'operazione di recupero si ispira ai principi della sostenibilità ambientale, della mobilità sostenibile, puntando ad un'alta qualità dell'abitare e dei servizi (Celestini, 2017).

- **Tipologia intervento**
- **Luogo**
- **Anno**
- **Progettista**
- **Rigenerazione urbana**
- **Parigi, Francia**
- **2011 - 2017**
- **Agence Ter**

### Strategie

- Integrazione della gestione dei flussi idrici con la realizzazione di paesaggi abitabili creando una chiara relazione tra la città ed il fiume.
- Messa a disposizione di una 'spiaggia' per contenere possibili esondazioni del fiume.
- In caso di innalzamento del livello del fiume il parco trattiene le acque piovane. Sono previsti punti di raccolta, serbatoi, zone permeabili e depressioni orografiche per l'accumulo dell'acqua riutilizzabili per l'irrigazione.
- Presenza di un sistema di linee di quota progressive che permettono di fare confluire le acque di tutto il quartiere
- Il parco non rappresenta uno spazio circoscritto; tutto il sistema degli spazi aperti appare come un prolungamento del parco; a fianco di strade e spazi pedonali sono sempre presenti leggere depressioni vegetate e alberate in grado di captare le acque<sup>3</sup>. (Celestini, 2017)

3. Fonte testo e immagini:  
 Área de Gobierno de  
 Urbanismo y Vivienda  
 Memoria de Gestión 2008,  
 "Proyectos singulares"  
<https://www.madrid.es>



## Madrid rio

Madrid Rio nasce da un ambizioso progetto di riqualificazione urbana, in seguito all'interramento di una delle principali tangenziali della città che, costruita negli anni 60, correva parallela al corso del fiume per una lunghezza di 6 km, il quale rimaneva costretto dalle vie di circolazione in entrambi gli argini. La conseguenza fu l'annullamento di ogni tipo di relazione tra i cittadini con l'ambito fluviale, e il bacino canalizzato rimase completamente isolato, inaccessibile e invisibile. Tra il 2003 e il 2007 viene eliminato il traffico in superficie e vengono liberati più di 50 ettari di terreno prima occupato dalle carreggiate. A questa superficie si sommano altri 100 ettari corrispondenti ad aree di pertinenza delle infrastrutture adiacenti all'autostrada.

### Strategie

- Interramento dell'autostrada e recupero dell'ambito fluviale con recupero della comunicazione tra le due sponde per mezzo della costruzione di ponti e la pedonalizzazione di quelli esistenti.
- Realizzazione di un parco lineare con circa 725.000 m<sup>2</sup> di aree verdi e ricca presenza di alberi.
- Dotazione di sentieri e strade pedonali adeguati presso il margine destro, in quanto area di cui beneficia più direttamente la popolazione.
- Dotazione di giardini mediante l'inserimento di una fascia verde ampia circa 30 metri che corre parallela al corso del fiume, come spazio in cui coesistono aree di riposo, itinerari ciclopedonali, aree gioco per i bambini e funzioni di ristoro.
- Riconnesione di Madrid con i territori naturali esterni all'ambito urbano (a nord il monte Pardo e a sud i terreni coltivati), mediante l'elemento fluviale.
- Inserimento di tre "recinti acquatici" (immagini seguenti), utili al raffrescamento climatico estivo, mediante l'impiego di getti d'acqua<sup>4</sup>.

- **Tipologia intervento**
- **Luogo**
- **Anno**
- **Progettista**
- 
- **Rigenerazione urbana**
- **Madrid, Spagna**
- **2011**
- **Mrío arquitectos**
- **asociados, West 8**

4. Fonte testo e immagini:  
 Área de Gobierno de  
 Urbanismo y Vivienda  
 Memoria de Gestión 2008,  
 "Proyectos singulares"  
[https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/UrbanismoVivienda/Urbanismo/MemoGest2008/4.ProyecSingu/1.madrid\\_rio.187-196.pdf](https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/UrbanismoVivienda/Urbanismo/MemoGest2008/4.ProyecSingu/1.madrid_rio.187-196.pdf)





# *Il quartiere Zaidín, Granada* 4

- 
- 4.1. *Granada: inquadramento storico*
  - 4.2. *Granada: inquadramento geografico-ambientale*
  - 4.3. *Il quartiere Zaidín*



Nata sulle colline che formano il limite orografico della depressione detta “del Genil”, Granada discende fino alle terrazze alluvionali che si estendono ai loro piedi, convertendosi in una città in parte addossata ai versanti, in parte incastrata tra le colline dell’Alhambra e dell’Albaicín, o ancora in parte estesa lungo la pianura creata dal fiume Genil.

La complessità di questo insediamento costituisce parzialmente il fondamento dei profondi contrasti fisici e anche umani della città; il suo paesaggio urbano è conseguenza logica del suo sviluppo storico, il frutto di un divenire lento e di una crescita frenata, anche se accelerata negli ultimi cinquanta anni, come è successo e sta succedendo, nella maggior parte delle città spagnole ed europee. Allo stesso modo, le sue attuali forme urbane sono figlie di un lungo passato, vicino e lontano, e di un presente dinamico e in cambiamento. La Granada tradizionale, il centro storico anteriore all’epoca industriale, era una città caratterizzata da strade strette, contorte e dagli angoli acuti, da edifici con scarsi spazi esterni e dagli alti muri coronati da vegetazione. Un paesaggio in parte scomparso, ma che non smette di essere presente in certi quartieri della città. Se complessivamente tutto il centro storico medievale risponde a queste caratteristiche, nei quartieri della Granada cristiana dei secoli XVI e XVIII, situati a un’altitudine inferiore, lungo la pianura alluvionale attraversata dai fiumi, appare una maggiore geometrizzazione, a scacchiera, mantenendo tuttavia la stessa ampiezza stradale e una ridotta altezza dell’edificato, fino a tre o quattro piani, il che contrasterà in modo deciso formalmente e socialmente con la posteriore e speculativa occupazione del suolo<sup>1</sup> nel periodo dello sviluppo urbano, avviato a partire dal secondo dopoguerra. (Bosque, 2011)

*1. Fenomeno avviato negli anni 50 del XX secolo, che toccherà l’apice negli anni 70 e 80.*

## Le origini

La regione spagnola dove si colloca l'area urbana oggetto di studio, l'Andalusia, occupa un territorio esteso della zona meridionale della Penisola Iberica, nella quale, grazie alle favorevoli condizioni climatiche, si trovano alcune tra le aree urbane più antiche d'Europa. I suoi insediamenti sono stati influenzati, nei secoli, sia dal Mediterraneo, culla dalle popolazioni fenicie ed elleniche, che dall'Europa occidentale di radice celtica. (Bosque, 2011) L'origine di Granada, risalente al VII secolo a.C, deriva da un insediamento protoiberico, chiamato Iliberri, successivamente sottomesso all'occupazione romana, sotto il cui dominio fu convertito in un punto strategico del potere romano. Il lungo periodo islamico, che si colloca tra l' VIII e il XV secolo, sarà determinante per la formazione di una complessa struttura urbana e per lo sviluppo di importanti funzioni, che faranno di Granada un caso molto particolare rispetto alle altre città peninsulari. La popolazione islamica, stabilita nel 711 in una delle colline pedemontane della Sierra Nevada chiamata "Mauror", si trova di fronte a due nuclei differenti presistenti: quello corrispondente all'antico insediamento romano di Iliberri e, dall'altra parte, quello abitato dalla popolazione ebraica, chiamato Garnatat al-Yahud, insediatasi pochi secoli prima. Queste popolazioni differenziate finiranno per fondersi a partire dal XI secolo durante il califfato di Cordova, quando si registra la prima fase di crescita urbana. In questo periodo Granada viene istituita capitale del regno Zirì, viene effettuato il primo ampliamento delle mura difensive e avviata la progressiva occupazione dei versanti con minor pendenza, soprattutto nell'area prossima alla riva destra del fiume Darro. (Isac, 2008).

I secoli più importanti per quanto riguarda lo

sviluppo urbano e che maggiormente hanno condizionato la successiva struttura della città sono quelli che vanno dal XIII al XV secolo. Il primo avvenimento da sottolineare avviene nel 1238, quando Granada si converte nella capitale di una nuova dinastia, il regno Nazari, che arriverà a estendere il suo dominio in un ampio territorio del sud peninsulare. Tale dinastia costituirà l'ultima roccaforte musulmana in Spagna e in Europa fino al 1492, anno della conquista di Granada da parte dei Re Cattolici. In questo lasso di tempo la città cresce e si ripopola, a causa della continua immigrazione musulmana che avviene in contemporanea alla riconquista dei territori dominati dagli arabi e dalla conseguente cacciata degli stessi, i quali troveranno riparo in Granada. Ciò porterà alla nascita di nuovi quartieri, tra cui l'"Albaicin", il più antico tuttora esistente e risalente al 1234, e il quartiere di Antequerola, attualmente situato nell'attuale Realejo (Isac, 2008). Allo stesso tempo, i diversi sovrani si impegnano nella costruzione della Alhambra, un grande complesso edilizio che svolgerà la doppia funzione difensiva e residenziale, eretto sulla collina del margine destro del fiume Darro. All'interno del recinto fortificato si localizzano spazi funzionali chiaramente differenziati: il quartiere militare, la residenza e la sede del potere politico e amministrativo nei Palazzi Reali, le funzioni di servizio della corte. (Bosque, 2011)

In definitiva, alla fine del XV secolo, la città offre una struttura compartimentata e complessa, sviluppatasi a partire dai nuclei primitivi di Iliberri e di Garnatat al-Yahud, a cui si sono progressivamente incorporati nuovi quartieri, nei quali si sviluppano funzioni che permettono differenziare aree diversamente specializzate, tra cui: la Alhambra, la medina, i nuovi quartieri di espansione e l'area urbana più antica.

La Medina corrisponde alla zona più pianeggiante dell'insieme urbano, dove si localizzano i principali edifici pubblici e si sviluppano le attività economiche e mercantili; i quartieri più recenti sorgono come risposta alla forte crescita demografica, difficile da quantificare, avvenuta in buona parte a causa delle perdite territoriali



del regno; la zona più antica si identifica con l'ampliamento dell'antica Iliberri romana, dove sorgono due "alcazabas", ossia le fortezze Qadima e Yadida, appartenenti all'XI secolo. È fondamentale sottolineare che la disposizione interna urbana di questi spazi risponde sia a principi generali della città medievale, sia a caratteristiche particolari del mondo islamico. Insieme a un sistema viario principale, che comunica generalmente con le principali porte della città e che permette la localizzazione immediata delle attività commerciali, troviamo una densa rete irregolare di strade che termina in uno spazio, difficile da catalogare in termini di pubblico o privato, chiamato "adarve", ossia una strada cieca che dà accesso alle abitazioni che affacciano a questa. (Isac, 2008). Lo studioso Torres Balbás evidenzia come Granada sia fedele alla tipica struttura urbana della città hispano-musulmana, composta schematicamente da un nucleo centrale principale, "la medinat", ospitante la moschea maggiore e le sedi del potere, circondato dai differenti "harat" (quartieri), ben differenziati nello spazio con canali e accessi propri e circondati da mura. A questa struttura primaria si aggiungono i "rabad", nuclei periferici al di fuori delle mura (anche se a loro volta fortificati), generalmente indipendenti, ma legati alla zona centrale e a un sistema difensivo

▲ Struttura ed elementi urbani della città islamica. Rielaborazione immagine contenuta in Isac, A.(2008). *Historia Urbana de Granada*

comune. Ogni “harat” e “rabad” costituiva una piccola città indipendente, organizzata intorno alla propria moschea, con i propri negozi, forni e bagni (Bosque, 2011).

La complessità urbana raggiunta durante il periodo medievale islamico si manifesta soprattutto in un’importantissima rete di canali che, da differenti procedenze, portano l’acqua alla città e permettono inoltre l’irrigazione dello spazio rurale circostante, i quali hanno mantenuto la loro funzione praticamente inalterata fino ai nostri giorni (Isac, 2008).

Nei secoli XIV e XV, durante il regno Nazari, l’ultima tappa del periodo musulmano, si stima che la densità media fosse di 350 abitanti per ettaro, con un totale di 65.000 abitanti, dato che faceva di Granada una delle città più popolate d’Europa.

La riconquista cristiana del 1492, dà inizio a un periodo di grandi trasformazioni della città, il cui obiettivo è riadattare lo spazio e l’edificazione secondo le nuove condizioni politiche e ideologiche di quello che si conosce come processo di “cristianizzazione” della società, cultura e spazio urbano. Gli ebrei vengono espulsi dalla città nel 1492 e successivamente gli arabi saranno vittime della stessa sorte. Secondo i calcoli, nel 1571, i mori cacciati dal regno di Granada sono dell’ordine di 80.000, una quantità considerevole di questi residenti nella capitale. Questo fondamentale fatto storico costituisce una grave conseguenza per l’economia urbana e per l’edificazione, che solo parzialmente verrà compensata dalla politica di ripopolamento intrapresa dalla Corona spagnola, e sarà la causa di un processo di lenta e prolungata decadenza. Gli antichi quartieri della città musulmana, specialmente l’Albaicin, soffrono un’importante perdita di popolazione; al contrario, le aree extramuros sono soggette a una crescita demografica, dovuta allo stanziarsi dei cittadini cristiani. Qui è dove sorgono le attività economiche e professionali vincolate alla nuova amministrazione civile e religiosa, le attività commerciali e la piccola industria artigianale; riveste grande importanza inoltre la presenza di terreni coltivabili, in quanto le nuove zone extramuros si trovano in prossimità dei terreni della Vega. In queste nuove aree si



adotta un modello di ordinamento del territorio di tipo regolare, che facilita la suddivisione del suolo, senza tuttavia giungere alla predisposizione di una stretta maglia ortogonale.

Per i rappresentanti del nuovo governo politico e spirituale della città, l'obiettivo di trasformare gli usi e i costumi della vita cittadina islamica costituisce la preoccupazione prioritaria. Di conseguenza, si dispone la modificazione della rete viaria, decretando l'ampliamento di piazze e strade e portando a termine un nuovo ordinamento dello spazio pubblico. La cristianizzazione della città si appoggia, inoltre, a un programma di nuova edificazione di singolare rilevanza. Appare una nuova architettura civile, situata strategicamente in luoghi centrali e periferici della struttura urbana, con il fine di instaurare un nuovo ordine sociale e allo stesso tempo qualificare la scena urbana con i rinnovati principi dell'estetica rinascimentale. Nell'area della medina avviene la costruzione del complesso religioso che tuttora ospita la Cattedrale e la Cappella Reale, fatto che trova la sua la sua corrispondenza nel riadattamento funzionale e simbolico che si produce nella cittadella-palazzo dell'Alhambra, quando Carlo V dispone la realizzazione di un palazzo che esprime e simboleggia le sue aspirazioni imperiali.

Durante i secoli XVI, XVII e XVIII sono evidenti le conseguenze derivate della crisi demografica causata dall'espulsione di ebrei e musulmani, le quali si traducono in un'economia basata essenzialmente sull'agricoltura e nella perdita di importanza del settore manifatturiero. Inizia successivamente una lenta ripresa, che tuttavia non sarà sufficiente a recuperare il livello di splendore del periodo musulmano medievale, tanto è vero che alla fine del XVIII secolo il numero di abitanti continua ad essere inferiore rispetto a tre secoli prima. (Isac, 2008)



## Trasformazioni urbane del XIX secolo

Durante il secolo successivo, la quantità di popolazione residente in Granada varia in modo lento e irregolare, mantenendo la tendenza per lo più costante che aveva contraddistinto il secolo precedente. La città si mantiene al margine dei fenomeni caratteristici dell'industrializzazione moderna e la sua società conserverà durante molti decenni una forte base agricola. Questa circostanza e gli effetti delle epidemie, che elevano il tasso di mortalità ad alti livelli, spiegano il basso indice di crescita demografica. A metà secolo, la città mantiene lo stesso numero di abitanti rispetto ai cinquanta anni precedenti (il censimento del 1857 registra 63.113 abitanti); solo alla fine del secolo finalmente si giunge a una cifra equivalente alla popolazione che la città doveva avere nella sua tappa di maggior splendore, ossia quando ricopriva il ruolo di capitale del regno Nazarì (il censimento del 1900 registra 75.900 abitanti) (Isac, 2008).

Quando si instaura il modello di riforma liberale, la città di Granada non raggiungerà gli stessi risultati che si ottengono in altre città europee o spagnole, in quanto sprovvista di basi solide per la formazione e lo sviluppo di una moderna città per la borghesia. Tuttavia, si possono riconoscere, nell'evoluzione storica della cartografia urbana, sufficienti indicatori di quella che si identifica come una profonda trasformazione, che esercita la sua influenza su struttura urbana e paesaggio, sia a livello di spazio pubblico che privato. Tra il 1836 e il 1874, circa mille proprietà urbane, che corrispondono approssimativamente al 10% del totale esistente, vengono espropriate. Gli effetti di questo avvenimento si possono riassumere, dal punto di vista urbanistico, in tre generici casi: la nascita di nuovi spazi pubblici all'interno della compatta trama medievale; la costruzione di



José Contreras, (1853). ▲  
Piano topografico della  
città di Granada.  
Fonte: Ayuntamiento  
de Granada ([https://  
www.granada.org/  
inet/wcartografia.nsf/  
wbysignatura/00.000.03](https://www.granada.org/inet/wcartografia.nsf/wbysignatura/00.000.03))

edifici pubblici; e la riutilizzazione degli antichi edifici di proprietà religiosa per i nuovi usi derivati dall'amministrazione civile.

La nuova città borghese richiede una moderna politica di risanamento. Il rifornimento e il consumo alimentare, il problema dell'acqua potabile, la creazione di nuove infrastrutture e servizi, la demolizione di case in rovina, insieme alle nuove condizioni richieste per la proprietà e il mercato del suolo sono gli altri grandi obiettivi della riforma. Gli strumenti tecnico-giuridici per mezzo di cui si giungerà al compimento di tale riforma sono: il "**Reglamento de Ornato**" del 1847, il "**Plano Geométrico**" del 1853 ed il "**Proyecto de Alineación**". Essendo impossibile realizzare il secondo, gli allineamenti si impongono come unico meccanismo per controllare la trasformazione dello spazio urbano.

Il primo svolge un'importante funzione nel processo di formazione della città borghese, in quanto facilita la formazione di un nuovo paesaggio architettonico, attraverso il rinnovamento degli edifici in stato di rovina, sostituendoli con nuovi modelli di storicismo eclettico, e mediante l'imposizione di un regime di disciplina urbana che avrebbe posto le basi per un futuro modello di città ordinata da una moderna pianificazione.

Per quanto riguarda il "Plano Geométrico", non potendo imporre i suoi contenuti globali nella ristrutturazione viaria, avrà scarse ripercussioni sulla trasformazione urbana, la quale sarà conseguenza, in particolar modo, dell'applicazione degli allineamenti parziali, come principale strumento di intervento sulla città. Eseguiti in frammenti di città, gli allineamenti ordinano il territorio delle nuove edificazioni vincolate alla cultura storicista e favoriscono la divisione delle parcelle, richiesta dalla concentrazione del capitale immobiliare e dalla redistribuzione della proprietà. In questo modo, la tecnica degli allineamenti e il contenuto normativo dei decreti sono in questi anni i principali strumenti di ordinamento urbano

e di configurazione della nuova ed eclettica scena architettonica. Sono frequenti le opere di riforma di antiche edificazioni che, conservando quasi integralmente gli interni, agiscono sulla facciata, attuando i principi normativi del gusto moderno, come uniformità, regolarità e distribuzione dei pieni e vuoti. (Isac, 2008)

Meritano di essere segnalati altri fondamentali interventi prodotti sulla città durante la seconda metà del XIX secolo. Il primo riguarda l'inserimento di **nuovi spazi pubblici**, in particolare di **giardini e parchi**, come elementi di modernità all'interno nella nuova città borghese. Questi vengono introdotti soprattutto nelle aree marginali dei fiumi, mediante la progettazione di viali e giardini dai tracciati geometrici "alla francese", in alcune delle principali piazze urbane e nella zona del "Triunfo", la quale si estende nell'area nord e costituisce il punto chiave di collegamento tra la città interna alle mura e l'intero sviluppo periferico successivo (Isac, 2008).

Un'altra fondamentale operazione, iniziata prima del 1854 e che si protrarrà per più di trent'anni, è il **interramento del fiume Darro**, in quanto costituisce un ostacolo fisico alla connessione dei principali spazi pubblici. Questo viene sostituito da una moderna strada commerciale, opera di ingegneria, dove sorge una edificazione contraddistinta da "magnifiche case" e uno spazio pubblico più adatto all'"agglomerazione del commercio"<sup>2</sup>, il che favorisce la attuazione di tutti i meccanismi associati alla divisione parcellaria e alla rivalorizzazione dello spazio urbano. (Isac, 2008)

La maggior impresa urbanistica attuata nella città tra la fine del XIX e l'inizio del XX secolo è la **realizzazione della "Gran Vía de Colón"**. L'obiettivo generale del progetto consiste nel facilitare la distribuzione interna dell'antica medina musulmana, portando a termine il sanamento dell'area centrale di una città che, alla fine del

*2. Joaquín Alonso Pineda, sindaco di Granada, 1870 circa.*



secolo precedente, aveva raggiunto il maggior tasso di mortalità in Spagna. Si avvia quindi un processo di riforma urbana che risponde ai principi di città “sana e geometrica”<sup>3</sup>, che costituisce una delle principali operazioni di riforma interna viaria attuata nell’intera Penisola del tempo, sia per il costo economico e per il volume di architetture costruite, sia per il carattere singolare che riveste l’intervenire su di una presistenza urbana di elevato valore storico e culturale. La realizzazione della Gran Vía è possibile grazie alla disponibilità dei capitali generati dall’industria zuccheriera, insediata nella Vega in seguito all’estensione della coltivazione della barbabietola. Tra il 1882 e il 1888 si costruiscono tre fabbriche in comuni vicini alla città; a fine secolo saranno dieci quelle in funzione. Questi avvenimenti, insieme all’**inserimento di una rete di tranvia elettrificata**, costituiscono fenomeni molto vincolati tra loro. La coltivazione di barbabietola rappresenta il più importante fenomeno produttivo di Granada ed è alla base della formazione di un sistema di relazioni tra la città e i piccoli comuni agricoli, che si vede rafforzato dalla rete tranviaria, la quale facilita le comunicazioni e gli interscambi tra i differenti nuclei urbani. Un sistema dove si possono avvertire i primi elementi di città metropolitana, sviluppata all’interno di una moderna economia urbana, cominciando a definirsi un ambito territoriale in cui si andranno accentuando le interdipendenze tra tutti i nuclei che lo compongono (Isac, 2008).

*3. Come scriveva nel 1856 il famoso medico igienista catalano Pere Felip Monlau*

# XX secolo. La città ordinata dalla pianificazione

4.1.3

L'inizio del XX secolo si caratterizza per la presenza di una serie di problemi urbani irrisolti, le cui soluzioni andranno delineando il profilo dei cambiamenti urbanistici principali del nuovo secolo. Le questioni rimaste in sospeso sono: le conseguenze date dalla realizzazione della Gran Vía, che obbliga a pianificare nuovi interventi sulla viabilità per conferirle continuità; il tracciato di una nuova strada, che delimiti l'area di espansione e faciliti la comunicazione; la carenza di una riforma interna sul territorio dell'antica medina islamica; l'assenza di un piano di espansione; i gravi problemi di infrastrutturazione urbana, specialmente dell'acqua potabile e della rete fognaria; l'inserimento di una rete tranviaria; la carenza di abitazioni e, infine, la necessità di uno strumento di pianificazione generale della città. Di tutti questi, pochi sono quelli che troveranno soluzioni adeguate, a causa del mal governo e alla debolezza mostrata dagli operatori privati. Solamente durante un breve periodo, che va dal 1923 al 1930, si portano avanti importanti progetti e opere che influenzeranno fortemente la città e il suo sviluppo urbanistico posteriore. Per la prima volta **sorge un'area di espansione pianificata** nella zona sud, destinata alla costruzione di un quartiere di abitazioni economiche, il "**Barrio Figares**", un'interessante adattamento alla moda del tempo della città-giardino che, più tardi, nel dopoguerra, si svilupperà ulteriormente attraverso l'edificazione di isolati aperti ed edifici alti e di scarsa qualità. (Isac, 2008)

Notevole importanza ricopre, inoltre, il tracciamento di una nuova strada, il "**Camino de Ronda**", collocata in posizione parallela rispetto alla Gran Vía, come miglioramento del sistema di comunicazione urbano. La realizzazione dei lavori

▼ Principali interventi del secolo XIX



trova il suo definitivo impulso negli anni venti, quando le viene attribuita la funzione di elemento limite per la prevista zona di ampliamento, e non si concluderanno fino al 1939 (Isac, 2008).

A partire dal 1882, e soprattutto con l'inizio del nuovo secolo, fino allo scoppio della Guerra, **l'introduzione dell'industria zuccheriera** nella Vega rivoluziona l'economia e la vita della città con la conseguente duplicazione dei suoi abitanti: 75.570 nel 1900, 103.505 nel 1920 e 154.589 nel 1950 (Bosque, 2011). Questo evento determina la definitiva elaborazione di un piano generale di ampliamento e di riforma interna, che già da tempo si era reso necessario. A causa dello scoppiare della guerra, concretamente non si attuò alcuna modificazione della struttura urbana, tuttavia le proposte elaborate nel programma di ordinamento urbanistico, saranno fondamentali per orientare le prime operazioni post-guerra e i contenuti presenti nei successivi piani, corrispondenti al progetto preliminare del 1943 e al definitivo "Plan de Alineaciones" del 1951. Questi piani vengono completati con un ulteriore e imprescindibile documento, le Ordinanze Generali di Costruzione, il quale definisce un totale di sedici zone per le quali si fissano distinte condizioni di volumetria, di uso e di composizione. La riattivazione del settore della costruzione in questi anni determina frequenti modificazioni delle ordinanze e in molti casi inadempimento di queste, a beneficio degli interessi speculativi. Una causa può essere attribuita al fatto che il piano rispondeva ormai a una metodologia antiquata, che non curava gli aspetti fondamentali di gestione, programmazione e costi delle proposte contemplate al suo interno, senza quindi garantire la fattibilità di nessuna di queste. Pertanto, durante il decennio degli anni 50, il mercato immobiliare e il settore delle costruzioni si riattivano con difficoltà, come dimostra il **deficit di abitazioni del 1945**, che raggiunge la cifra di 5.000, oltre alla presenza di più di 4.000 che si trovano in condizioni di grave insalubrità. Il

▼ Principali interventi realizzati durante la prima metà del XX secolo



- 0 500m
- Costruito
  - Spazi pubblici/giardini
  - Parco e zona residenziale
  - Fiume
  - Stazione ferroviaria
  - Case economiche
  - Zona di espansione
  - Stazione ferroviaria
  - Camino de Ronda
  - Sotterramento Darro
  - Rete tranviaria

problema delle abitazioni viene preso in carico dagli operatori privati e dagli organismi pubblici contro le limitazioni previste dalle ordinanze e il piano sarà destinato a soccombere di fronte alle pressioni del capitale che cerca una rapida crescita in operazioni speculative. La crescita urbana e l'intensa attività edificatoria, quando l'iniziativa privata si unisce al processo di creazione di abitazioni, si producono in condizioni che permettono l'appropriazione speculativa della città. Gli interessi degli operatori privati si impongono contro la ragione pubblica contenuta nel piano; **sorgono in suoli non previsti edifici di carattere residenziale che avranno importanti effetti negativi sull'articolazione delle nuove aree di crescita negli anni sessanta e settanta, determinando allo stesso tempo gravi problemi di segregazione sociale e conflitto urbano, tuttora presenti in alcune zone cittadine.** (Isac, 2008)

Con i primi quartieri realizzati non previsti dal piano, ovvero **Santa Adela-Zaidín** e Virgen de las Angustias-Chana, si cerca di rimediare al problema del grave deterioramento degli alloggi dei quartieri storici della città, tra cui l'Albaicín, e ai danni causati dai terremoti del 1956. Situati entrambi negli estremi opposti della città, sui suoli della Vega ad alto valore agricolo, diventano i principali fuochi di crescita urbana dei successivi decenni. Una crescita con scarsa pianificazione, carente di attrezzature e servizi pubblici (Isac, 2008). All'interno di questa politica, a partire dagli anni quaranta e cinquanta, si costruiscono, inoltre, **aree residenziali a vantaggio delle classi popolari**, in parte situate nella zona sud di Granada, nei pressi del quartiere di Zaidín e in parte nell'area compresa tra l'Albaicín e il Sacromonte, rispettivamente finanziate dal Governo Civile e dall'arcivescovado (Bosque, 2011).

L'urbanizzazione ed edificazione intorno all'area di "Calle Recogidas", a partire dal 1956, segnala uno degli assi più importanti della crescita urbana. Tale strada costituisce il primo e il più

diretto collegamento con il centro commerciale e amministrativo, situato nella zona di Puerta Real-Reyes Catolicos, e l'area di espansione limitata dal Camino de Ronda. Essendo un punto strategico, concentra un elevato indice di edificazione negli anni sessanta e si converte nella zona residenziale più qualificata per la borghesia locale, oltre che in pulsante zona commerciale e di servizi (Isac, 2008). A nord, a partire dagli 1928 e fino agli anni 50 si determina l'asse dell'allora "avenida Calvo Sotelo", attuale "calle de la Constitución", col fine di creare un collegamento alla stazione ferroviaria, che si configura come secondo centro finanziario e di servizi. Successivamente, le modifiche delle ordinanze del piano del 1951, permettono in quest'area nuovi livelli di edificabilità, ammettendo la costruzione di edifici di altezze fino a quindici piani, di tal modo che gli investimenti immobiliari siano altamente redditizi. Lo sviluppo urbano in questa zona è stato considerato come la manifestazione più evidente della nuova tappa neocapitalista (Isac, 2008).

L'edilizia residenziale sorta durante gli anni sessanta e settanta nei suoli periferici, luogo dove si concentra la maggiore crescita demografica, occupa una superficie equivalente a quella che aveva il centro storico della città, fino a raggiungere i due terzi della popolazione attuale. Nel 1973, quando il citato processo si trova già in stato avanzato, viene approvato il "Plan General de Ordenación urbana", il quale secondo la metodologia espansionista degli anni 70, procede a classificare come urbanizzabile gran parte del suolo agricolo, addentrandosi senza una logica nel territorio de la Vega. Stabilisce tredici poligoni, distribuiti irregolarmente sul piano della città, soprattutto nella zona nord e nord-est dove si tenta di riorientare la crescita urbana. L'ampliamento della città non viene quindi frenato, ma si sviluppa con maggior trasparenza, seppure secondo gli stessi termini precedenti. La pretesa coesione strutturale del territorio ordinata dal piano, sia per quanto riguarda il centro storico,

*« L'edilizia residenziale sorta durante gli anni sessanta e settanta nei suoli periferici, luogo dove si concentra la maggiore crescita demografica, suppone una superficie equivalente a quella che aveva il centro storico della città »*

sia per le zone di espansione, si affidava a una rete arteriale sovradimensionata alla quale veniva subordinato tutto il sistema urbano. La costruzione di questa rete stradale, oltre ad altri errori di disegno e pianificazione, suppone un'importante e ingiustificata aggressione allo spazio naturale della Vega, ignorando i valori che essa rappresentava dal punto di vista economico, culturale e paesaggistico, di fronte ai quali iniziavano a manifestarsi ampi settori dell'opinione pubblica a favore della sua protezione (Isac, 2008).

*« la forte e intensa speculazione immobiliare portata avanti durante la seconda metà del secolo si traduce in una marea edificatoria che arriva a duplicare in estensione e a triplicare in popolazione la Granada del 1940, a spese del contesto agricolo provinciale in cui si situa »*

In sintesi, la forte e intensa speculazione immobiliare portata avanti durante la seconda metà del secolo si traduce in una marea edificatoria che arriva a duplicare in estensione e a triplicare in popolazione la Granada del 1940, a spese del contesto agricolo provinciale in cui si situa, e in particolar modo con la distruzione della Vega, fondamento dell'origine e della storia della città. Istituzionalizzata l'invasione dei suoi terreni, gli ambiti di espansione della città finora trattati si possono riassumere in tre aree generali:

- la zona meridionale, al di là del fiume Genil, estesa fino ai piedi della Sierra Nevada, dove si sviluppa la zona del Zaidín, iniziato negli anni cinquanta e formalizzato negli anni ottanta. A fine secolo arriva ad assorbire i vecchi e storici nuclei rurali, tra cui Armilla e Alhendín, e quelli situati ai piedi della Sierra Nevada, ossia Huétor Vega, Cájar e La Zubia, i quali si convertono in meri ampliamenti urbani.

- la zona settentrionale, corrispondente ad un ampliamento in cui risiedono settantamila abitanti, anche questo nato negli anni quaranta con i quartieri della Chana e di San Francisco, raggiunge la massima espansione negli anni settanta con la zona di Cartuja e continua nell'ultimo decennio del XX secolo con l'area di Almanjáyar. L'ampliamento verso nord giunge fino ai piedi della montagna Harana, attraverso un'urbanizzazione non



molto densa costituita da alti edifici e colonie di abitazioni unifamiliari. Si invadono così i municipi di Maracena e Albolote, avvicinandosi a quelli di Jun, Viznar e Alfacar.

- Il terzo ambito di espansione è relazionato alla costruzione del Camino de Ronda ed è conseguenza del prolungamento di calle Recogidas. Finalizzata nel 1960, il Camino de Ronda offre un nuovo e spettacolare ingresso al centro storico della città; la conseguenza immediata è il “riempimento” dell’area compresa tra queste due strade e il limite dell’allora città cristiana, mediante isolati caratterizzati da una grande densità immobiliare e altezze inusuali per l’epoca. (Bosque, 2011)

# Lo sviluppo urbano dagli anni '80 a oggi

4.1.4

La configurazione urbana della città negli ultimi due decenni del XX secolo è stata determinata dai contenuti del “Plan General de Ordenación Urbana” approvato nel 1985 come risultato della revisione della pianificazione precedente, stabilendo una nuova strategia di fronte alle problematiche della città e definendo criteri e obiettivi che permetteranno di riorientare, in un quadro normativo distinto, i principali fenomeni vincolati alla pianificazione. Le proposte formulate obbediscono a una metodologia più capace di correggere i grandi disequilibri provocati nei decenni precedenti. Gli obiettivi essenziali sono il contenimento dell’espansione senza misura né logica, propria della tappa di sviluppo precedente; la creazione di strumenti legali che permettano una politica urbana antispeculativa; il recupero dei valori posseduti dallo spazio costruito di una città specialmente ricca di patrimonio urbano, che però aveva sofferto grandi perdite a causa dell’abbandono e delle pressioni speculative; la correzione dei fattori di disequilibrio tra centro e periferia; e, infine, la pianificazione e costruzione di attrezzature pubbliche di cui la città era carente. Di tutti questi obiettivi, il grado di compimento è stato disuniforme. L’approvazione dei piani speciali di protezione dei complessi storici come la Alhambra (1989) o dell’Albaicín (1990), non costituisce in alcun momento una politica di riabilitazione sistematica della città storica. La costruzione di una rete arteriale perimetrale, con il fine di distribuire il traffico urbano ed extraurbano, determina una nuova cintura di circonvallazione, che sfigura gravemente i molteplici valori del territorio. La sua possibile ripercussione sui terreni della Vega determina un’aspra e tesa polemica, che tuttavia non impedisce la sua costruzione e



inaugurazione nel 1992, che inoltre, attraverso il suo prolungamento stabilisce un nuovo accesso all'Alhambra.

Il bilancio più favorevole della pianificazione in questi anni è dato dalla creazione di attrezzature e dotazioni: installazioni sportive, parchi e giardini (come il parco Garcia Lorca e il parco del Violón) furono le realizzazioni più importanti, soprattutto nei quartieri periferici.

Un aspetto fondamentale da evidenziare è il mancato raggiungimento delle previsioni della crescita demografica. Il piano del 1985 contempla una città di 325.000 abitanti per l'anno 1991, ma la realtà è che si raggiunge in questa data la cifra di 255.000. Tra i fattori principali che permettono di spiegare questo fatto è da sottolineare la scarsa offerta di suolo urbanizzabile, insieme alla presenza di condizioni restrittive relazionate con esso, imposte dall'ordinamento urbano di Granada, in comparazione a una maggiore disponibilità di suolo, con minori carichi per la pianificazione residenziale, che si offrono allo stesso tempo nei comuni prossimi. In aggiunta si registra una riduzione della popolazione del 4,1% tra il 1991 e il 1999, fino ad arrivare a 244.767 abitanti. Questa significativa perdita di popolazione a Granada contrasta con una crescita spettacolare nella cintura metropolitana, leggermente superiore al 24% durante lo stesso periodo. I problemi che derivano da questa situazione fanno sì che diventi inevitabile la recupero dall'attrattività del centro storico come luogo di residenza e la costruzione della città compatta della periferia, oltre al necessario ritorno alla pianificazione su scala sovramunicipale (Isac, 2008).

Lo sviluppo urbano del nuovo secolo è sempre più vincolato alla politica di ordinamento territoriale dello spazio metropolitano. La città che vediamo sorgere durante il primo decennio è condizionata sia dalla politica urbanistica che articola l'area metropolitana, sia dallo sviluppo delle previsioni contenute nel Plan General de Ordenación Urbana

de Granada del 1999, dove vengono riconosciute espressamente le interrelazioni che possono esistere tra la città capitale e i comuni circostanti. La “metropolizzazione” del territorio che gravita sulla città di Granada, composto da poco più di trenta municipi, con un dato demografico che supera i 400.000 abitanti, obbliga le amministrazioni pubbliche ad accelerare lo sviluppo delle azioni previste e contenute nell’ordinamento suvracomunale, per quanto riguarda questioni fondamentali come la creazione di attrezzature e l’attuazione di un sistema di trasporto pubblico metropolitano (Bosque, 2011).

Nel 2001 viene redattato un nuovo piano, approvato dalla Regione Andalusia come revisione del precedente, che vincola lo sviluppo urbano alla politica di ordinamento territoriale dello spazio metropolitano e, specialmente, all’uso della Vega. In effetti, la sua redazione insiste sulla necessità dell’avviamento di un nuovo sistema di trasporto pubblico metropolitano e sul miglioramento e creazione di nuove attrezzature sia nella città capitale che nei comuni circostanti. Una delle principali proposte corrisponde alla costruzione, molto discussa, di un treno-metro leggero che rivoluzionerà le comunicazioni intraurbane mediante un tragitto sotterraneo lungo l’asse del Camino de Ronda, che si allaccia alla rete di trasporto di superficie dell’area metropolitana. Per quanto riguarda le nuove urbanizzazioni appaiono, oltre al quartiere residenziale pubblico Almanjáyar, situato a nord, degli anni novanta, le aree residenziali meridionali corrispondenti ad Alcázar Genil, Jardín de la Reina, Parque de las Infantas, oltre ad altre, di grandezza media superiore alle cento abitazioni.

In questo contesto la città ha mantenuto un certo progresso demografico, con andamento moderato e addirittura regressivo a inizio secolo. In seguito a una crescita costante che ha portato al picco di 255.212 abitanti nel 1991, come già anticipato precedentemente, si afferma una riduzione tale



per cui gli abitanti stimati nel 2001 sono 240.661, con un ulteriore discesa nel 2005 con 236.982 e una leggera risalita nel 2010, anno in cui si contano 239.154 abitanti. Questa evoluzione esprime senza dubbio una disurbanizzazione o controurbanizzazione ben definita, già in corso in altre città spagnole quali Madrid e Barcellona, compensata dal forte aumento demografico dell'area metropolitana nella quale si è convertito il complesso territoriale della Vega, il quale passa dai 123.158 abitanti nel 1981 ai 373.481 nel 2009. Così una città che nel secolo XV competeva in numero di abitanti con Roma e Costantinopoli e superava città come Londra e Parigi, offre fino ad oggi una alternanza di incrementi e riduzioni demografiche, arrivando ad occupare il sedicesimo posto tra le città della Penisola Iberica. (Bosque, 2011)

► Le fasi dell'espansione urbana di Granada dal 1900 ad oggi

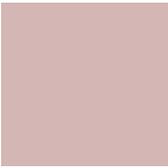


- Granada nel 1900
- Espansione urbana fino al 1979
- Crescita degli anni '80 e '90
- Suolo urbanizzabile secondo il Piano Generale del 2001

## La mobilità nella città contemporanea

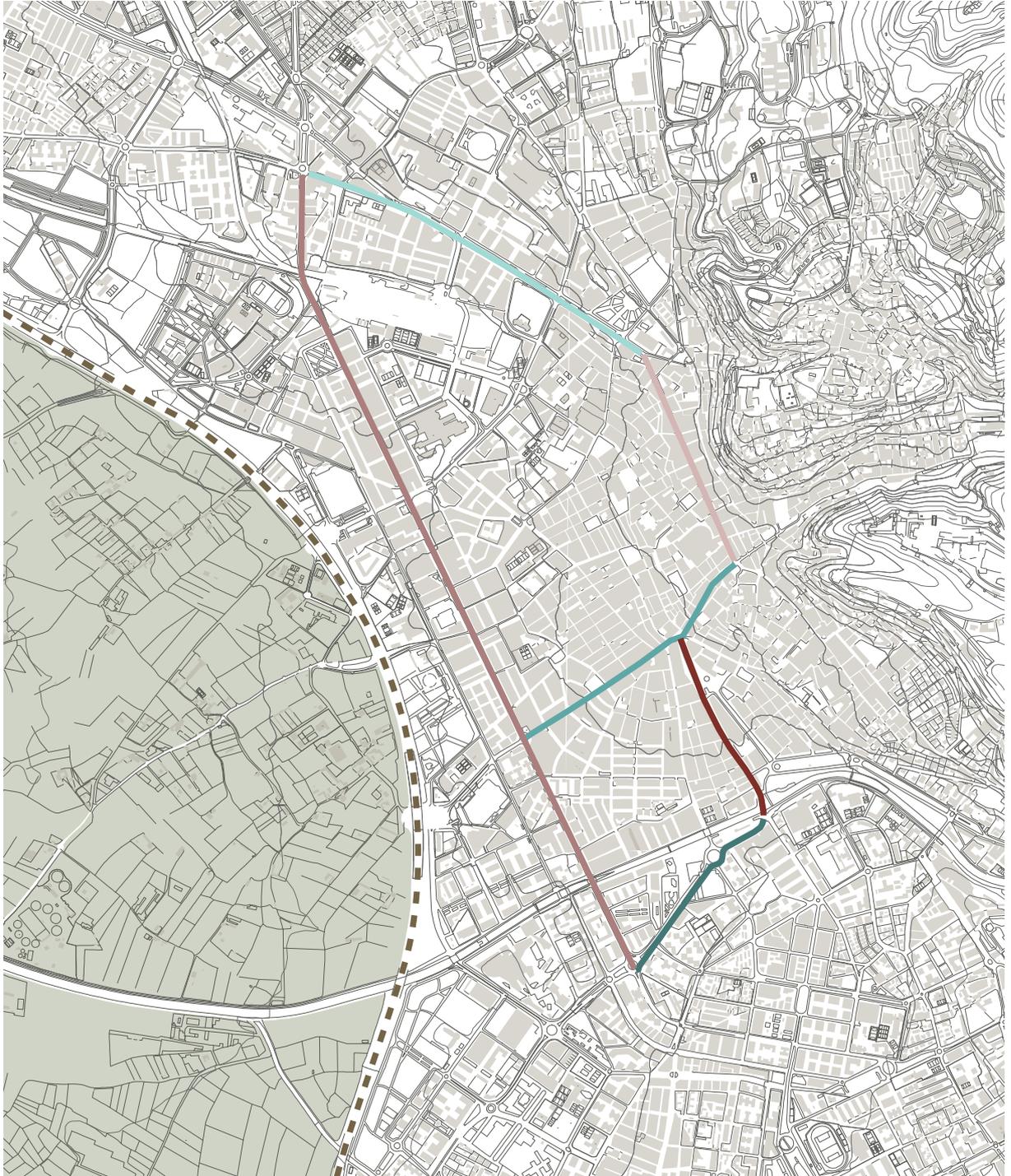
Nel periodo dello sviluppo urbano, avviato a partire dal secondo dopoguerra, il trionfo dell'automobile converte Granada in una città moderna e in un chiaro esempio di **gigantesco e permanente parcheggio**, con conseguenze molto negative difficili da risolvere, nonostante siano presenti politiche municipali con il fine di incoraggiare la pedonalizzazione delle strade, almeno nell'area del centro urbano<sup>4</sup>. La città vecchia di origine musulmana, con la sua ubicazione in un contesto montuoso e il suo complicato tracciato viario, non si adatta bene all'esistenza di una circolazione moderna, la quale si agglomera fino alla congestione nella città bassa e, in special modo, nella Granada contemporanea, caratterizzata da una morfologia più idonea e da uno sviluppo storico differente. Qui si trova l'apice del traffico veicolare. Non mancano, nonostante il chiaro carattere complementare, i trasporti pubblici che, inaugurati all'inizio del Novecento con una delle prime reti tranviarie della Spagna, furono sostituiti negli anni sessanta, con una corta visione del futuro, da una rete di autobus di linea che non copre pienamente né le necessità, né le aspettative della popolazione granadina e che, inoltre, non può competere e nemmeno sostituire il predominante trasporto privato. Così, la massima presenza del traffico veicolare si concentra, in gran misura, nella città bassa e moderna e in particolare in un asse stradale, situato nel margine occidentale di Granada, al limite con la Vega, che coincide con la grande arteria nord-sud, a cui si è essenzialmente adattata la rete municipale di trasporto pubblico, e che provoca una circolazione da settanta a centomila veicoli al giorno in entrambi i sensi di marcia. In definitiva, la rete viaria si caratterizza per un marcato andamento longitudinale, enfatizzato dalla presenza di due fondamentali assi viari: la

*4. Attraverso la regolazione e il controllo degli accessi dei mezzi privati nelle zone previste a traffico limitato, quali Albaicín, Sacromonte, Carrera del Darro, Realejo, Recogidas, Centro. Fonte: <http://www.movilidadgranada.com/>*



Gran Via e il Camino de Ronda. Questa doppia via interna, completata dal Paseo de las Angustias, primo e antico accesso al ponte medievale sul fiume Genil e dal suo collegamento più recente, la Acera del Darro, costituiscono oggi un insieme viario che canalizza l'intensa circolazione longitudinale nord-sud. Al contrario sono scarse, e di relativa utilità le vie trasversali, fatta eccezione per gli assi Reyes Catolicos-Recogidas, Constitución-Gran Vía, Puerta Real-Paseo del Violón, tutti terminanti in Camino de Ronda. Questi accumulano e centralizzano la circolazione automobilistica e pedonale, così come la vita cittadina: sorge così un fulcro di gran congestione umana e di traffico, che concentra i principali centri di sociabilità urbana (Bosque, 2011).

▼ Principali arterie e strade destinate al traffico veicolare



■ ■ Arteria principale

Assi longitudinali

Assi trasversali

— Gran Via

— Camino de Ronda

— Acera del Darro

— Av. Constitución

— Recogidas

— Paseo del Violón

# Granada: inquadramento geografico-ambientale

4.2

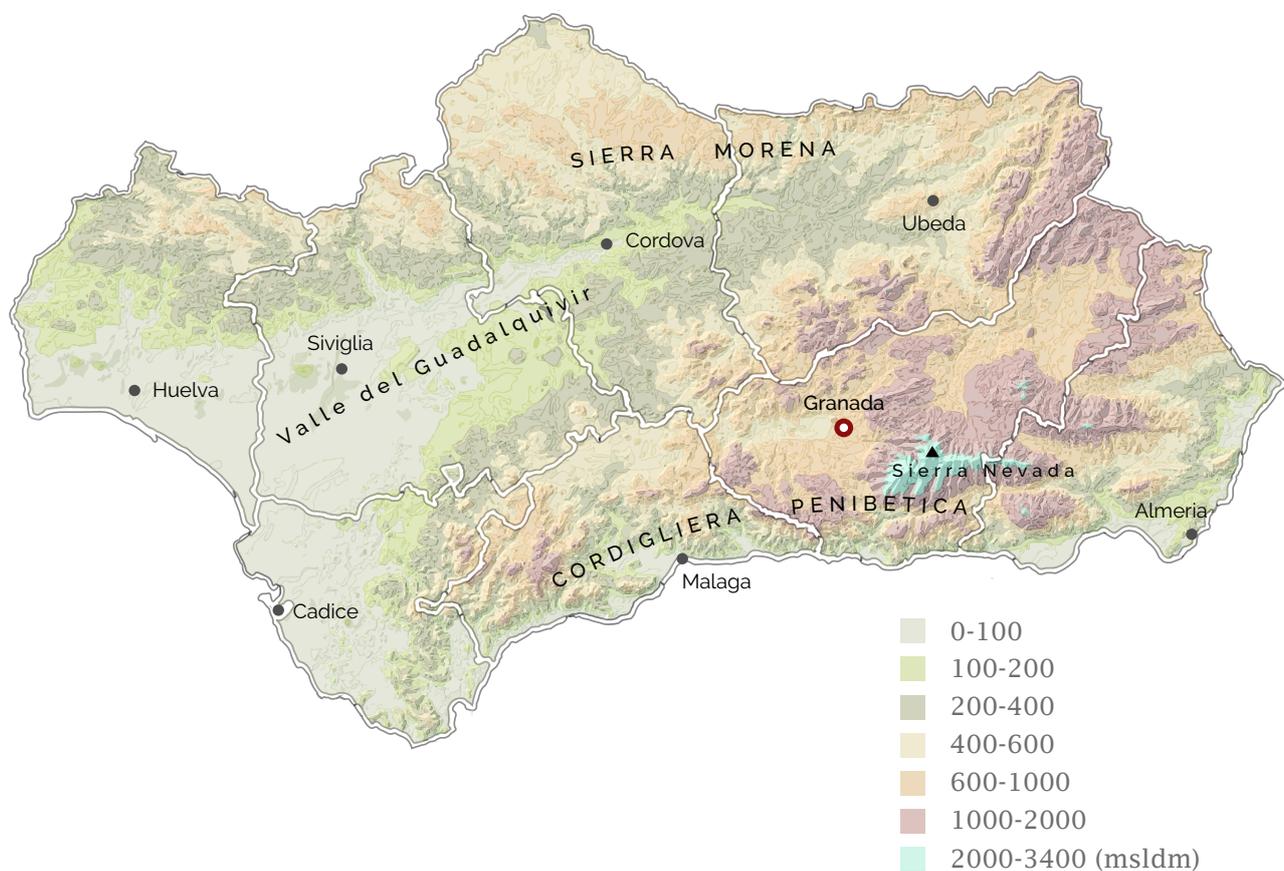
Granada si colloca nella Comunità autonoma dell'Andalusia, un'ampia regione situata al sud della Penisola Iberica, bagnata dall'oceano atlantico (294 km) e dal mar mediterraneo (559 km) lungo la sua costa meridionale e che si estende per una superficie di 87.268 km<sup>2</sup>. L'orografia regionale si può suddividere in tre zone principali, costituite dalla Sierra Morena, la valle del Guadalquivir e le cordigliere Betiche<sup>5</sup>.

Una depressione tra le cordigliere "Penibetica" e "Subbetica", le quali costituiscono la maggiore e più elevata formazione montuosa dell'intera penisola, definisce lo spazio geografico in cui si trova la città di Granada, estesa su una zona collinare di altitudine compresa tra i 700 e gli 800 metri, caratterizzata da versanti con dolci pendenze, che hanno reso possibile la crescita della città verso i fertili terreni de "la Vega", costituiti da terrazze alluvionali in quote situate intorno ai 500-600 metri. La Vega di Granada è la regione agricola che occupa con il nucleo centrale delle sue terre la pianura che si estende ai piedi della città di Granada, irrigata dalle acque del Genil e dai suoi affluenti e situata all'interno de una delle depressioni che interrompono la continuità montuosa che, dal Mediterraneo al Guadalquivir e dal Golfo di Cadiz al Cabo de la Nao, occupano l'estesa catena Betica. La città ha mantenuto un'intensa e complessa relazione con lo spazio rurale che la circonda: il bacino sedimentario che forma la Vega offre un quadro fisico idoneo allo sviluppo delle attività economiche su base agricola e all'insediamento della popolazione, costituendo perciò un fattore essenziale per la crescita economica. (Bosque, 2011)

Granada si colloca nella regione pedemontana nord-occidentale della "Sierra Nevada", nucleo centrale

5. Fonte dei dati geografici:  
<https://www.parlamentodeandalucia.es/opencms/export/portal-web-parlamento/elparlamento/historia/andaluciaayeryhoy.htm>

della catena Betica con cima più elevata della Penisola, da cui nascono i fiumi Genil e Darro, i quali giungono sino alla depressione attraversando la cintura di colline che la circondano. A poca distanza troviamo anche altri affluenti, quali il Beiro, il Monachil e il Dilar. Le quattro colline ai piedi della Sierra Nevada sono state interessate nei secoli da una gran quantità di edificazioni, di modo non sempre costante nè omogeneo, e costituiscono oggi i quartieri più antichi e importanti della città di Granada. (Bosque, 2011)



Uno degli aspetti più importanti che contraddistingue il bacino intrabetico rispetto alle altre pianure della regione, come ad esempio la valle del Guadalquivir o quella della costa mediterranea, riguarda il carattere di continentalità del suo clima.

Le montagne Betiche, infatti, agiscono come una barriera nei confronti sia dei venti umidi atlantici, caratteristici dell'area del Guadalquivir, sia dalle brezze miti del Mediterraneo, e, insieme agli effetti dell'altitudine (685 m s.l.m. nella città di Granada), fanno sì che il clima assuma caratteri tipici continentali, i quali, relativamente poco presenti nell'area di Granada, sussistono maggiormente man mano che ci si sposta verso oriente, salendo di quota. Il clima presenta così aspetti più vicini a quelli tipici di un altopiano, i cui effetti sono sensibilmente diversi se comparati con la costa mediterranea, la quale dista solamente 50 km, o con le altre pianure della regione. (Ocaña, 1972)

La temperatura media riflette, in relazione agli altri ambiti andalusi, l'influenza esercitata dall'altitudine e dalla continentalità: 16<sup>o</sup> di fronte ai 19,7<sup>o</sup> di Siviglia<sup>8</sup> e ai 19,6<sup>o</sup> di Malaga<sup>7</sup>. Sono però le medie mensili a permettere un apprezzamento più concreto di tali "anomalie": a tal proposito prendiamo ad esempio le temperature registrate durante l'anno 2019 (Base Aerea di Granada), osservando sia i valori estremi che i valori medi, nei loro massimi e minimi. L'inverno contraddistinto generalmente da temperature medie inferiori ai 10<sup>o</sup> è una stagione lunga (si estende da novembre a marzo), ma non eccessivamente dura. A questa si contrappone un' estate ugualmente lunga, con temperature medie superiori a 20<sup>o</sup> durante quattro mesi, da giugno a settembre, e con massime che arrivano a toccare i 40<sup>o</sup>. Queste due sono intervallate da stagioni intermedie di breve durata.

6. *Temperatura media annuale del periodo 2010-2019.*

*Dati raccolti dalla stazione meteorologica della base aerea di Granada.*

*Fonte: <https://opendata.aemet.es/centrodedescargas/productosAEMET?>*

7. *Temperatura media annuale del periodo 2010-2019.*

*Dati raccolti dalla stazione meteorologica dell'aeroporto di Siviglia*

*Fonte: <https://opendata.aemet.es/centrodedescargas/productosAEMET?>*

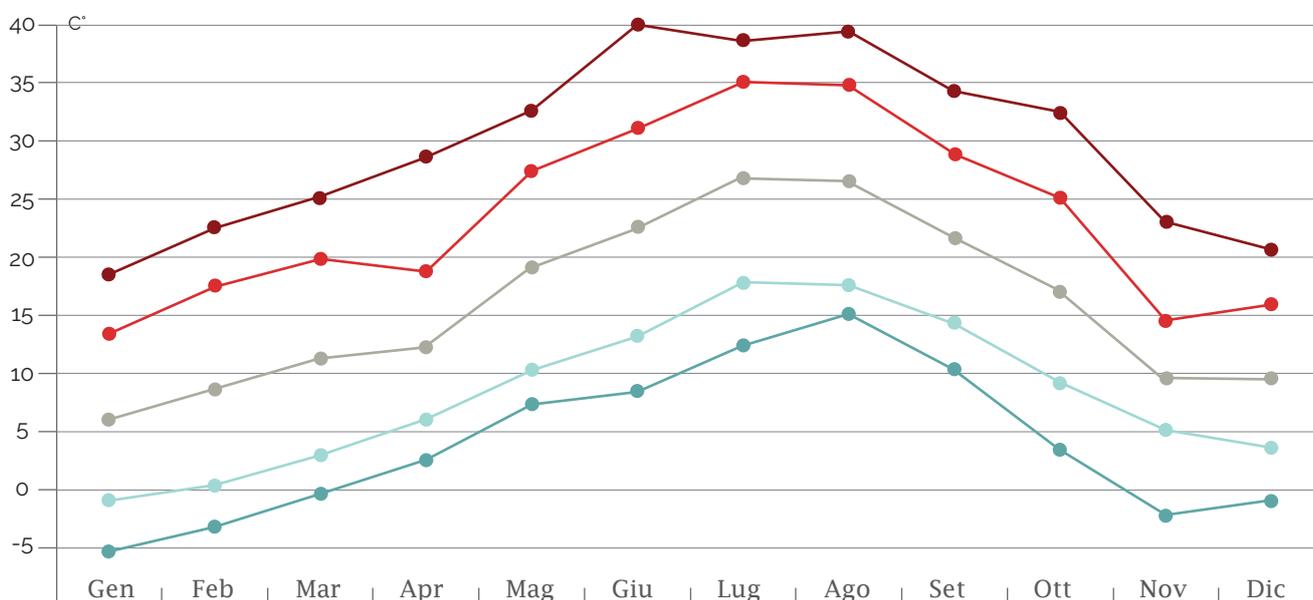
8. *Temperatura media annuale del periodo 2010-2019. Dati raccolti dalla stazione del centro meteorologico di Malaga.*

*Fonte: <https://opendata.aemet.es/centrodedescargas/productosAEMET?>*

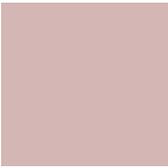
▼ Temperature minime  
assolute, massime assolute  
e medie (tabella in alto);  
Medie delle temperature  
minime e massime per ogni  
mese dell'anno 2019 (tabella  
in basso).  
([https://opendata.aemet.  
es/centrodedescargas/  
productosAEMET?](https://opendata.aemet.es/centrodedescargas/productosAEMET?))

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Min	-5,4	-3,2	-0,4	2,5	7,3	8,4	12,4	15,1	10,3	3,4	-2,3	-1,0
Max	18,5	22,2	25,2	28,6	32,6	40,0	38,6	39,4	34,3	32,4	23,0	20,6
Medie	6,3	8,9	11,4	12,4	18,9	22,2	26,5	26,2	21,6	17,2	9,8	9,7

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Min	-0,9	-0,3	-2,9	6,0	10,3	13,2	17,8	17,6	14,3	9,2	5,1	3,5
Max	13,5	17,5	19,8	18,8	27,4	31,1	35,1	34,8	28,8	25,1	14,5	15,9



T. massime assolute ●—●  
Media delle T. massime ●—●  
T. medie ●—●  
Media delle T. minime ●—●  
T minime assolute ●—●



I caratteri di durezza del clima di Granada si possono apprezzare, più che dalle temperature medie mensili, da quelle estreme, ossia le massime estive e le minime invernali, come si può notare nel grafico a linee dove è possibile eseguire una comparazione tra di esse.

Le medie delle temperature minime invernali sono sotto zero nei mesi di novembre, dicembre, gennaio e febbraio. Aprile e Maggio sono gli unici mesi che presentano caratteristiche primaverili, in quanto marzo può essere considerato, in tutti i suoi aspetti, una continuazione dell'inverno, mentre maggio, con le sue massime durante la seconda metà del mese che già superano i 30°, è assimilabile alla stagione estiva. La mitigazione climatica proveniente da nord-ovest è quella che mantiene il fresco primaverile in Granada, che solo si differenzia dall'inverno per un insolazione più intensa. Tuttavia, le ondate atmosferiche dell'ovest, pur essendo le predominanti in primavera, possono trasformarsi rapidamente in situazioni climatiche del Nord e del Nord-Est, dove si situano le catene montuose del sistema Betico, con la conseguente discesa delle temperature in tempi rapidi. (Ocaña, 1972)

Si osserva una considerevole escursione termica come risultato della differenza tra i valori massimi e minimi, che corrisponde maggiormente alla differenza di temperatura che intercorre tra il giorno e la notte, momento in cui i valori subiscono una brusca discesa. Allo stesso modo, esiste un'importante variazione tra le temperature estive e invernali, evidenziata dall'innalzamento delle curve nei mesi centrali.

## L'irraggiamento

La latitudine subtropicale 37° 11' Nord e l'abbondanza di ondate anticicloniche sulla regione determina l'esistenza di Andalusia di un'insolazione molto elevata. Tulla la valle del Guadalquivir e le aree costiere, con eccezione dello stretto di Gibilterra, superano le 2800 ore di sole annuali, oltrepassando addirittura le 3000 ore in alcuni punti del golfo di Cadiz e della costa di Almeria. Il resto della regione, compresa la provincia di Granada, rimane compreso tra le 2800 e le 2600 ore, ad esclusione solamente dei luoghi montani più elevati, dove una maggior presenza di nuvolosità causata dall'altitudine riduce l'insolazione sotto le 2600 ore annuali. Questi alti valori di insolazione, associati all'elevato angolo di incidenza dei raggi solari in queste basse latitudini, determinano alti valori di ricezione di radiazione solare, che superano i 5 kWh/m<sup>2</sup><sup>9</sup>. Nel periodo che va dal 1981 al 2010 si è registrata una media di 486,8 ore di sole, mentre nell'inverno 2018-2019 si sono raggiunte complessivamente le 654,6 ore solari<sup>10</sup>, evento che conferma un fenomeno che si è verificato generalmente in tutta la penisola, corrispondente all'aumento di insolazione

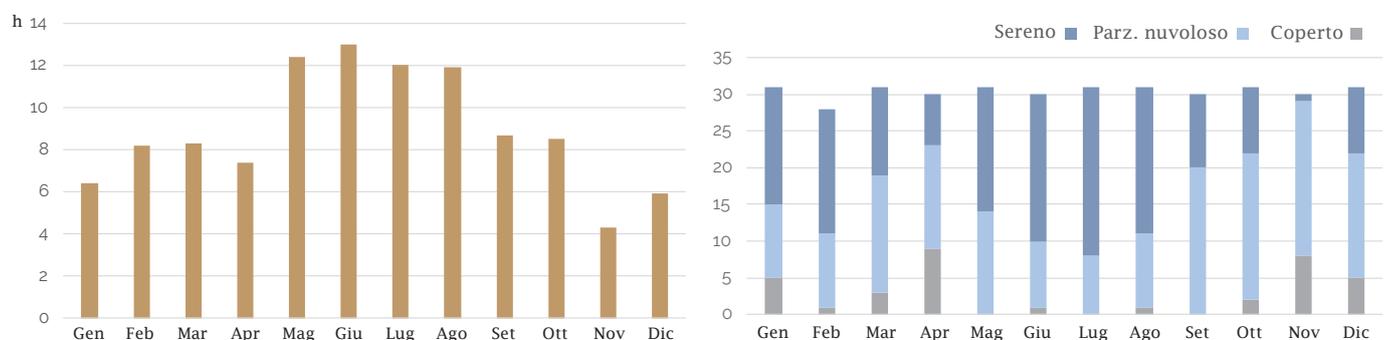
9. Dati estratti dal sito ufficiale della regione Andalusia.

Fonte: <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb/>

10. Dati raccolti da AEMET (Agencia Estatal de Meteorologia)

Fonte: [http://www.aemet.es/documentos/es/noticias/2019/insol\\_inv\\_2018\\_2019.pdf](http://www.aemet.es/documentos/es/noticias/2019/insol_inv_2018_2019.pdf)

▼ Media mensile di insolazione diurna (in ore) per ogni mese del 2019 (in alto a sinistra). Numero dei giorni con cielo coperto, parzialmente nuvoloso e sereno (in alto a destra). Radiazione globale (MJ/m<sup>2</sup>): medie mensili e valore totale annuale (in basso). Dati raccolti dalla stazione meteorologica della base aerea di Granada. Fonte: <https://opendata.aemet.es/centrodedescargas/productosAEMET?>



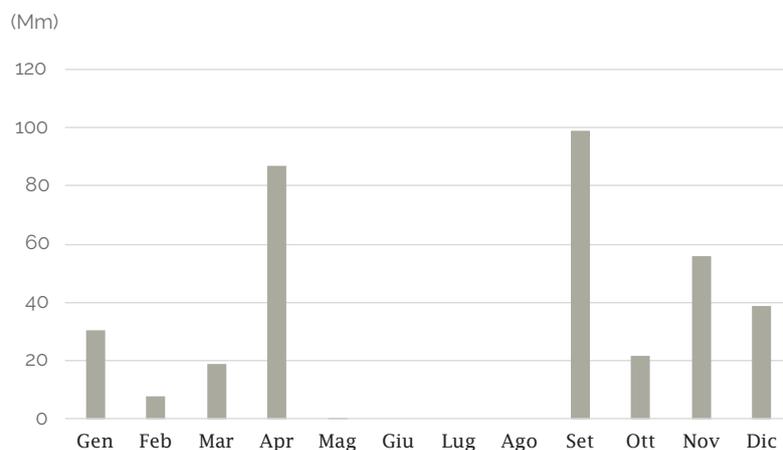
GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Totale 2019
306,67	421,84	586,15	575,02	882,81	899,89	858,11	797,52	579,16	493,64	247,07	291,75	6939,63 (MJ/m <sup>2</sup> )

Per quanto riguarda le precipitazioni, si osserva innanzitutto la **scarsa piovosità annuale**, con un media di 443 mm annuali nel periodo che va dal 1988 al 2019 (di cui un volume di 359,2 mm nel 2019)<sup>11</sup>, a cui bisogna aggiungere una grande **disuniformità all'interno del periodo annuale**. Il regime delle precipitazioni rivela un'importante influenza atlantica, nonostante la generale caratterizzazione mediterranea (Ocaña, 1972). I dati dimostrano una stagione estiva totalmente secca, con al centro i mesi di luglio e agosto, contraddistinti da rare o nulle precipitazioni, con temperature medie che si innalzano al di sopra dei 25° ed estreme che toccano i 40°. Giugno e settembre si comportano come anticipatori dell'estate: precipitazioni in media più elevate, che tuttavia non eliminano il carattere di aridità, dato che le temperature si mantengono comunque elevate. A causa della doppia influenza atlantica e mediterranea, da ottobre a maggio si osserva una certa continuità nelle precipitazioni: il regime di tipo equinoziale, per il quale si registrano i maggiori volumi di piogge in primavera e in autunno, è infatti bilanciato da una massima di precipitazioni invernali, provocata dall'influenza atlantica. (Ocaña, 1972)

11. Dati raccolti dalla Stazione Meteorologica Granada-Albaicín. Dpto. Mineralogía y Petrología, Universidad de Granada. Fonte: <https://www.ugr.es/~velilla/meteo-albayzin/resumen.htm>

Precipitazioni complessive per ogni mese dell'anno 2019

Dati raccolti dalla stazione meteorologica della base aerea di Granada. Fonte: <https://opendata.aemet.es/centrodedescargas/productosAEMET?>



## Rischio inondazioni

Nella regione andalusa, durante gli ultimi 20 anni, la frequenza di inondazioni sembra essere aumentata, specialmente nell'area litorale, causando un gran numero di inondazioni in differenti municipi nel corso dell'ultimo secolo. Il territorio presenta infatti una serie di condizioni naturali che lo rendono sensibile allo sviluppo di questo tipo di eventi, tra cui la presenza di ripidi rilievi con forti dislivelli, il carattere impermeabile o semimpermeabile di gran parte dei terreni, la morfologia dei letti fluviali nelle zone aride o semiaride. É presente, inoltre, un regime di precipitazioni estreme molto variabile a seconda della zona, ma particolarmente intenso in ampi settori, che ha portato a registrare, ad esempio, nell'ottobre del 1973, fino a 600 mm in 24 ore negli osservatori di Albuñol (Granada) e Zurgena (Almeria).

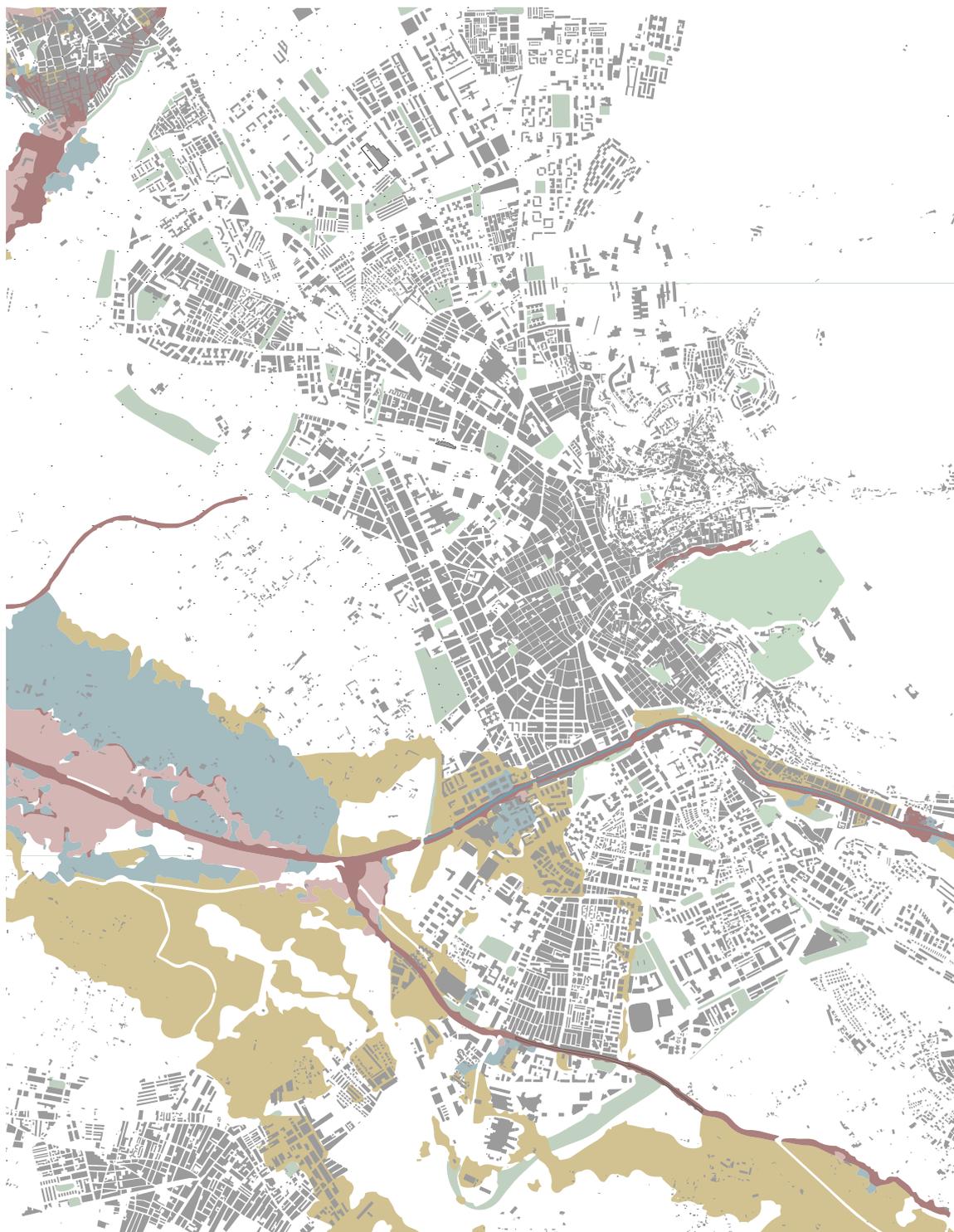
A queste condizioni naturali si sommano circostanze di tipo antropico, che costituiscono fattori potenziatori di tali eventi, tra cui si evidenzia l'invasione dei terreni prossimi ai canali e delle zone di inondazione per sviluppi urbanistici, dovuti all'inarrestabile crescita urbana degli ultimi secoli (Junta de Andalucía, 2015).

A causa della gravità delle conseguenze di questo fenomeno nel territorio dell'Unione Europea, il Parlamento Europeo e il Consiglio hanno incluso la protezione dagli effetti delle inondazioni entro gli obiettivi fondamentali da raggiungere per i paesi membri nello sviluppo della politica delle acque comunitarie<sup>12</sup>. La direttiva europea ha per oggetto la gestione e la riduzione del rischio di inondazione, specialmente nelle riviere e nelle zone costiere. A tale scopo dispone che tale rischio si valuti attraverso piani e cartografie in tutte le regioni dove il rischio sia importante. Nel territorio spagnolo si realizza la valutazione preliminare del rischio di inondazione attraverso mappe di

*12. come disposto dalla direttiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consiglio, de 23 de octubre, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di inondazione.*

Mappa rielaborata sulla base ▼  
delle cartografie estratte dal  
sito ufficiale della Direzione  
Generale di Protezione Civile  
ed Emergenze. [http://www.  
proteccioncivil.es/cnih](http://www.proteccioncivil.es/cnih)

pericolosità e di rischio e piani di gestione dei  
rischi di inondazione<sup>13</sup> (Junta de Andalucia, 2015).  
In seguito, si può osservare la cartografia relativa  
all'area urbana di Granada in cui si evidenzia la  
probabilità di rischio di inondazione in base alla  
ripetibilità degli eventi (T= periodo di tempo che  
intercorre tra un evento e l'altro).



- |   |  |
|---|--|
| Zone inondabili con alta probabilità (T=10 anni)                | Zone inondabili con probabilità bassa o eccezionale (T=500 anni) |
| Zone inondabili frequenti (T=50 anni)                           | Aree verdi urbane  |
| Zone inondabili con frequenza media od occasionale (T=100 anni) | Costruito  |

A causa del cambiamento climatico, all'interno della EPRI (Evaluación preliminar de los riesgos de inundación) si attesta una grande incertezza in seguito ai risultati ottenuti da diversi studi, che non permette di quantificare attualmente le alterazioni che il cambiamento climatico possa apportare a livello di fenomeni estremi di precipitazioni<sup>14</sup>. Tuttavia, si devono tenere in conto le previsioni del "VI Documento Técnico del IPCC", le quali indicano come probabile l'aumento della frequenza e dell'intensità degli episodi di precipitazione, così come una diminuzione dei valori medi estivi, in latitudini simili a quelle spagnole. Si indica inoltre un probabile **aumento della frequenza e dell'intensità delle precipitazioni estreme** sulla maggior parte dei territori di latitudini medie e delle regioni tropicali umide (Bates et al, 2008).

Dalla mappa precedente si può osservare come l'area urbana non sia particolarmente interessata da rischio di inondazione, se non in aree ristrette nelle immediate vicinanze al corso dei fiumi. Il rischio colpisce invece con maggior importanza l'area dei terreni agricoli e i comuni minori situati a ovest rispetto alla città, sebbene pur sempre con una probabilità di rischio bassa od occasionale.

Nonostante sia presente una bassa pericolosità in generale, nel corso dei secoli si è assistito a numerosi eventi catastrofici, causati da tempeste e precipitazioni estreme eccezionali, alle quali l'ambiente urbano non era in grado di rispondere adeguatamente

A titolo di esempio, nella tabella seguente sono stati raccolti gli eventi catastrofici più rilevanti, generati in seguito a fenomeni di inondazione, avvenuti nel corso dell'ultimo secolo all'interno dell'area urbana di Granada<sup>15</sup>.

13. mediante la approvazione del "Real Decreto" 903/2010, del 9 de julio, di valutazione e gestione dei rischi di inondazione

14. Fonte: Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (2016) "Plan de gestión del riesgo de inundación", Ciclo 2016-2021 [https://www.chguadalquivir.es/documents/10182/62367/PLAN\\_GESTI%C3%93N\\_RIESGO\\_INUNDACI%C3%93N\\_DHGuadalquivir/Revene16.pdf/911ceff3-2a5f-4b68-96e2-d1d17233f503](https://www.chguadalquivir.es/documents/10182/62367/PLAN_GESTI%C3%93N_RIESGO_INUNDACI%C3%93N_DHGuadalquivir/Revene16.pdf/911ceff3-2a5f-4b68-96e2-d1d17233f503)

15. Fonte dati: "Inundaciones históricas de la cuenca del Guadalquivir", Tomo III <http://www.proteccioncivil.es/documents/20486/156597/Guadalquivir.+Tomo+III.pdf/b70ea229-db83-44a7-b273-2ff7bdde4f97>

DATA	FIUMI COINVOLTI	DANNI E OSSERVAZIONI
02/1901	Genil	Il fiume Genil inonda e demolisce alcune abitazioni in prossimità della riva
02/1947	Genil, Dilar	Forti piogge generalizzate in tutta la regione andalusa causano straripamenti in molti canali
01/1948	Genil	Si assiste a una delle maggiori crescite del fiume Genil che genera inondazioni in vari punti della città, trasporto di terra e rottura dei canali
09/1949	Genil e affluenti	Tre giorni di fortissime precipitazioni generalizzate nella provincia di Granada causano gravi danni nei pressi del Darro, dove muoiono 3 donne annegate, e inondano gran parte della città
08/1950	Genil	Tormenta estive causano la crescita e lo straripamento del Genil
09/1951	Darro e Genil	Grande tempesta accompagnata da grandine causa la piena del Darro e l'allagamento di gran parte della città
1960	Genil	Forti temporali causano lo straripamento dei fiumi e l'erosione dei margini del Genil provocando una grave minaccia per i terreni agricoli e le popolazioni vicine.
01/1963	Genil, Dilar, Monachil	Forti precipitazioni in tutta la provincia causano la piena straordinaria dei fiumi; molte grotte abitate vengono sepolte dalla terra
03/1963	Genil e affluenti	Temporali intensi e persistenti, aumento improvviso della temperatura minima di 5 gradi che causa lo scioglimento rapido del ghiaccio nelle falde della Sierra Nevada. Ne consegue l'inondazione più grave del secolo con gravi danni sia alle popolazioni cittadine e provinciali che ai terreni agricoli e all'allevamento
03/1983	Beiro	Abbondanti piogge (91 mm in 5 ore) causano l'inondazione di alcuni luoghi, quali l'Ospedale Ruiz de Alba, la stazione ferroviaria e un magazzino farmaceutico

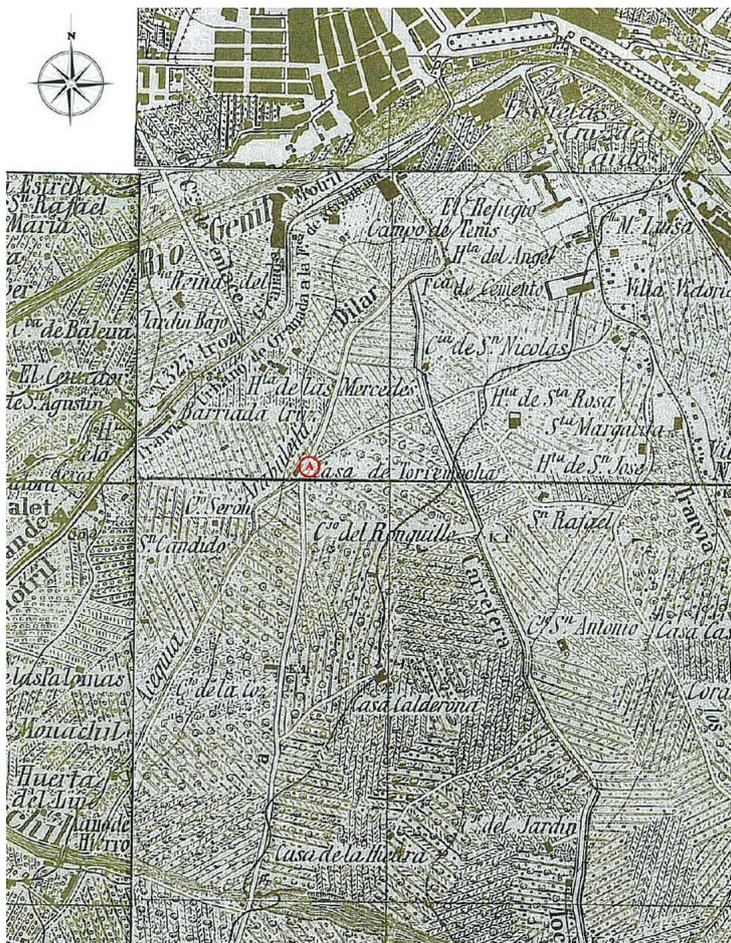
## Il quartiere Zaidín

### *Inquadramento storico territoriale*

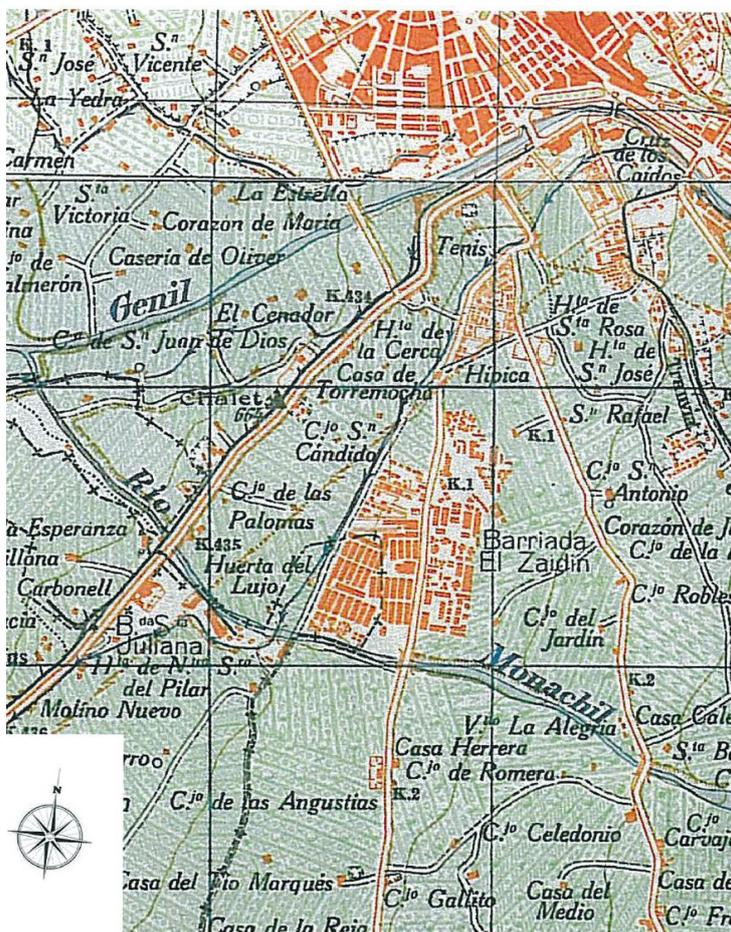
L'area in cui si colloca il caso studio si trova nel "Zaidín", un quartiere sorto in seguito all'espansione urbana degli anni 50, occupando un'importante zona agricola appartenente alla "Vega" (il fertile campo agricolo adiacente alla città), situata a sud rispetto a Granada. In particolare, l'analisi verrà condotta in un'area ristretta di questo quartiere, che ospita un edificio di tipo residenziale pubblico, corrispondente alla zona di "Santa Adela", la quale prende il nome dal Patronato<sup>16</sup> responsabile della sua realizzazione, sia per quanto riguarda la finanziamento che la costruzione.

Il quartiere Zaidín nasce, pertanto, su un fertile terreno agricolo, nella zona compresa tra i fiumi Genil e Monachil e l'antica strada di Motril, corrispondente con l'attuale "paseo del Violón"; il primitivo nucleo edilizio sorge in seguito all'acquisizione, da parte del Patronato di Santa Adela, della parte di suolo nell'estremo meridionale distante 3 chilometri dalla città, sia a causa di un minor costo dei terreni, sia perchè, situandosi al limite del confine comunale, lascia a disposizione una gran quantità di suolo tra queste prime costruzioni e il limite del costruito di Granada. Le prime 322 abitazioni che danno origine al quartiere vengono realizzate nel novembre del 1953. Si trattava di abitazioni unifamiliari di un solo piano con caratteristiche rustiche, che ricreavano un habitat semirurale. Non si attenevano a nessuna norma urbanistica, in quanto i terreni si trovavano al di fuori dell'ambito coperto dal Piano del 1951. Il Patronato sarà capace di realizzare in 6 anni una quantità di abitazioni pari a 2.300; nel 1960 si contavano già 15.000 abitanti nel quartiere. Si trattava, infatti, di costruire la maggior quantità possibile di alloggi a basso costo, nel minor tempo possibile (Jerez, 2001).

*16. Il patronato di Santa Adela nasce nel 1948 come associazione benefica per la costruzione di case a basso costo, senza scopo di lucro. Veniva finanziata per mezzo di donazioni e aiuti pubblici.*



Zona agricola precedente all'ampliamento urbano. ►  
 Cartografia del 1950.  
 Fonte: Servizio Geografico dell'esercito



Primo nucleo urbano del quartiere Zaidin. ►  
 Cartografia del 1962.  
 Fonte: Servizio Geografico dell'esercito

Una volta realizzato questo primo gruppo di abitazioni pubbliche, i terreni esistenti tra questo e i confini della città vengono rivalorizzati, entrando in contesa con l'iniziativa privata; sorgono quindi una serie di interventi di tipo speculativo durante gli anni 60 e 70. In questo modo il quartiere cresce in direzione della città, fino a raggiungerla, coprendo l'intera area compresa tra i fiumi Genil e Monachil e occupando così un'area agricola che godeva di una ricca irrigazione, in quanto prossima ai fiumi. **Essendosi sviluppata in modo spontaneo, senza nessun tipo di pianificazione, esisteva una carenza assoluta di infrastrutture e attrezzature pubbliche.** Si trattava essenzialmente di un quartiere dormitorio, occupato soprattutto dalla classe operaia. La sua costruzione, oltre a distruggere una delle zone più produttive della "Vega", comporta l'ostruzione dello splendido panorama che la Sierra Nevada offriva alla città.

Il quartiere Zaidín è costituito da una rete eterogenea, ma allo stesso tempo densa e compatta, con un **tracciato viario scarso o inesistente, senza la presenza di piazze, nè zone verdi. La maggior parte degli edifici sono a corte aperta o chiusa, con minimi cortili interni, e la costruzione è generalmente di bassa qualità** (Jerez, 2001).

La sua realizzazione può dividersi storicamente in 3 fasi, come evidenziato nella mappa 1. La prima prevede la costruzione di 15 isolati con 20 abitazioni per ciascuno di essi, per un totale di 300 abitazioni; la seconda aggiunge a questa cifra altre 400 abitazioni e viene avviata nel 1953; l'ultima fase comprende, infine, 750 ulteriori alloggi. Quest'ultima, è condizionata dall'evento di un terremoto, risalente al 19 aprile 1955, il quale aggrava maggiormente il problema della mancanza di abitazioni e che lascia 694 residenze disabitate, obbligando 3500 cittadini ad abbandonare il proprio domicilio. Di conseguenza, viene commissionata al Patronato di Santa Adela la costruzione di "mille abitazioni nella capitale per i danneggiati sfollati e gli abitanti delle grotte". Questo evento provoca

Inquadramento del quartiere Zaidín all'interno della città di Granada ►

Mappa 1. Le tre aree edificate nell'ambito del programma Santa Adela, all'interno del quartiere Zaidín ▼

- Fase 1 ■
- Fase 2 ■
- Fase 3 ■
- Zaidín ■





la modifica del progetto originale, aggiungendo 500 abitazioni alle 750 previste inizialmente, che implica un aumento della densità edilizia, un cambiamento della tipologia e degli strati sociali di destinazione degli alloggi. La maggior parte delle abitazioni sono unifamiliari, di maggior superficie e qualità rispetto alle due precedenti fasi. Si supponeva, infatti, che i destinatari sarebbero stati per lo più appartenenti alla classe media (Puertas, 2012).

Gran parte degli edifici relativi alle prime due fasi sono stati sostituiti recentemente, a causa della scarsa qualità costruttiva, conservando però le parcelle originarie, in modo tale da mantenere la stessa morfologia urbana, ma aumentando la densità.

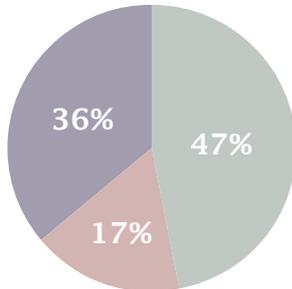
Prendendo in considerazione l'area relativa alla fase 3, ossia quella su cui verrà condotta gran parte dell'analisi, si osserva la presenza di differenti tipologie di edifici residenziale, soprattutto per quanto riguarda la morfologia edilizia. I residenti dispongono di scarsi servizi e attrezzature, nonché di aree verdi e zone pubbliche; la maggior parte degli edifici svolge una funzione puramente residenziale, a parte pochi casi in cui vediamo la presenza di commerci al piano terra. Alcuni edifici, nel corso dello scorso decennio, sono stati demoliti e sostituiti con nuove residenze, per via delle condizioni di degrado e della scarsa qualità costruttiva.

# Il quartiere Zaidín

## Caratteristiche socioeconomiche

### STRUTTURA TERRITORIALE

Il quartiere si struttura in tre zone principali:



17. La *tassa di dipendenza* è un indicatore con chiaro significato economico, che rappresenta la misura relativa alla popolazione potenzialmente inattiva su quella potenzialmente attiva. Si intende per popolazione potenzialmente inattiva la popolazione che non si trova nell'età o disposizione di lavorare, come anziani, malati o minori di età.

18. Fonte: INE (Instituto nacional de estadística)  
<https://www.ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?t=4247>

### DENSITÀ POPOLAZIONE

Considerando tutta la superficie, la densità degli abitanti si aggira intorno ai 9.200 abitanti su km<sup>2</sup>. Prendendo in considerazione solamente la zona residenziale, il numero di **abitanti per km<sup>2</sup>** raggiunge i **19.600**. Si tratta quindi di una delle aree più popolate della città.

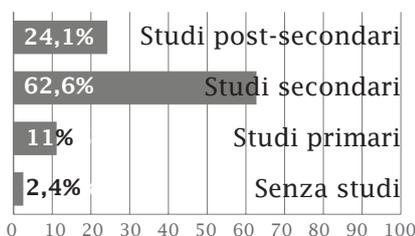
### STRUTTURA POPOLAZIONE

Età media popolazione	40 - 44 anni
Persone con più di 64 anni	22%
Tasso di dipendenza <sup>17</sup>	52% pop. inattiva
Popolazione straniera	8%

### DISOCCUPAZIONE

Il tasso di disoccupazione del quartiere rappresenta circa il **21%** sulla popolazione attiva (contro un tasso del 17%<sup>18</sup> a livello nazionale). La maggior parte delle persone disoccupate hanno un'età compresa tra i 45 e i 60 anni (sono il 60% del totale attualmente in cerca di un lavoro), principalmente donne, con studi secondari e impiego precedente nel settore dei servizi.

Il livello di istruzione dei disoccupati è riassunto nel grafico a lato.



Fonte dei dati: Ayuntamiento de Granada (2017), *Diagnóstico socioeconómico de los distritos Zaidín y Chana, investigación acción participativa*, Granada

Le occupazioni più ricercate non richiedono una qualifica di alto livello; si evidenziano i servizi di ristorazione e turismo, i servizi per la cura della persona (parrucchieri, centri estetici) e gli esercizi commerciali.

In sintesi, si assiste ad una **concentrazione economica nel settore dei servizi, con alti livelli di disoccupazione**, in un contesto lavorativo precario e fluttuante.

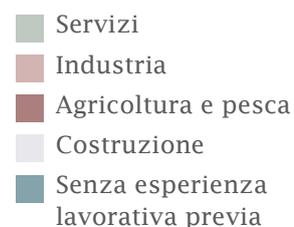
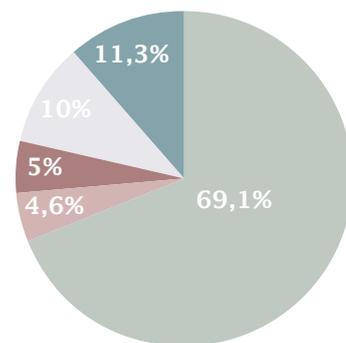
#### *CATEGORIE IN CONDIZIONI DI MAGGIOR CRITICITÀ ECONOMICHE E SOCIALI*

- **Immigranti:** Le differenti comunità immigranti del quartiere vivono in condizioni diverse di vulnerabilità sociale, in funzione delle difficoltà di integrazione che incontrano siano in ambito sociale che nel mondo del lavoro.

- **Persone anziane con disoccupazione:** La metà delle persone in cerca di un lavoro ha più di 45 anni e, di questo gruppo, la maggior parte si trova nella stessa situazione da diversi anni, assistito da aiuti intermittenti o nulli, senza aspettative lavorative o di prendere la pensione, esposto a esclusione sociale.

- **Donne disoccupate e lavoratori precari con famiglie a carico:** La disoccupazione delle donne supera di 10 punti quella maschile e i lavori di servizi domestici o di cura della persona, generalmente non regolati, sono la principale fonte di impiego per le donne del quartiere. Sono meno frequenti i contratti per le donne nella fascia di età fertile. L'insufficienza di politiche di protezione, contribuisce allo sfruttamento, all'impoverimento, all'esclusione sociale.

- **Giovani:** I minori di 30 anni presentano spesso un itinerario lavorativo poco definito, di impieghi precari e tirocini non remunerati. I programmi di formazione sono scarsi e insufficienti. La popolazione immigrata giovane affronta una doppia difficoltà per inserirsi nel mercato del lavoro: quella socioeconomica e quella di integrazione, a causa della mancanza di programmi di formazione linguistica e mediazione culturale.



▲ Settori lavorativi di procedenza delle persone disoccupate

Fonte dei dati: Ayuntamiento de Granada (2017), *Diagnóstico socioeconómico de los distritos Zaidín y Chana, investigación acción participativa*, Granada

## CRITICITÀ

- *Disoccupazione*
- *Precarietà*
- *Povertà*
- *Esclusione sociale*
- *Fracasso educativo e disoccupazione giovanile*
- *Mancanza di programmi di inserimento occupazionale per gli over 50*
- *Mancanza di investimento pubblico in scuole o centri diurni*
- *Difficoltà di accesso ai servizi per basso potere acquisitivo: attività sportive, centri assistenziali e residenze*

## PUNTI DI FORZA

- *Collettivi e associazioni che lavorano per lo sviluppo del quartiere*
- *Localizzazione del quartiere tra il centro città e la cintura metropolitana*
- *Diversità culturale*
- *Tessuto commerciale*
- *Presenza dei terreni agricoli come risorsa generatrice di lavoro*
- *Multiculturalità*

## ASSOCIAZIONI E COLLETTIVI

All'interno del tessuto sociale del quartiere, è presente un importante numero di entità, che si distribuisce con una certa equità tra associazioni e collettivi. Si possono differenziare 5 diversi ambiti di intervento sui quali operano tali entità.

**1. Ambito vicinale:** si riferisce ad associazioni di vicini; lavorano su problematiche a livello di quartiere.

**2. Ambito socio-vicinale:** associazioni con approccio comunitario che lavorano con l'obiettivo di trasformare le condizioni sociali, manifestandosi in modo critico e rivendicativo.

**3. Ambito socio-assistenziale:** lavorano contro la vulnerabilità sociale e con il fine di ridurre l'esclusione sociale; sviluppano programmi di assistenza e prestazioni (formazione, diritti sociali, beneficenza, aiuti economici) per la popolazione in condizioni di maggiori criticità.

**4. Ambito lavorativo:** attenzione e aiuti per l'accesso al mondo del lavoro; difesa dei gruppi disoccupati e dei lavoratori in situazioni di precariato.

**5. Ambito di promozione economica:** sono integrati da enti di ambito socioeconomico; tra questi sono presenti associazioni di commercianti e di economia sociale.

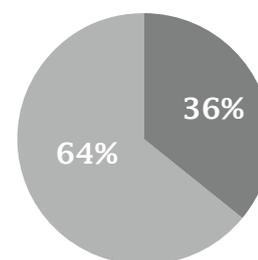
Fonte dei dati: Ayuntamiento de Granada (2017), *Diagnóstico socioeconómico de los distritos Zaidín y Chana, investigación acción participativa*, Granada

## Area di intervento

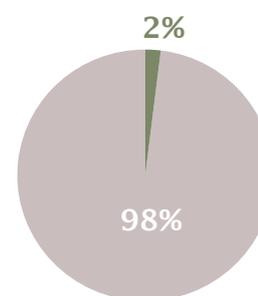
L'area di progetto occupa un'area rettangolare di 270 x 250 m, appartenente prevalentemente alla zona della fase 3, la quale ospita principalmente un edificio di tipo residenziale pubblico, edificata negli anni 60. Vi è scarsa presenza di servizi e le aree urbane esterne, poco frequentate dai residenti, sono di bassa qualità, motivo per cui si trovano in un generale stato di abbandono.

**La presenza di vegetazione è minima in tutta l'area**, fatta eccezione per **piazza Velazquez (foto 2)**, la quale, situata di fronte a una scuola pubblica, costituisce una vera e propria oasi all'interno di un tessuto dove prevalgono le superfici asfaltate. Durante il sopralluogo si è potuto percepire un netto miglioramento della sensazione di benessere in prossimità di questa zona rispetto a tutta l'area circostante. **Le aree verdi costituiscono solo il 2% della superficie** approssimativamente, mentre le restanti sono per lo più impermeabili.

All'interno dell'area sono stati realizzati alcuni **recenti interventi di riqualificazione (foto 1)**: un blocco residenziale, completato nel 2019, in sostituzione a due edifici che si trovavano in condizioni di degrado, insieme a una piazza pubblica, realizzata nel 2002 dove si concentrano la maggior parte dei servizi, tra cui un centro sportivo e un parcheggio sotterraneo; infine, un edificio residenziale con funzione commerciale al pian terreno, risalente al 1995.



■ Costruito  
■ Non costruito



■ Suolo impermeabile  
■ Suolo permeabile

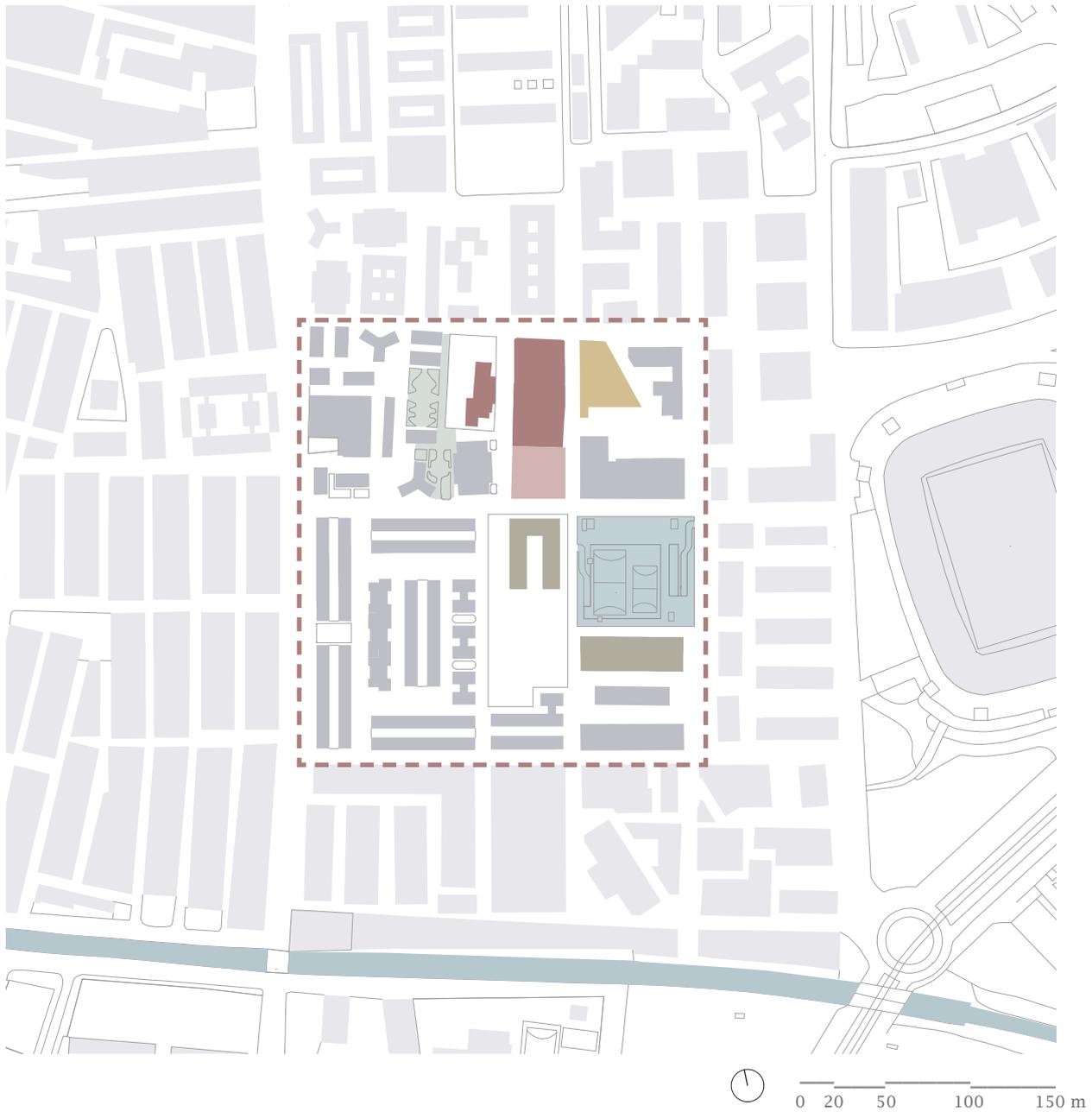
► **Foto 1** (In alto):  
Recente intervento di riqualificazione: blocco residenziale e piazza

**Foto 2** (In basso): Piazza Velazquez

Autore fotografie: Chiara Martoccia







Mapa schematica in cui ▲ si mostrano le principali funzioni degli edifici compresi nell'area di intervento

- Edifici realizzati durante la fase 3
- Centro di salute
- Centri culturali, scuole
- Piazza pubblica con area sportiva
- Edifici residenziali riabilitati
- Area esterna con vegetazione
- Area industriale

# Abaco degli spazi esterni

## 1. Spazi interstiziali



**TERRENO**

Permeabilità: 100%

Albedo: 0,2



**GRANITO**

Permeabilità: 0%

Albedo: 0,3

Utilizzo: Marciapiedi e  
aree pedonali



A



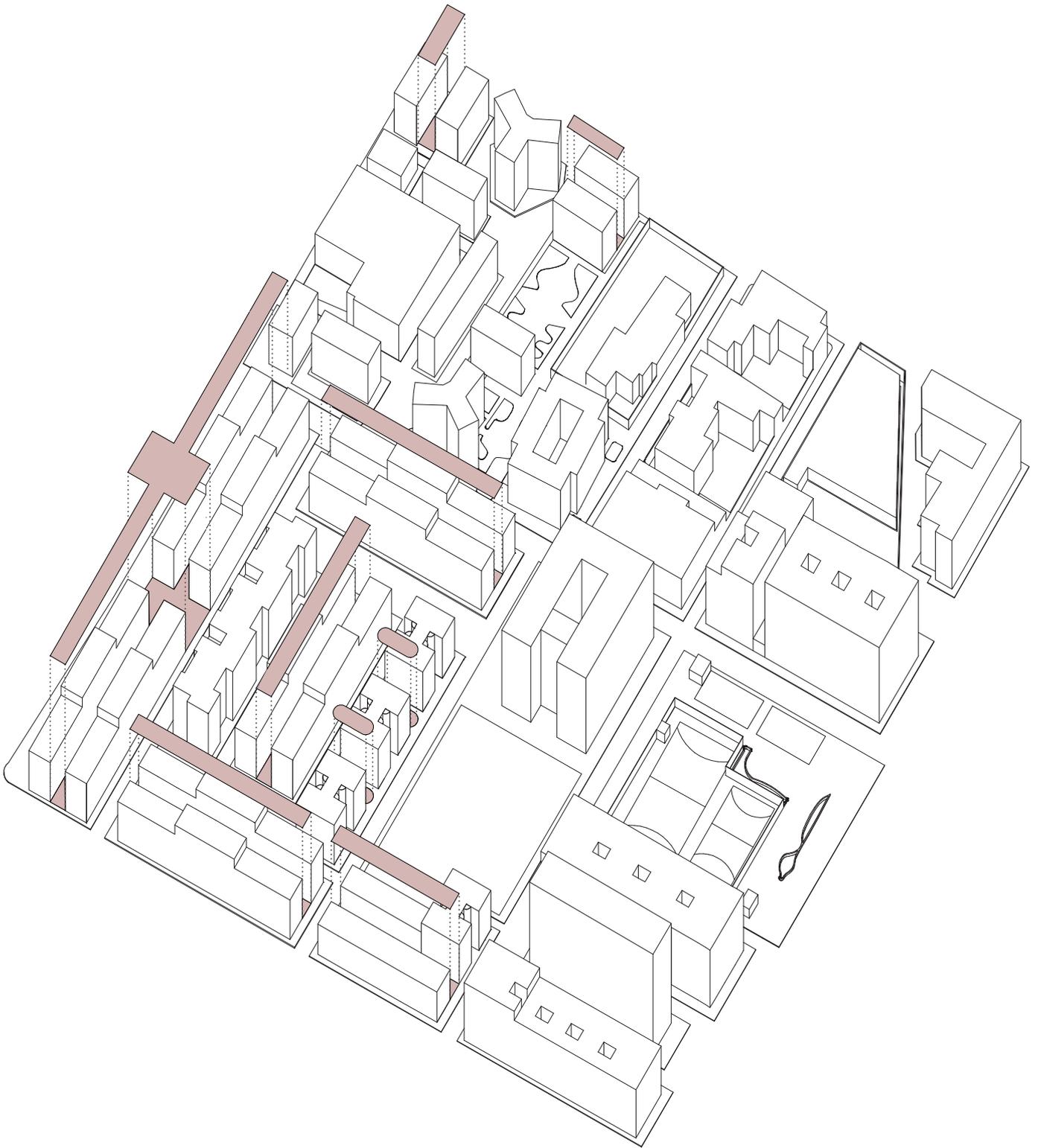
B



C



Spazi di ritaglio tra gli edifici caratterizzati per lo più da ristrette aree verdi, poco curate e con scarsa presenza di vegetazione. Non vengono vissuti dai residenti e, anzi, spesso sono utilizzati come aree di parcheggio.



# Abaco degli spazi esterni

## 2. Parcheggi

Are completamente asfaltate utilizzate dai residenti come sosta per il proprio veicolo, spesso in modo non regolato.

Vi è completa assenza di vegetazione per cui non sono presenti zone d'ombra; in prossimità di queste aree si percepisce un considerevole aumento delle temperature e una conseguente riduzione del comfort ambientale.

### ASFALTO

Permeabilità: 0%

Albedo: 0,1

Utilizzo: Strade carrabili

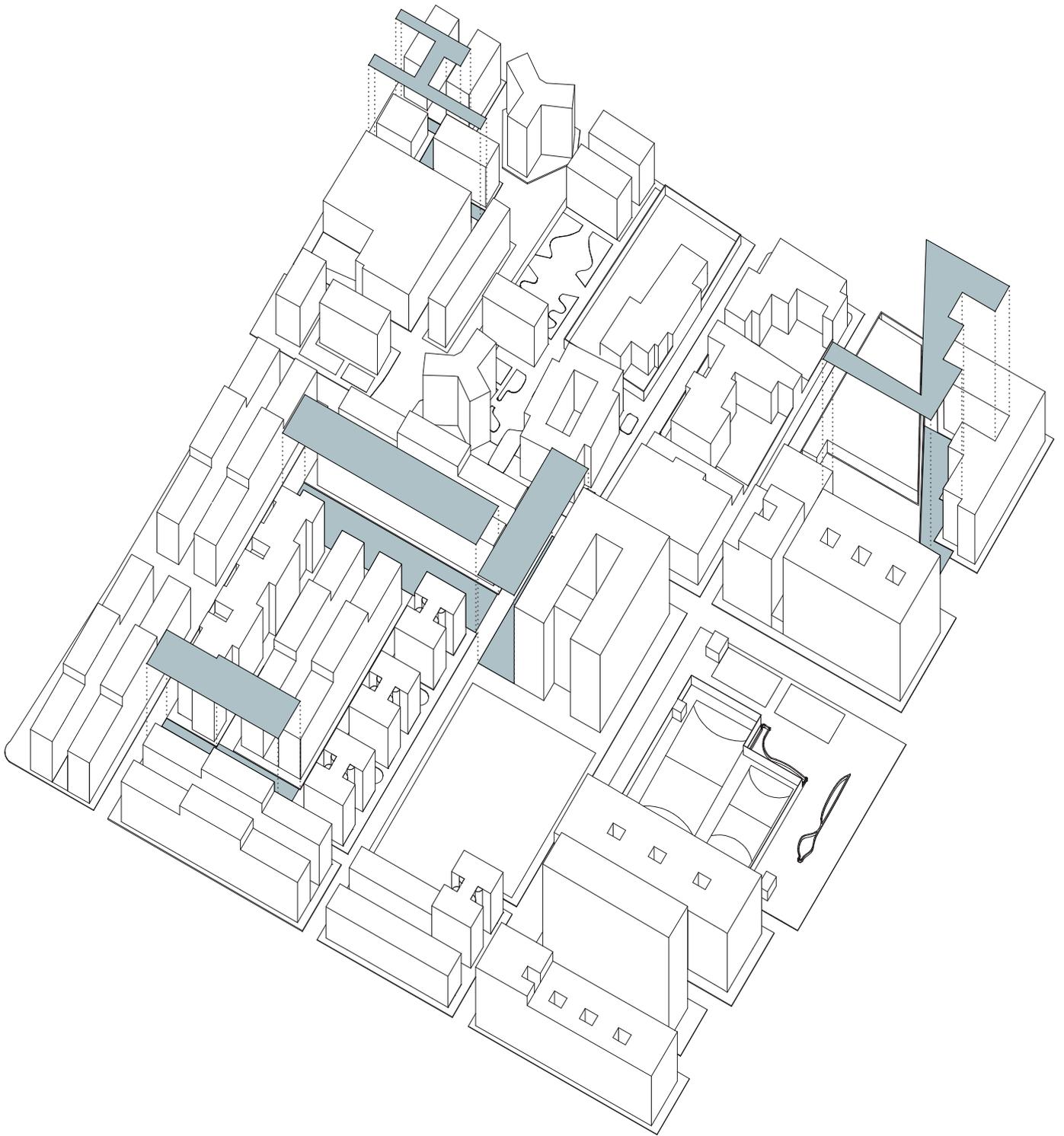
### GRANITO

Permeabilità: 0%

Albedo: 0,3

Utilizzo: Marciapiedi e aree pedonali





# Abaco degli spazi esterni

## 3. Oasi verde



**LATERIZIO**

Permeabilità: 10%

Albedo: 0,3

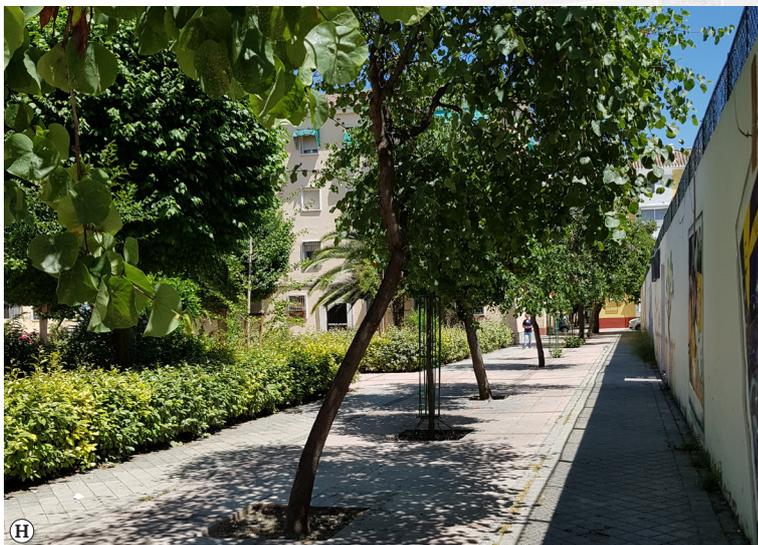
Utilizzo: piazza pubblica



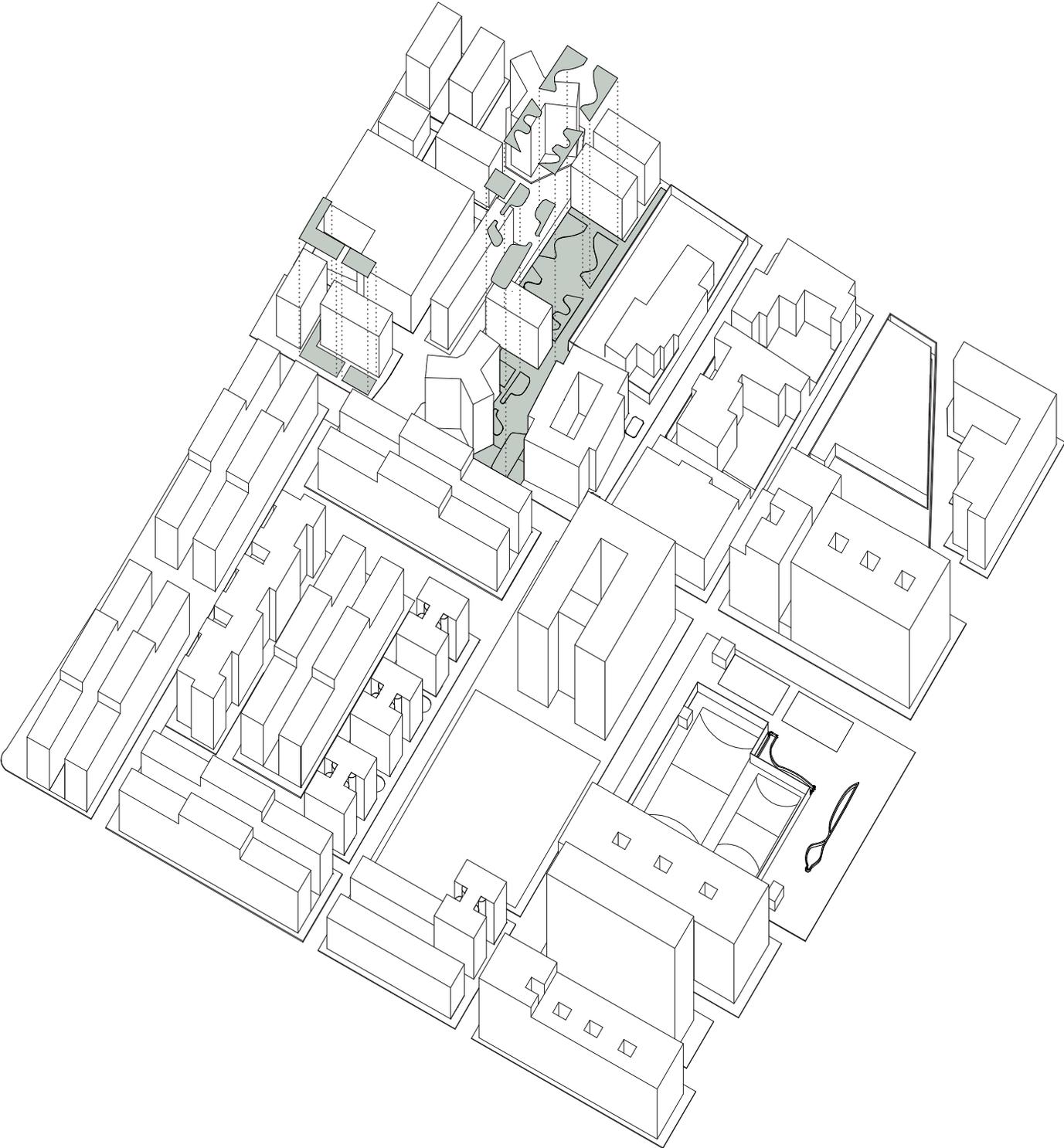
**TERRENO**

Permeabilità: 100%

Albedo: 0,2



Piazza pubblica che ricopre l'area antistante la scuola e lo spazio compreso tra alcuni edifici residenziali. È la zona con maggior presenza di vegetazione, costituita principalmente da cespugli bassi e alberi, la cui presenza migliora sensibilmente la qualità del benessere ambientale.



# Abaco degli spazi esterni

## 4. Piazza pubblica



**GRANITO**  
Permeabilità: 0%  
Albedo: 0,3  
Utilizzo: Marciapiedi e aree pedonali

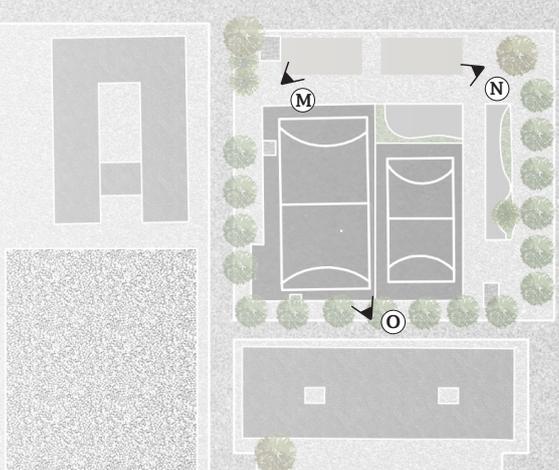


**GRANITO**  
Permeabilità: 0%  
Albedo: 0,5  
Utilizzo: piazza pubblica

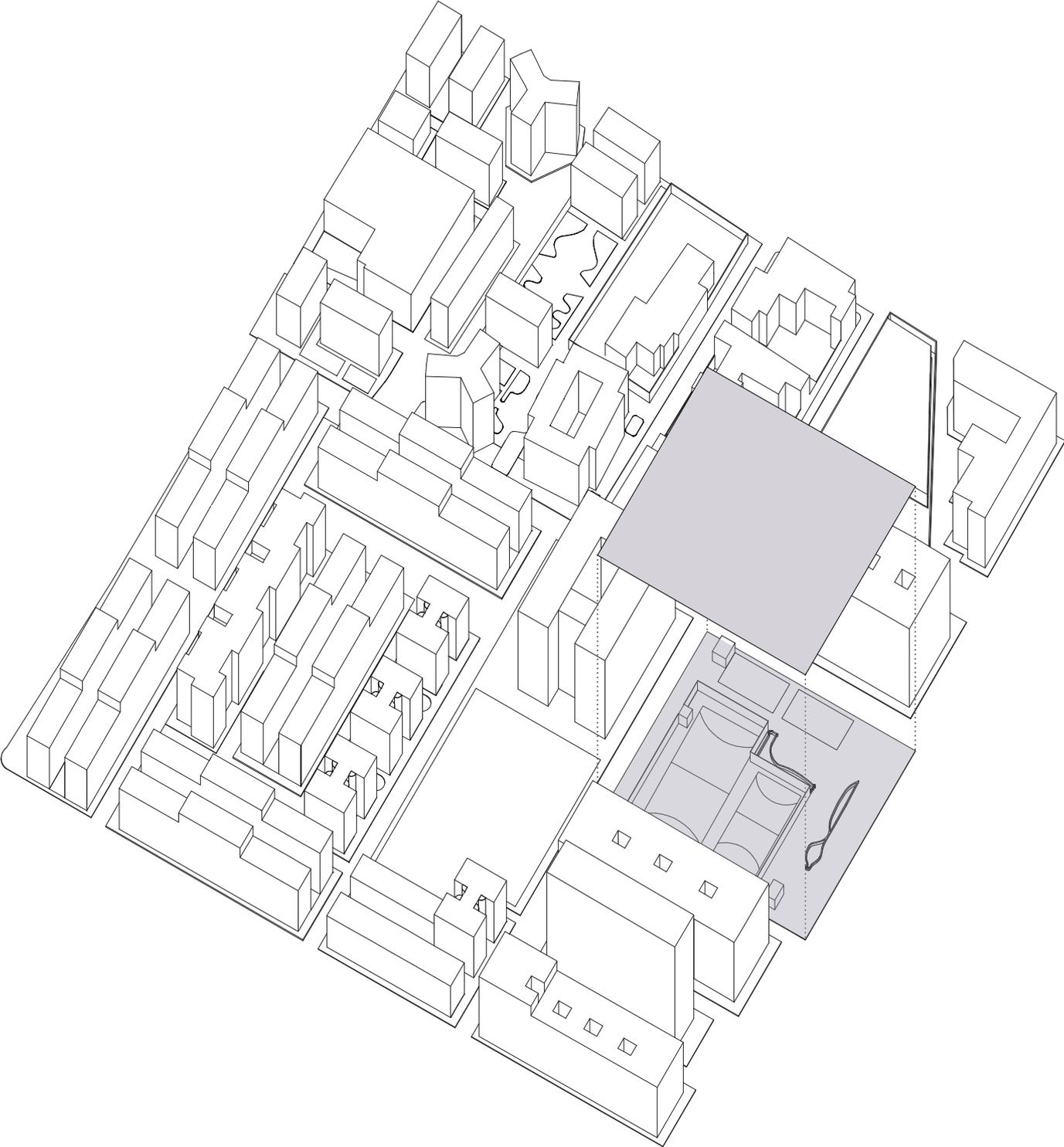


**CALCESTRUZZO COLORATO**  
Permeabilità: 0%  
Albedo: 0,4  
Utilizzo: campo sportivo

**CALCESTRUZZO COLORATO**  
Permeabilità: 0%  
Albedo: 0,6  
Utilizzo: piazza pubblica



Piazza pubblica realizzata in epoca più recente (2002) con impianto sportivo e parcheggio sotterraneo. Si osserva la presenza di alberature perimetrali e alcuni cespugli puntuali, non sufficienti a schermare le radiazioni nelle ore più calde. La maggior parte delle superfici sono impermeabili, riducendo sensibilmente la resilienza dell'area.



# Abaco degli spazi esterni

## 5. Vuoto urbano post demolizione



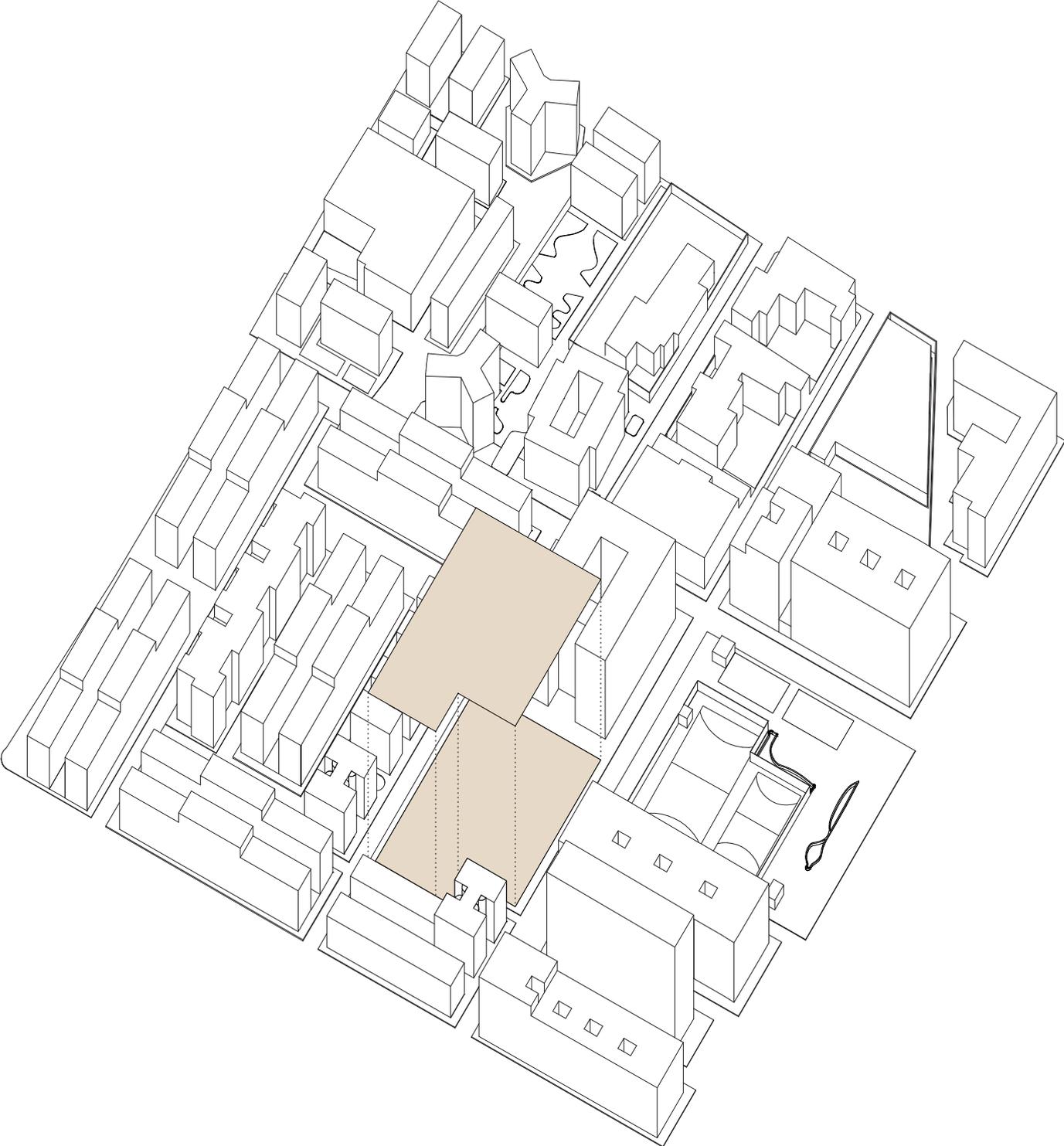
### SUOLO LIBERO

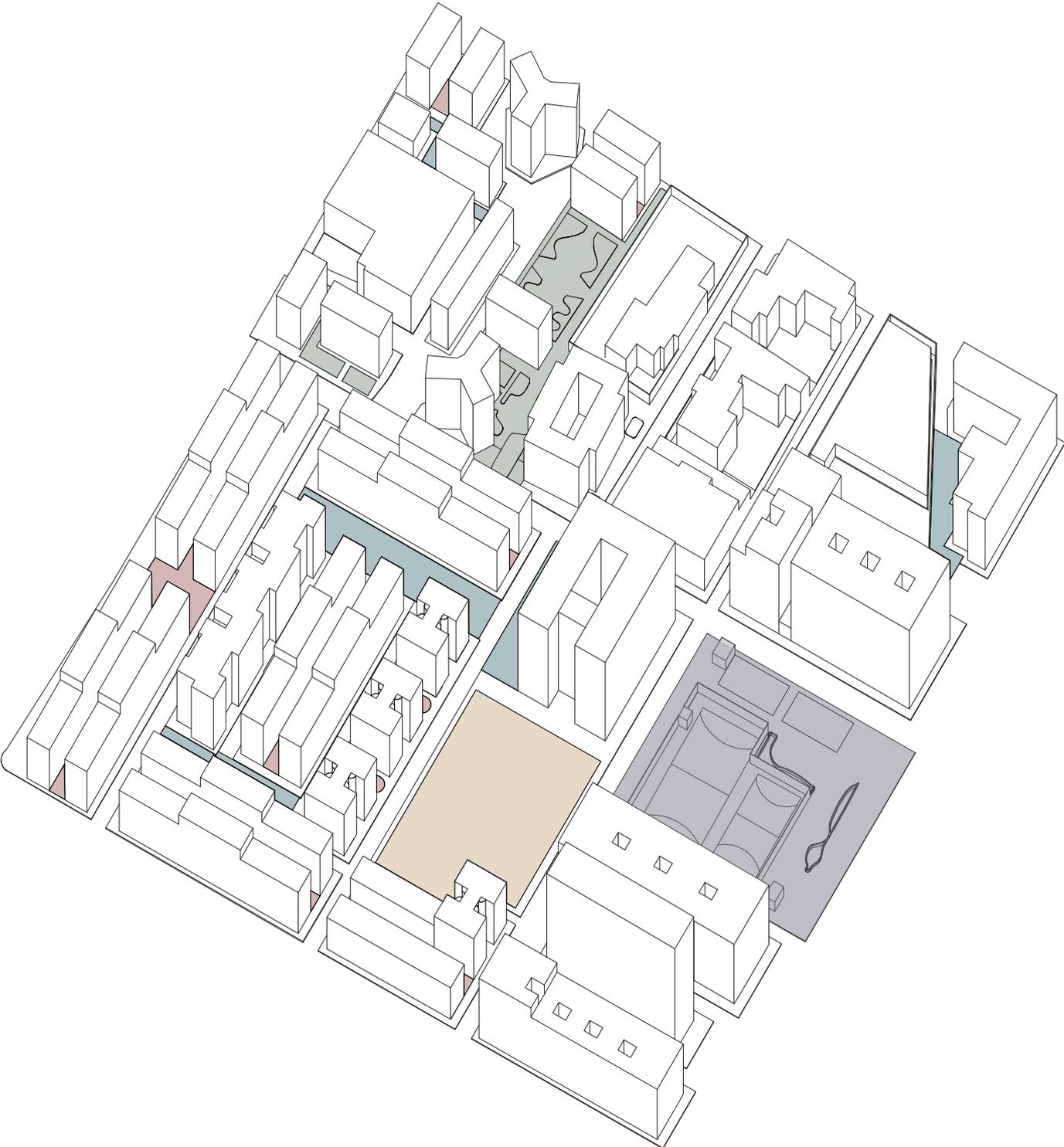
Permeabilità: 30-40%

Albedo: 0,17

Terreno infertile libero  
acciottolato misto a  
cemento

Vuoto urbano generato in seguito alla demolizione di due blocchi residenziali. La superficie si compone di un misto di acciottolato e cemento.





# Analisi della mobilità e degli spazi urbani esterni

4.3.5

Dall'analisi degli spazi esterni emerge come la maggior parte del tessuto connettivo sia caratterizzato da un suolo di tipo impermeabile e carrabile per la maggior parte della superficie che lo costituisce. Dal momento che la maggior parte degli edifici residenziali non dispone di spazi di sosta per i veicoli o autorimesse, le aree esterne vengono spesso utilizzate impropriamente come luoghi di sosta per le automobili, togliendo di fatto ai residenti la possibilità di sfruttarle con usi differenti e rendendo gli spazi esterni non vivibili. Dal punto di vista della mobilità stradale, le arterie più significative del quartiere sono Avenida del Dilar, calle Ebro, calle Ingeniero Santacruz, calle Poeta Gracián, calle Maldonato e calle Pavía, come evidenziato nella **mappa 1**. Qui troviamo ai piani terra locali commerciali e destinati al terziario, a differenza dei restanti edifici, i quali ospitano invece abitazioni nella maggior parte dei casi. Come si può notare, le strade minori e i vicoli all'interno degli isolati, che spesso circondano ogni singolo edificio, permettono il continuo passaggio dei veicoli e spesso vengono utilizzati come un vero e proprio deposito di automobili in sosta. Da segnalare, inoltre, la presenza di vicoli ciechi e strade chiuse, le quali, avendo perso la loro funzione di passaggio, incentivano ancora più i residenti ad utilizzarle a questo scopo (**mappa 1**).



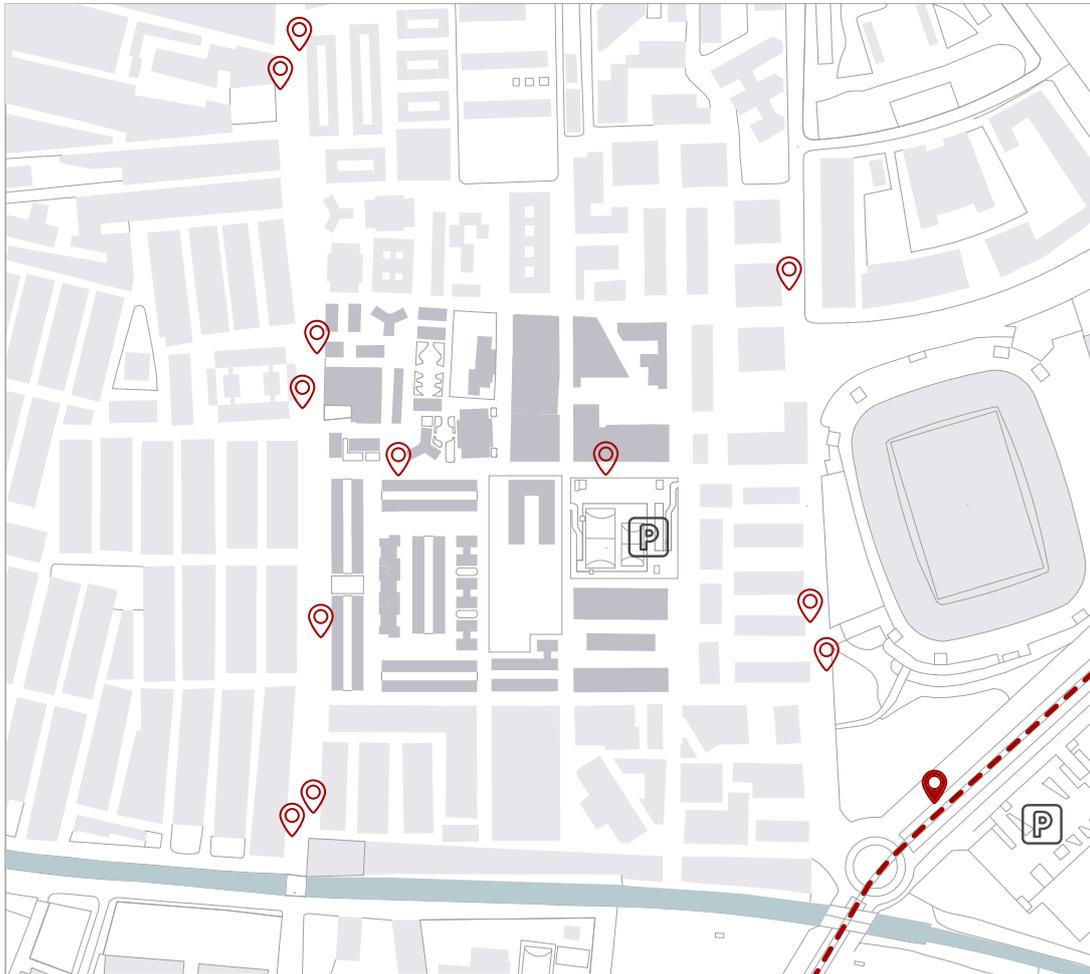
⌚ Scala 1.5000

▲ **Mappa 1**

--- strade principali

- - - strade secondarie

✕ vicoli ciechi



Mappa 2 ▲

Scala 1.5000 ⌚

- Fermate autobus 📍
- Fermata metropolitana 📍
- Parking privati 🅅

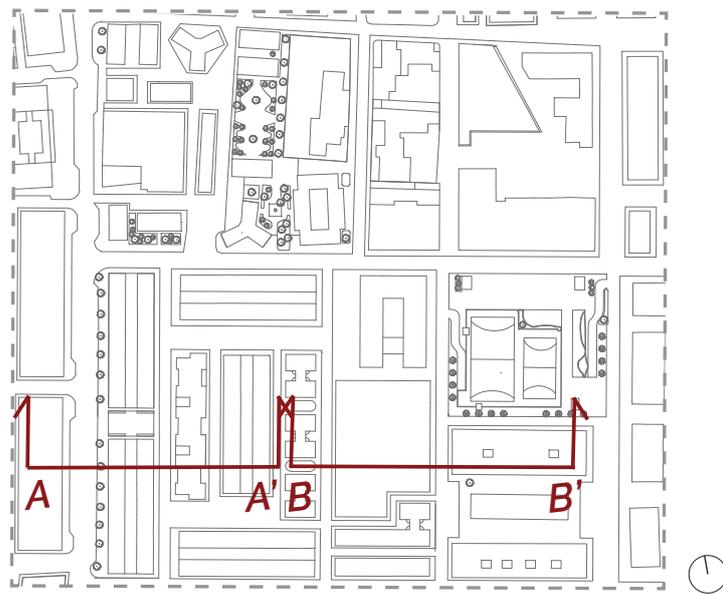
Per quanto riguarda i trasporti pubblici, sono attive diverse linee di autobus, oltre alla linea metropolitana, le cui fermate (**mappa 2**) si trovano nelle principali arterie segnalate precedentemente. Sono inoltre presenti due parcheggi privati, uno sotterraneo, situato al di sotto della piazza con l'area sportiva e l'altro nelle vicinanze della fermata della metropolitana. Questa dista circa 350 m dall'area di progetto, il che equivale approssimativamente a 5 minuti di percorso a piedi.



◀ Vicoli e strade secondarie utilizzati impropriamente come sosta per le automobili, a causa dell'assenza di autorimesse o spazi adibiti a parcheggio all'interno dell'area residenziale.

Autore fotografie:  
Chiara Martocchia

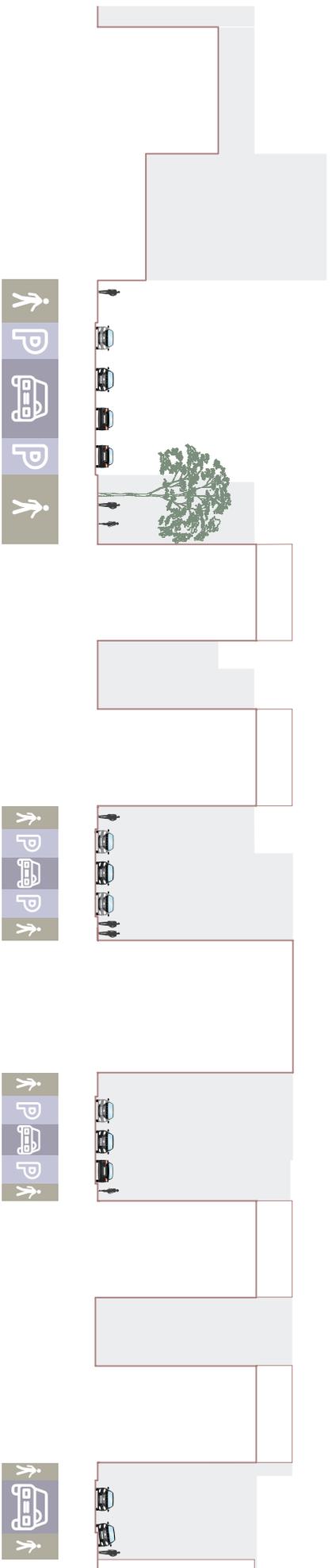
Nello stato di fatto attuale le strade presentano una sezione stradale quasi sempre composta da due file di veicoli in sosta più una o due corsie di circolazione. In molti casi la sosta delle automobili avviene in modo abusivo e non regolato da segnaletica orizzontale. La maggior parte dello spazio è dedicato al passaggio/sosta dei veicoli, mentre le aree pedonali e i marciapiedi sono ridotti al minimo. (**sezione AA'** e **sezione BB'**, pagina successiva)



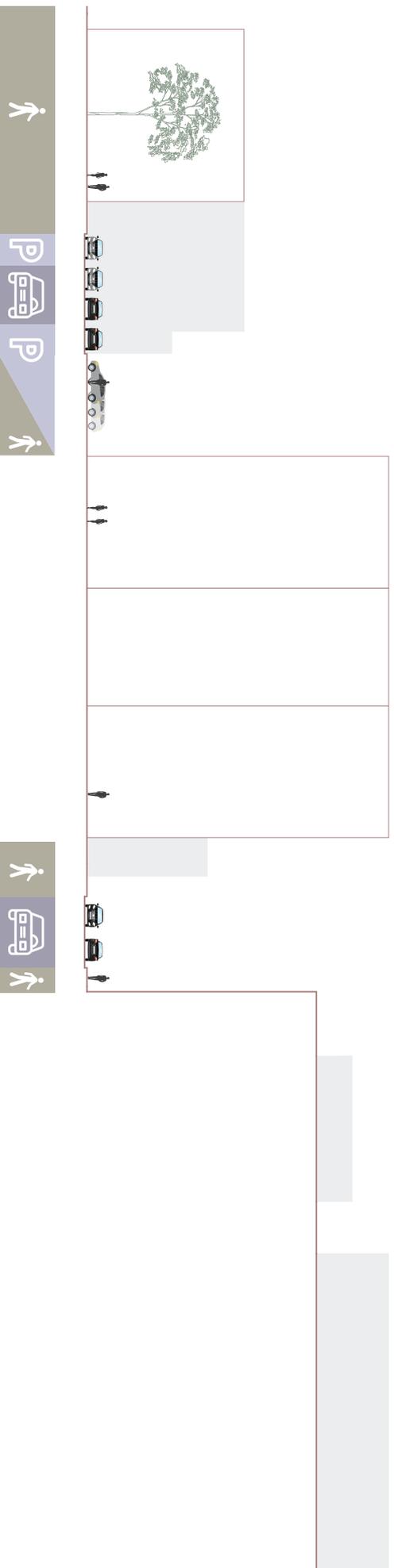
## *Nuovi interventi sulla mobilità: misure post Covid*



In seguito alla recente esplosione della pandemia causata dal Corona Virus il Comune di Granada ha messo in atto delle misure che consistono in tracciati disegnati con lo scopo di facilitare il distanziamento sociale ed **offrire delle alternative all'uso dei mezzi privati**. In particolare **si incentivano gli spostamenti a piedi o per mezzo della bicicletta**. Inoltre si propone la pedonalizzazione e la chiusura al traffico veicolare di una strada nel centro storico, in modo tale da distribuire l'elevata intensità pedonale presente nelle vie adiacenti e quindi favorire il distanziamento sociale. A tale scopo è stata disegnata una rete di itinerari percorribile in bicicletta o mediante veicoli elettrici

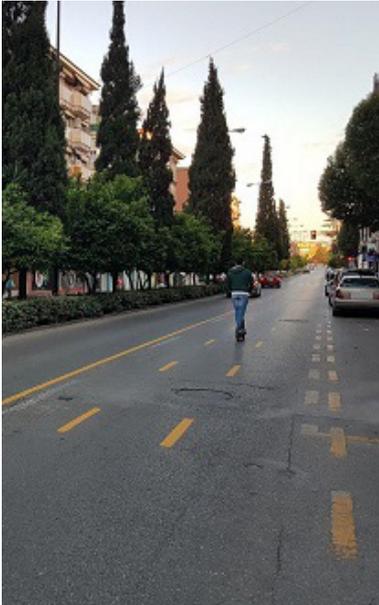


▲ Sezione AA'



Scala 1:500

▲ Sezione BB'



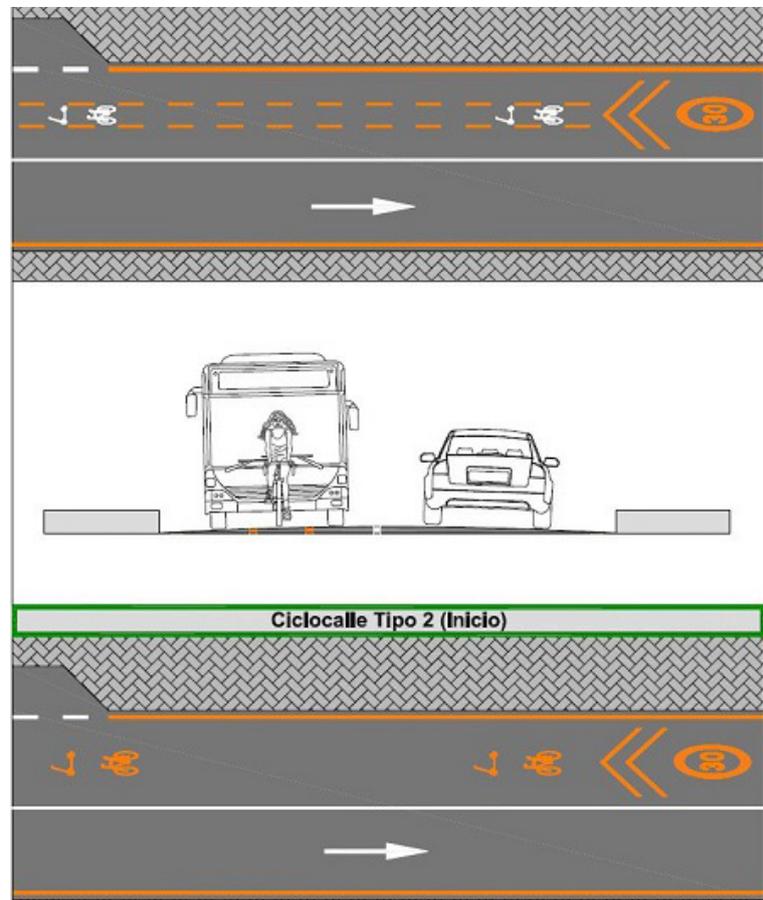
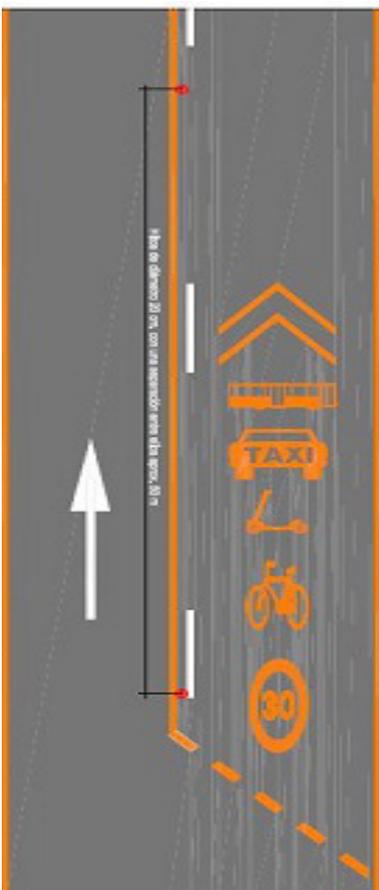
Piante e sezioni delle nuove corsie con l'aggiunta della rete ciclabile ▼

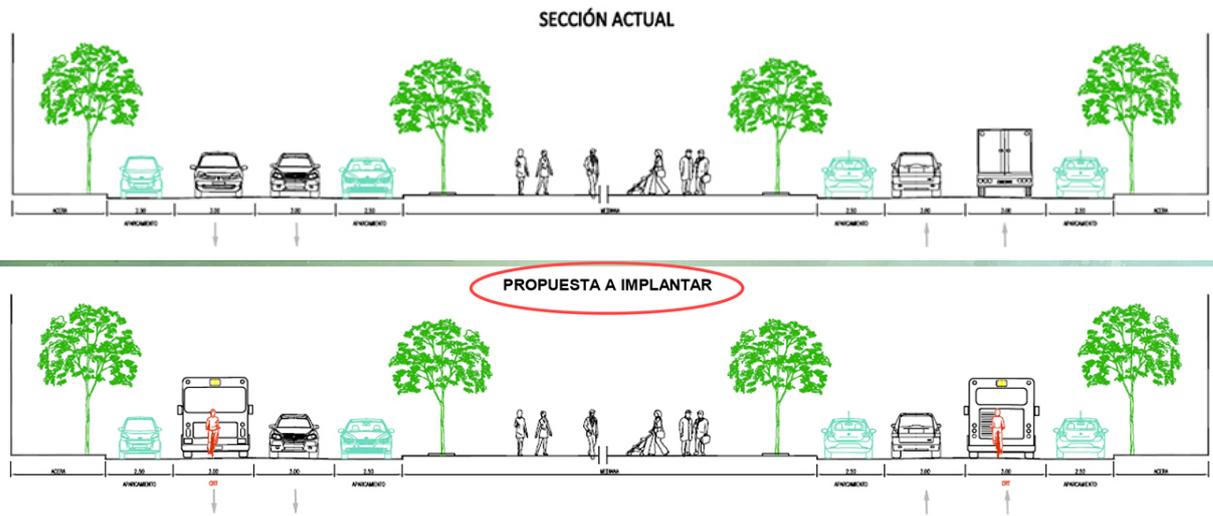
Fonte: Ayuntamiento de Granada  
<http://www.movilidadgranada.com/noticias.php?idioma=es&id=392>

sostenibili, a completamento dell'antica rete di piste ciclabili esistente, la cui realizzazione è stata portata a termine il 18 maggio 2020.

In molti casi queste misure hanno determinato un cambiamento della sezione stradale o un ripensamento funzionale delle corsie di traffico. La strategia generale è sempre quella di destinare una corsia alla circolazione di veicoli a mobilità lenta (30 km/h), quali biciclette e mezzi elettrici. Lungo le strade provviste di due sole corsie, una di queste viene destinata alla mobilità lenta e allo stesso tempo al transito di autobus e taxi.

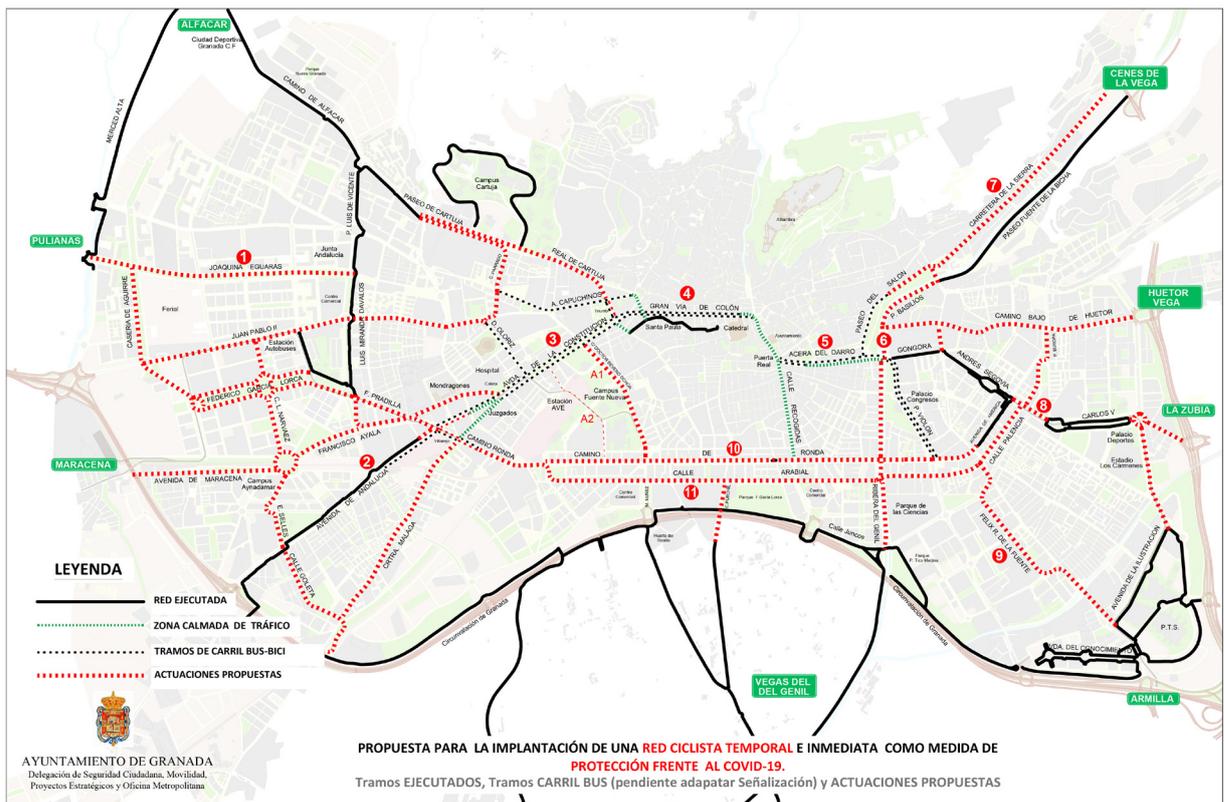
Avendo incrementato la rete ciclabile viene previsto anche un aumento del numero dei parcheggi destinati alle biciclette in tutta la città.





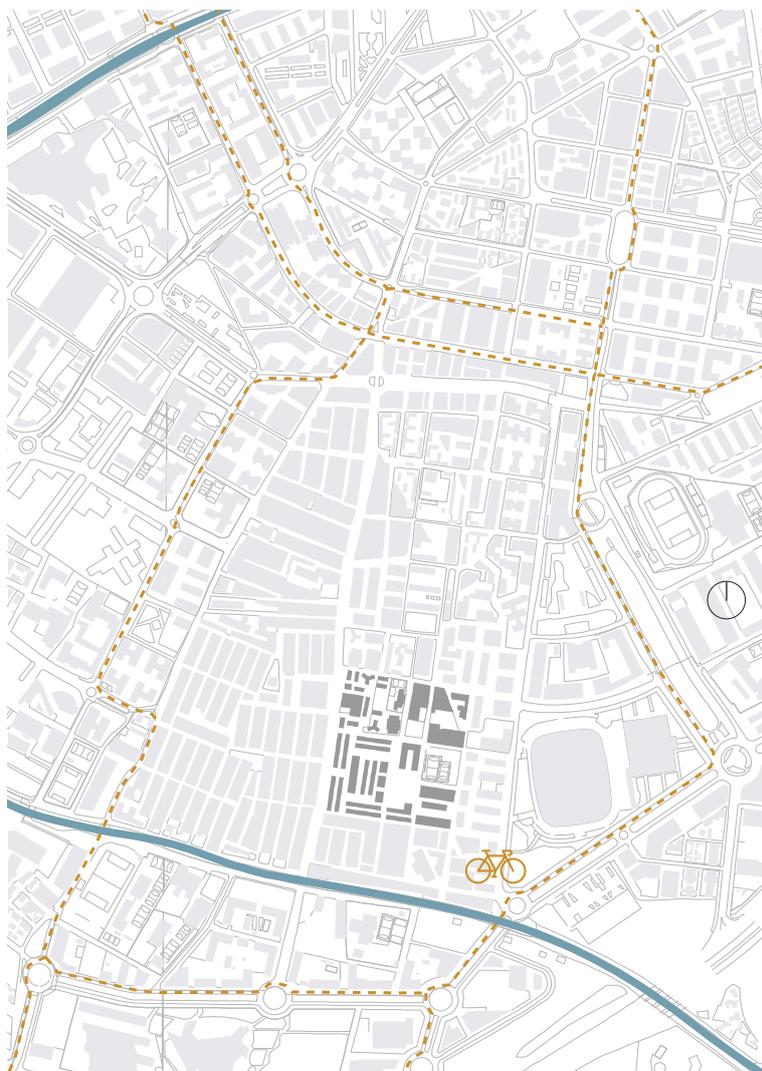
Fonte: Ayuntamiento de Granada  
<http://www.movilidadgranada.com/noticias.php?idioma=es&id=392>

- ▲ Piante e sezioni delle nuove corsie con l'aggiunta della rete ciclabile
- ▼ Mappa della nuova rete ciclabile (tratteggi rossi) a completamento di quella esistente (linee nere)



Nella **mappa 5** si mostra la rete ciclabile aggiornata relativa al quartiere Zaidín. Si osserva la corrispondenza del percorso ciclabile con la fermata della metropolitana situata nella zona sud-est rispetto all'area di progetto.

Mappa 5 ►  
Rete ciclabile - - -



## Abaco degli edifici e studio solare

L'area presenta un tessuto urbano densamente costruito, con pochi vuoti urbani, nel quale prevalgono, soprattutto nelle aree a destinazione residenziale, edifici con andamento lineare che formano isolati a corte aperta provvisti di stretti cortili interni. Lo stesso tipo di isolato si ritrova con due diversi orientamenti: secondo l'asse nord-sud, oppure secondo l'asse est-ovest.

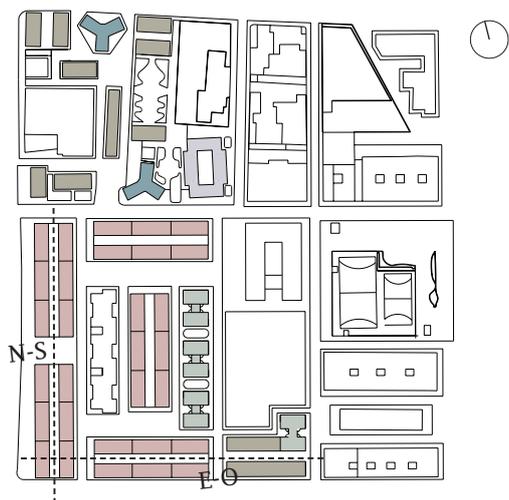
Si evidenziano, inoltre, altre particolari tipologie edilizie, tra cui edifici a forma di H, di Y, singoli edifici in linea o isolati a corte chiusa.

Analizzando la prima tipologia di isolato, che caratterizza gran parte dell'area residenziale sud-ovest (**in rosa** nell'assonometria a lato), è possibile studiare l'andamento solare giornaliero e le ombre portate dagli edifici sugli spazi esterni, in base a differenti orari della giornata, tenendo in considerazione l'orientamento del costruito. Si ricrea una simulazione delle ombre relative alle ore 10.00, 12.00, 14.00 e 16.00., scegliendo il giorno 21 giugno (solstizio d'estate) per analizzare la situazione più estrema di soleggiamento.

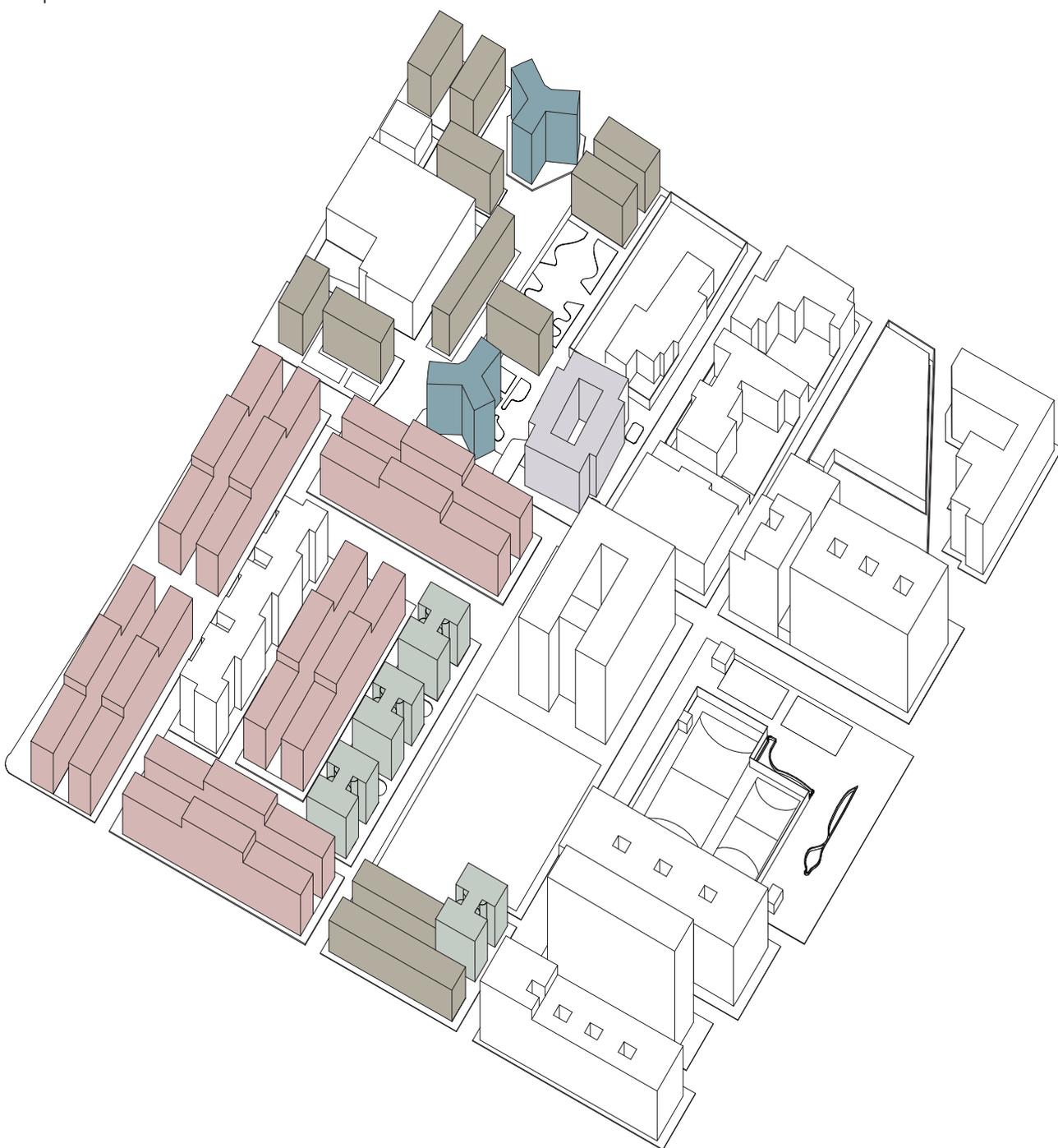
Gli edifici a corte aperta con orientamento est-ovest dispongono di un cortile interno quasi interamente soleggiato in tutte le fasce orarie (scenario 1,2,3,4). Per quanto riguarda gli edifici con asse nord-sud si vede come lo spazio di corte sia soleggiato solamente durante le ore centrali, ovvero intorno alle ore 14 (scenario 3).

Partendo da questa analisi è possibile elaborare diverse soluzioni progettuali in base all'orientamento degli edifici e alle relative necessità di schermare/favorire l'ingresso dei raggi solari.

## Abaco degli edifici

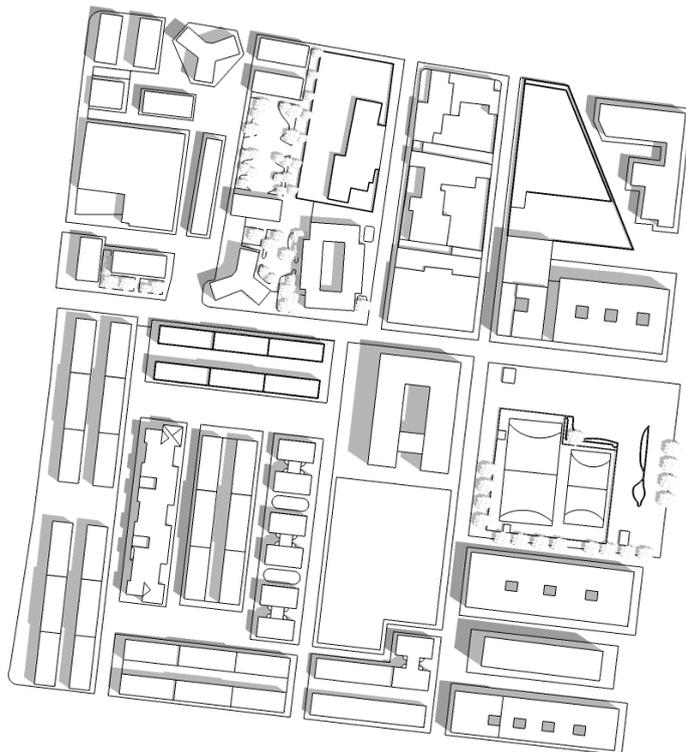


- Edifici in linea a corte aperta
- Edifici a forma di Y
- Edifici a forma di H
- Edifici in linea
- Edifici a corte chiusa



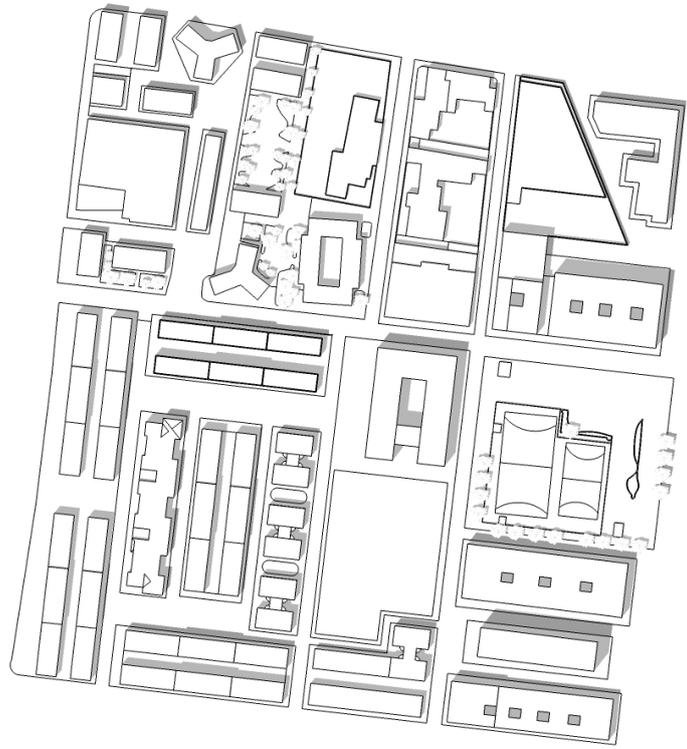


◀ Scenario 1:  
ore 10.00

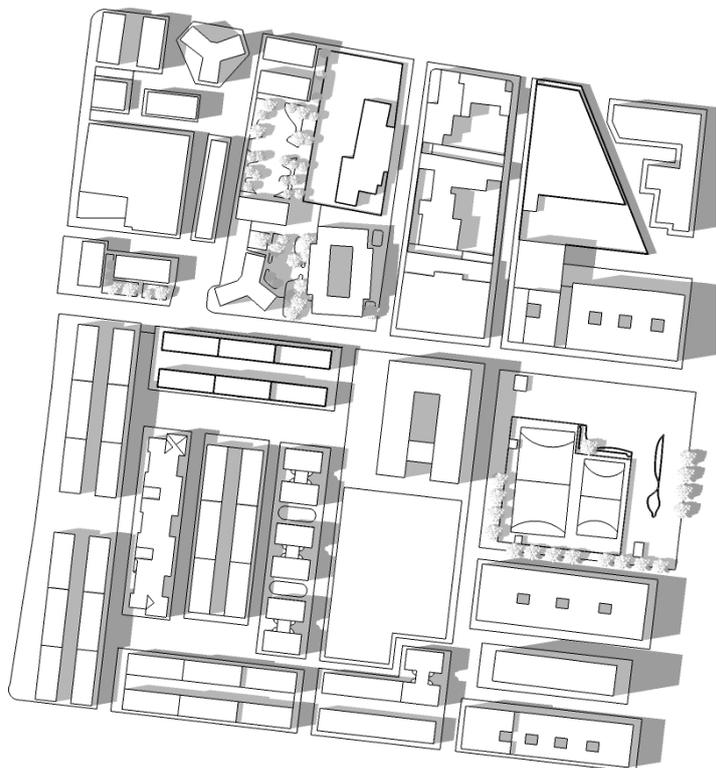


◀ Scenario 2:  
ore 12.00

Scenario 3: ►  
ore 14.00



Scenario 4: ►  
ore 16.00





# *Fase progettuale* **5**

## *Obiettivi e strategie*

- 
- 5.1. Obiettivi progettuali*
  - 5.2. Proposta progettuale A*
  - 5.3. Proposta progettuale B*
  - 5.4. Proposta progettuale C*
  - 5.5. Sintesi interventi*
  - 5.6. Effetti degli interventi su adattamento e mitigazione*

## Obiettivi progettuali

In seguito alle fasi di inquadramento e analisi, è possibile riscontrare quelle che sono le criticità maggiori che coinvolgono l'area di intervento e individuare i principali obiettivi affinché tali problemi trovino soluzioni adeguate. Questi possono essere così riassunti:

### *Inquadramento e analisi*



### *Riscontro criticità*



### *Obiettivi*

**A**

*Liberare lo spazio pubblico dalle automobili per restituirlo ai cittadini*

**B**

*Creare un'interazione tra gli spazi urbani, per promuoverne la fruibilità*

**C**

*Migliorare il microclima attraverso strategie di mitigazione delle cause del cambiamento climatico*

- Aree verdi scarsamente presenti (2%)

- Superficie per lo più impermeabile e asfaltata

- Sezione stradale per lo più destinata al transito veicolare

- Aree urbane esterne in abbandono o di scarsa qualità

- Utilizzo delle strade come luoghi di sosta per i veicoli non regolati

- Percezione negativa della qualità ambientale

- Basso livello di comfort termico ambientale a causa dell'elevata esposizione alla radiazione solare

## Obiettivo

**A** *Liberare lo spazio pubblico dalle automobili per restituirlo ai cittadini*

## Strategie

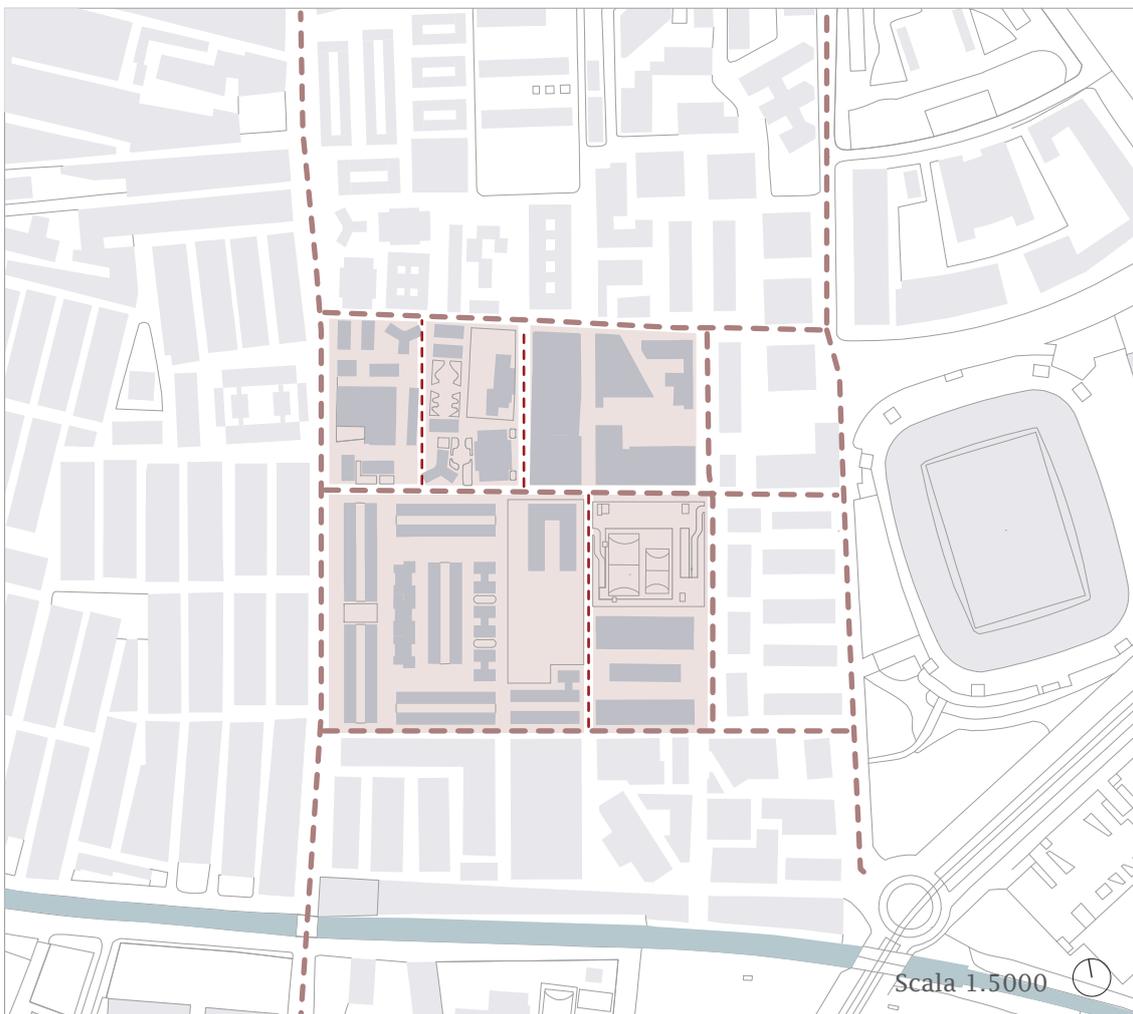
- *Pedonalizzazione*
- *Inserimento pista ciclabile e promozione utilizzo mezzi pubblici e a zero emissioni*
- *Individuazione di aree urbane da destinare a nuova funzione di parking per i residenti*



### *Pedonalizzazione*

In risposta alla criticità relativa all'utilizzo dello spazio urbano esterno come luogo di sosta per le automobili, si propone di chiudere parte delle strade alla circolazione veicolare, col fine di destinarle al transito pedonale. Analizzando le strade minori interne agli isolati, attualmente carrabili, non si riscontra un'evidente necessità di transito, in quanto la maggior parte degli edifici ospita al piano terra una funzione di tipo residenziale, oltretutto con assenza di garage o autorimesse.

Al fine di ridurre il frequente passaggio delle automobili, e l'utilizzo improprio delle strade come spazi di sosta, si propone la pedonalizzazione delle stesse, ad eccezione delle strade maggiori segnalate nell'analisi precedente e di alcune strade minori per ragioni funzionali (**mappa 1**). Le restanti vie vengono convertite in zone pedonali pubbliche, alle quali possono accedere esclusivamente i veicoli delle persone residenti rispettando i limiti di velocità di 10 km/h.

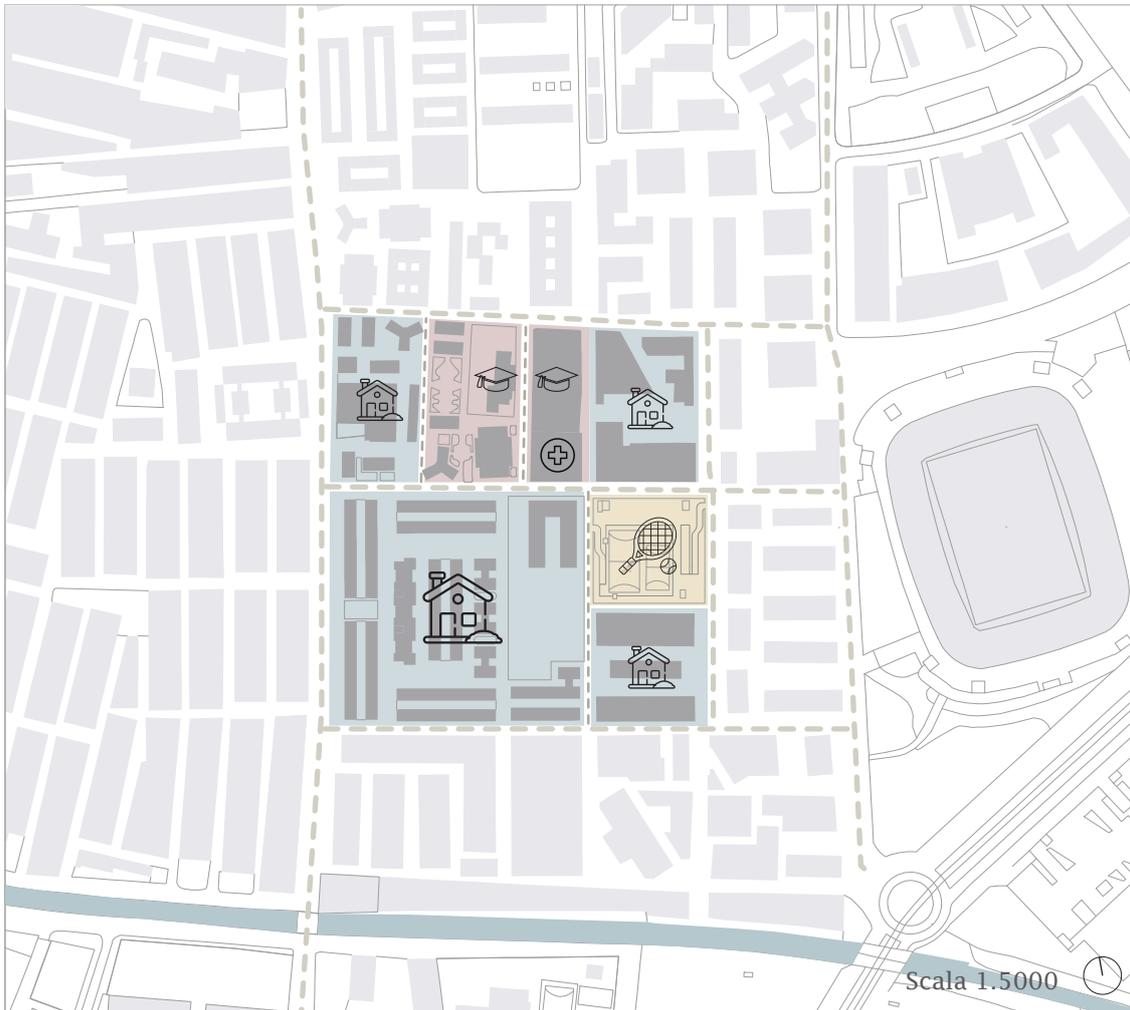


▲ **Mappa 1**

— — Strade principali

- - - Strade minori che conservano il libero accesso veicolare

■ Aree pedonali zona 10



**Mappa 2 ▲**

- Polo residenziale
- Polo sportivo
- Polo educativo/sanitario

Analizzando le destinazioni d'uso prevalenti degli edifici presenti nell'area, sono stati individuati 3 principali poli funzionali (**mappa 2**):

- polo residenziale
- polo-educativo/sanitario
- polo sportivo

La scelta di garantire il passaggio dei veicoli attorno al blocco educativo/sanitario nasce da una necessità di tipo funzionale, in modo tale da agevolare il transito delle famiglie, sia per consentire un più immediato accompagnamento

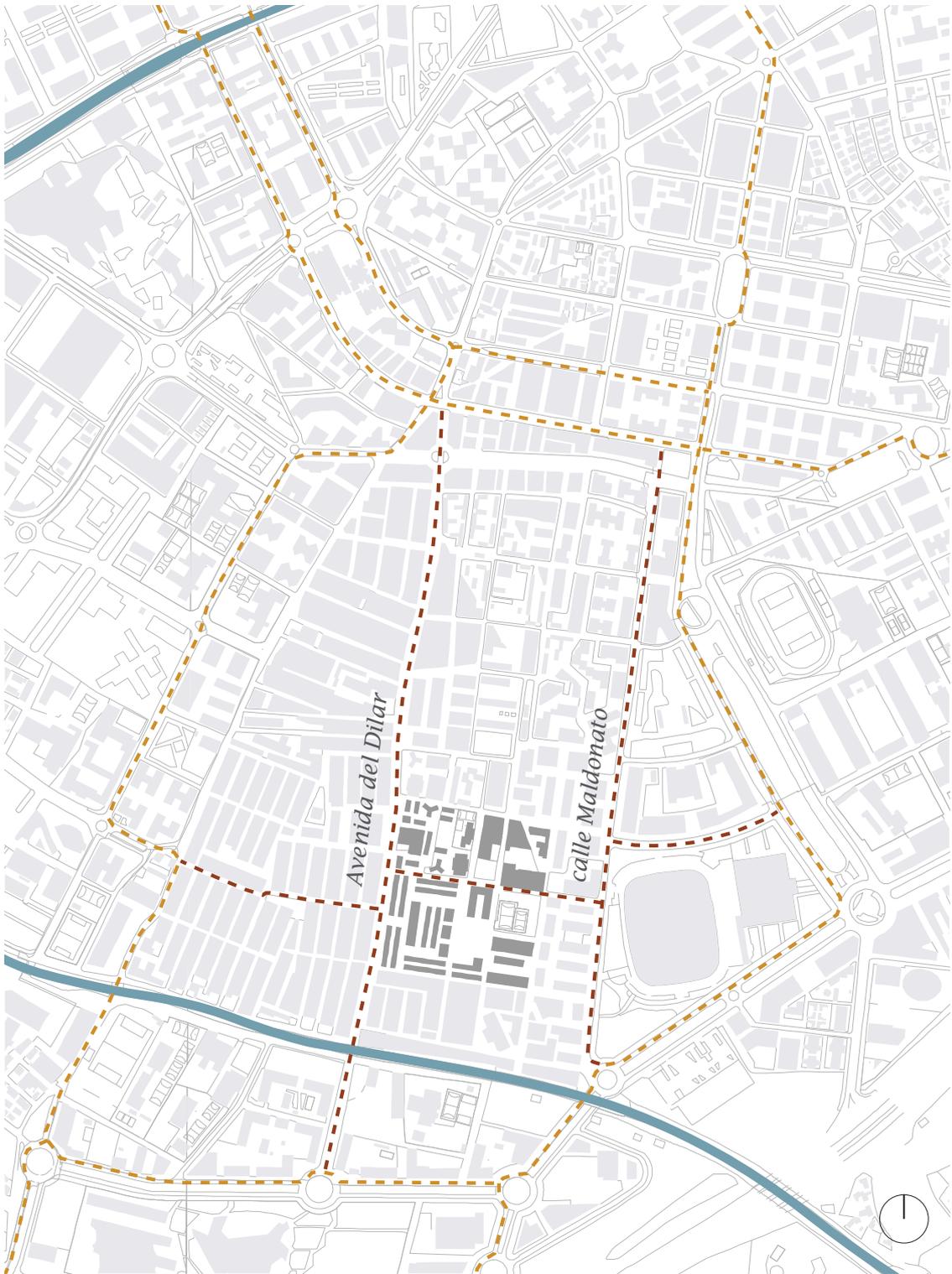


dei bambini a scuola, che per il raggiungimento del centro sanitario. Viene lasciata aperta inoltre la strada che costeggia il campo sportivo, in quanto al di sotto della piazza è presente un parking al quale si accede da entrambi i lati, est e ovest. Le restanti strade minori non presentano necessità particolari che possano impedire la pedonalizzazione dell'area.

*Inserimento pista ciclabile, promozione utilizzo mezzi pubblici e a zero emissioni*

Col fine di incentivare l'uso di mezzi di trasporto a zero emissioni si propone inoltre di estendere e incrementare i percorsi ciclabili esistenti, in modo tale che siano direttamente accessibili da parte dei residenti dell'area. I nuovi tratti di pista ciclabile si collegano a quelli esistenti situati a nord rispetto all'area di progetto e permettono di raggiungere il centro città in maniera più immediata. Il loro tracciato viene pensato lungo due delle arterie maggiori del quartiere, già citate durante l'analisi precedente, ovvero Avenida del Dilar e calle Maldonado. Quest'ultima costeggia lo stadio del Granada e si aggancia, inoltre, al percorso ciclabile esistente in corrispondenza della fermata metropolinata.

Per promuovere ancor più l'utilizzo di mezzi di trasporto sostenibili, è stata prevista un'area, in prossimità della fermata della metropolitana, nella quale si rendono disponibili servizi di sharing mobility e stalli di sosta per le biciclette. Situandosi vicino alla fermata della metropolitana si tratta di una zona strategica dove la popolazione può facilmente cambiare mezzo senza ricorrere all'utilizzo dell'automobile (**mappa 4**).



▲ **Mappa 3**

— Rete ciclabile proposta

— Rete ciclabile esistente



⌚ Scala 1.5000

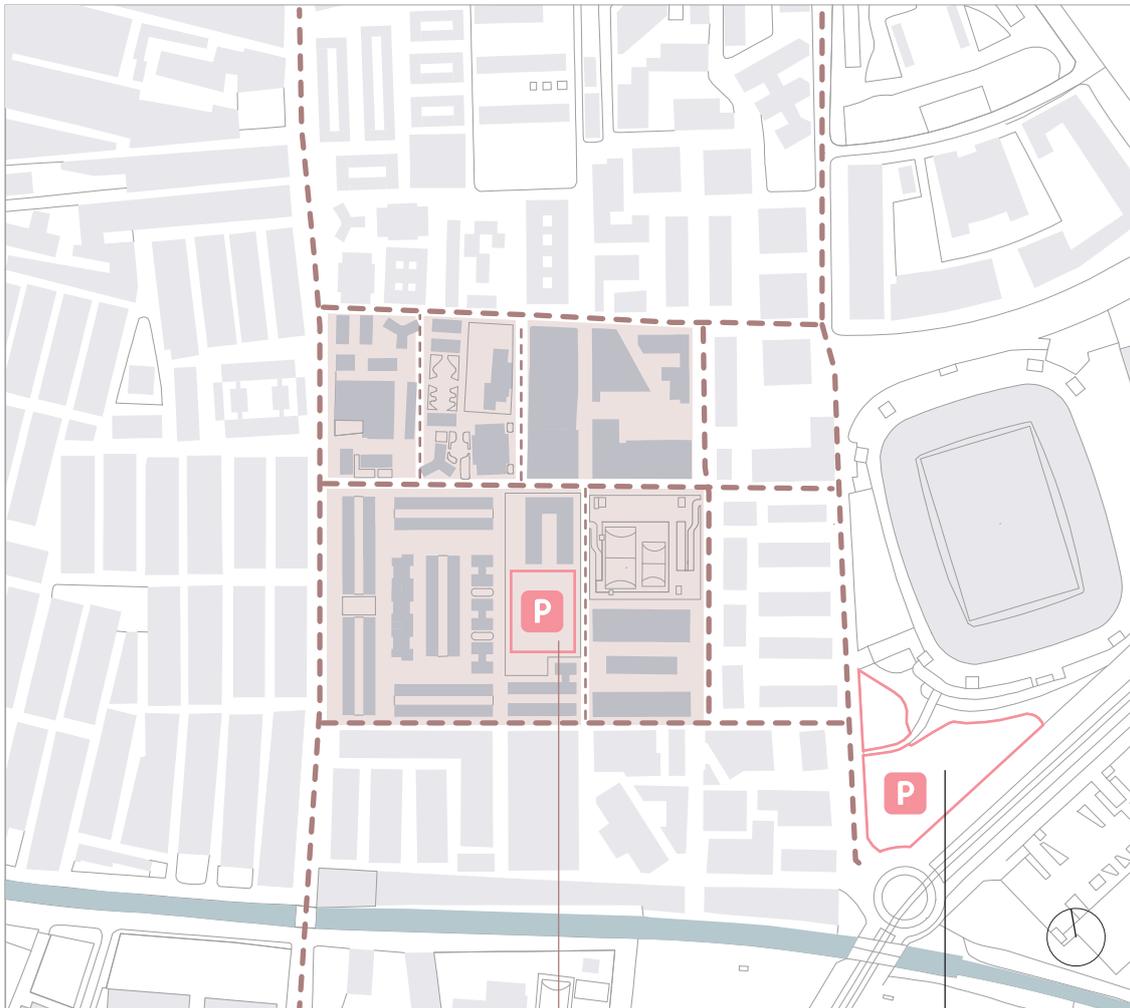
▲ Mappa 4

--- Ampliamento rete  
ciclabile nell'area di  
intervento

In seguito alla trasformazione d'uso delle strade, da carrabili a pedonali, e alla conseguente rimozione delle corsie riservate alla sosta dei veicoli, è necessario fornire ai residenti dell'area un luogo dove parcheggiare le proprie automobili; in questo modo è inoltre possibile risolvere la questione relativa alla sosta abusiva delle automobili.

Per stimare la quantità di automobili che necessiterebbero di uno stallo di sosta, è stato effettuato un conteggio delle famiglie residenti nell'area, le cui abitazioni sono sprovviste di autorimesse: queste corripondono a 504. Volendo fornire un posto auto per famiglia è quindi necessario garantire, come minimo, lo stesso numero di stalli di sosta. Questo valore corrisponde approssimativamente a 10.000 m<sup>2</sup> di superficie destinata al parcheggio.

Essendo un valore di superficie considerevole, sono state riscontrate due ampie aree urbane che potrebbero ricoprire tale funzione, mediante una trasformazione della propria destinazione d'uso. Una si trova nel cuore dell'area di progetto (corrispondente allo spazio catalogato come vuoto urbano nell'analisi precedente), al limite tra il polo residenziale e quello sportivo e costeggiata da una delle strade che ha mantenuto l'uso carrabile. L'altra invece corrisponde all'area presente tra la fermata della metropolitana e lo stadio del Granada, già individuata in precedenza come possibile zona destinata a fornire servizi di sharing mobility. La vicinanza alla linea metropolitana la rende un'area strategica per incentivare l'uso dei mezzi di trasporto pubblici. Il tempo di percorrenza per raggiungere le zone residenziali è di soli 5 minuti a piedi, per cui può essere sfruttata comodamente dai residenti come luogo di sosta. (**mappa 5**).



A = 2.500 m<sup>2</sup> circa

A = 7.900 m<sup>2</sup> circa

- ▲ Mappa 5
- Strade carrabili
- Aree con possibile funzione di parcheggio
- Aree pedonali zona 10

## Obiettivo

**B** *Creare un'interazione tra gli spazi urbani, per promuoverne la fruibilità*

## Strategie

*- Cambiamento destinazione d'uso piani terra edifici residenziali*

*- Individuazione di esigenze e possibili destinazioni d'uso*

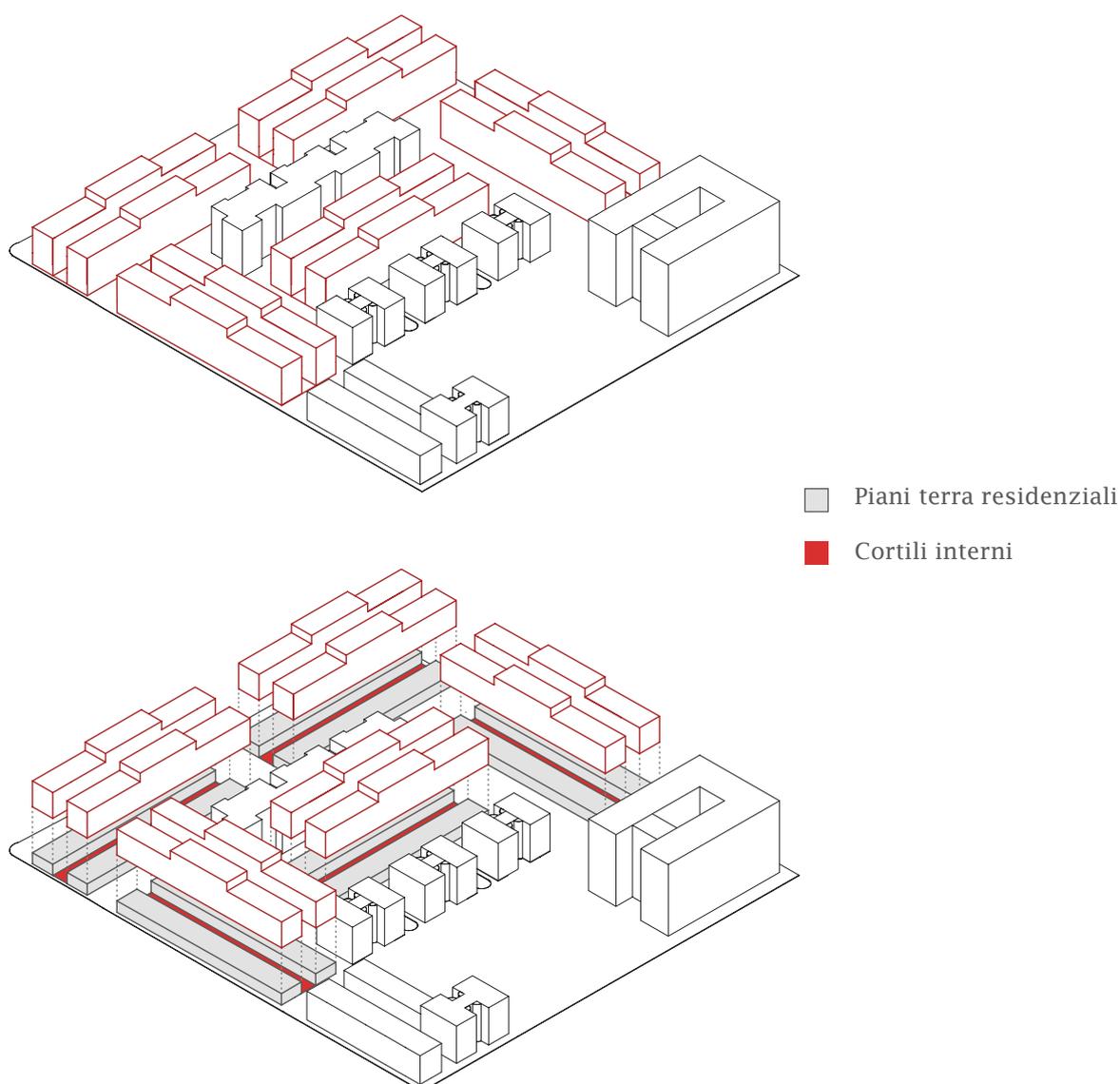
*- Analisi del Piano Urbano Generale di Granada e trattamento del vuoto urbano*



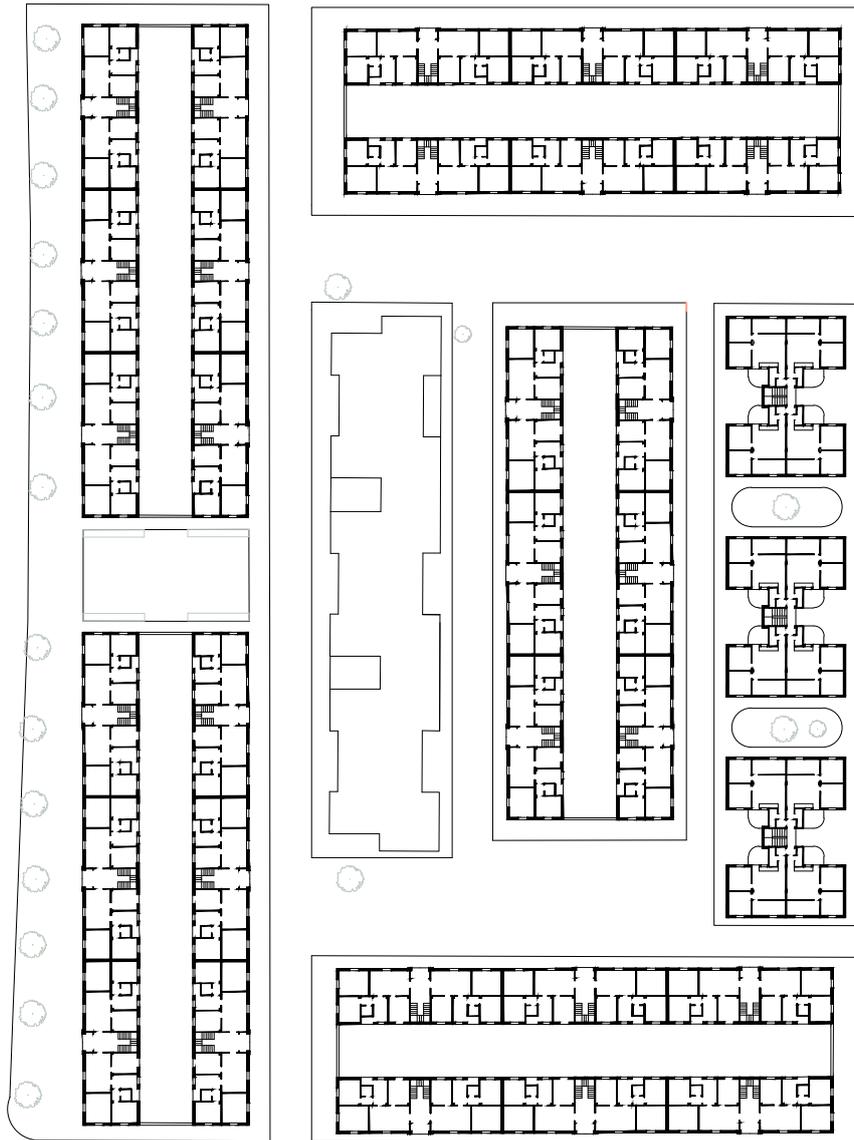
Con il fine di rivalorizzare gli spazi urbani esterni e renderli attrattivi per la popolazione, si propongono alcuni possibili interventi attuabili nell'area di progetto, dopo aver individuato, attraverso il Piano Urbano Generale di Granada, quelle che sono le aree destinate a trasformazione urbana. Attraverso un parziale cambiamento della destinazione d'uso di alcuni spazi e il recupero di alcuni luoghi in abbandono, è possibile promuovere la fruizione pubblica e lo sfruttamento di aree esterne non utilizzate. L'obiettivo finale è creare una connessione di questi spazi e offrire servizi che possano soddisfare le esigenze dei residenti.

## *Cambiamento destinazione d'uso piani terra edifici residenziali*

Dall'analisi e classificazione delle aree esterne è emerso come molti edifici residenziali dispongano di cortili interni che allo stato attuale si trovano in stato di abbandono a causa della scarsa qualità degli spazi che li compongono. La proposta di intervento consiste nel trasformare la destinazione d'uso dei piani terra di questi edifici, i quali assumerebbero la funzione di spazi collettivi o destinati a servizi per il vicinato, avvelendosi dello spazio esterno del cortile, di cui godono di accesso diretto.



*Stato di fatto - Piano tipo edifici residenziali*



Scala 1:1000 





## *Individuazione di esigenze e possibili destinazioni d'uso*

A partire dall'analisi socio economica **(4.3.2)** si elencano le possibili esigenze degli utenti che abitano il quartiere, i quali, in parte, si trovano a vivere in condizioni economiche e sociali svantaggiose.

Una delle cause della **disoccupazione** femminile (che supera di 10 punti quella maschile), come si è visto, è data dall'insufficienza di politiche di conciliazione lavoro/famiglia. In questo caso, la disposizione di micronidi, potrebbe aiutare le famiglie aventi a carico bambini, a dedicarsi al proprio lavoro.

Per combattere l'**emarginazione sociale**, che colpisce soprattutto le comunità di immigrati, si propongono luoghi di aggregazione, quali cucine, laboratori e orti comuni, sale riunioni e ricreative.

A fronte degli eventi sviluppatasi recentemente legati alla diffusione del virus COVID 19, è inoltre importante prevedere ambienti di lavoro/studio, come aule e spazi co-working, da offrire a tutti quegli utenti che non dispongono dello spazio o della disponibilità per poter lavorare dal proprio domicilio.

É fondamentale **connettere questi spazi con l'area esterna**, direttamente accessibile, data dal cortile, in modo tale da offrire sempre la possibilità di svolgere tali funzioni all'aria aperta, sfruttando una risorsa attualmente non utilizzata e in stato di abbandono.

In assenza di un luogo dove poter depositare mezzi leggeri, quali biciclette o monopattini, è infine necessario destinare parte dello spazio del piano terra come deposito, affinché possano liberarsi i cortili interni, spesso impropriamente utilizzati come stalli di sosta.

## *Esigenze*

---

*Offrire spazi di qualità*

*Aumentare la fruibilità delle aree esterne*

*Destinare aree apposite alla funzione di deposito biciclette*

*Fornire spazi collettivi e di condivisione*

*Promuovere l'integrazione e la multiculturalità*

*Favorire sviluppo di attività che combattino l'esclusione sociale*

*Favorire attività di supporto e scambi tra le persone maggiormente in difficoltà*

## *Possibili destinazioni d'uso*

---



*Spazi comuni e di condivisione come aree relax, laboraori, cucine comuni*



*Spazi coworking e aule studio*



*Centri di ritrovo per anziani*



*Centri infantili*



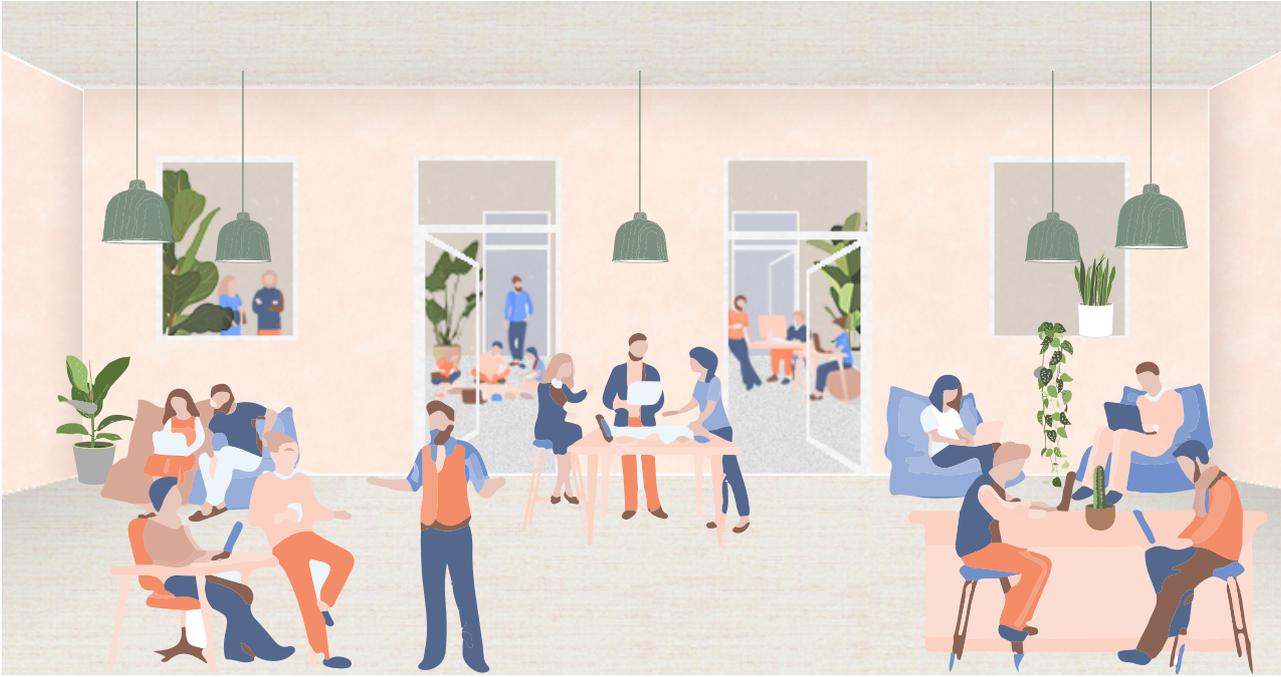
*Palestra e sale per attività ludico/sportive*



*Deposito biciclette e mezzi leggeri*



*Orti comuni nelle aree esterne*







## *Analisi del Piano Urbano di Granada e trattamento del vuoto urbano*

Osservando il *Plan General de Ordenación Urbana*<sup>1</sup>, in particolare la sezione relativa alla “classificazione di ordinamento fisico del territorio”, è possibile rintracciare quelle che sono le **aree destinate a futuri ridisegni del suolo urbanizzabile**. Purtroppo, il più recente piano urbano risale al 2001 e non è stato ancora aggiornato allo stato attuale: molte delle aree qui presenti, infatti, sono già state oggetto di modifiche e trasformazioni. Tuttavia, attualmente è presente una porzione di suolo sulla quale non si è ancora intervenuti, che il piano delimita come area di trasformazione del suolo urbano e per la quale prevede una destinazione d’uso in parte di tipo residenziale e in parte per spazi liberi di uso pubblico (segue la planimetria).

Partendo da questo piano è possibile proporre la demolizione dell’edificio presente ad oggi nell’area (un capannone industriale apparentemente in stato di abbandono), per sfruttarne la superficie secondo le indicazioni contenute nel piano.

Il nuovo edificio previsto dal piano urbano di Granada sarebbe funzionale al ricollocamento delle famiglie attualmente residenti ai piani terra dei blocchi residenziali, di cui abbiamo ipotizzato il cambiamento di destinazione d’uso.

1. Fonte: Comune di Granada,  
[https://www.granada.org/  
inet/wpgo.nsf/xwplanos/  
caliord35?opendocument](https://www.granada.org/inet/wpgo.nsf/xwplanos/caliord35?opendocument)

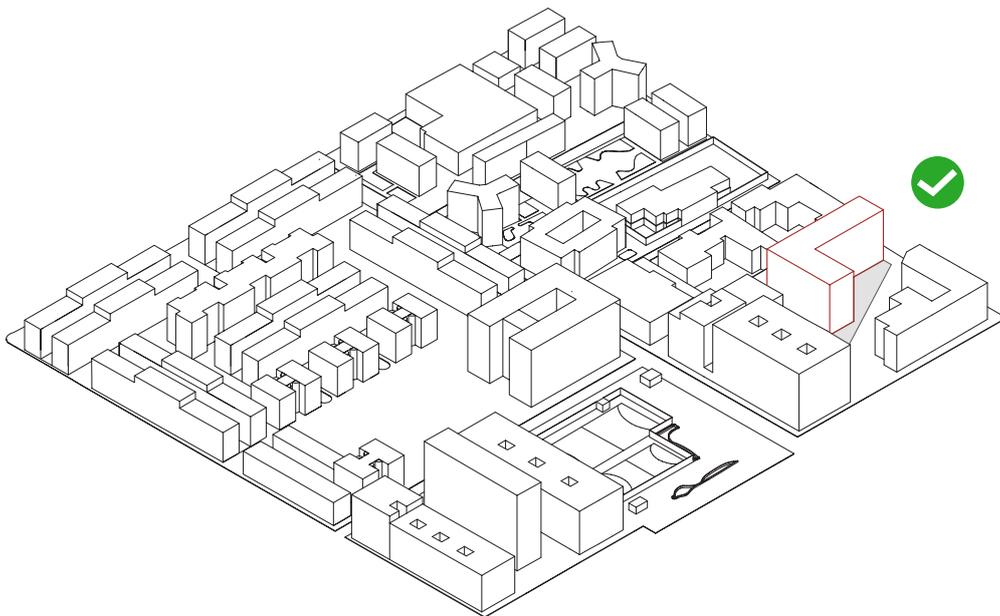
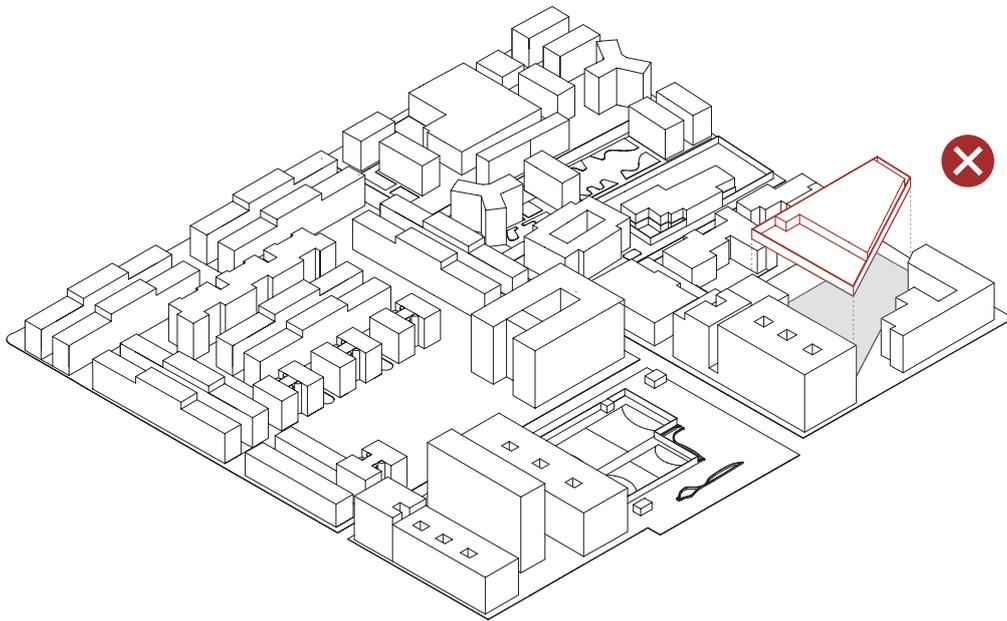


--- Delimitazione area di riforma in suolo urbano

 Area di riforma, destinazione residenziale plurifamiliare

 Area di riforma, destinazione spazi liberi pubblici

▲ Ayuntamiento de Granada, Plan de Clasificación y Ordenación Física, 2001



## Obiettivo

**C** *Migliorare il microclima attraverso strategie di mitigazione delle cause del cambiamento climatico*

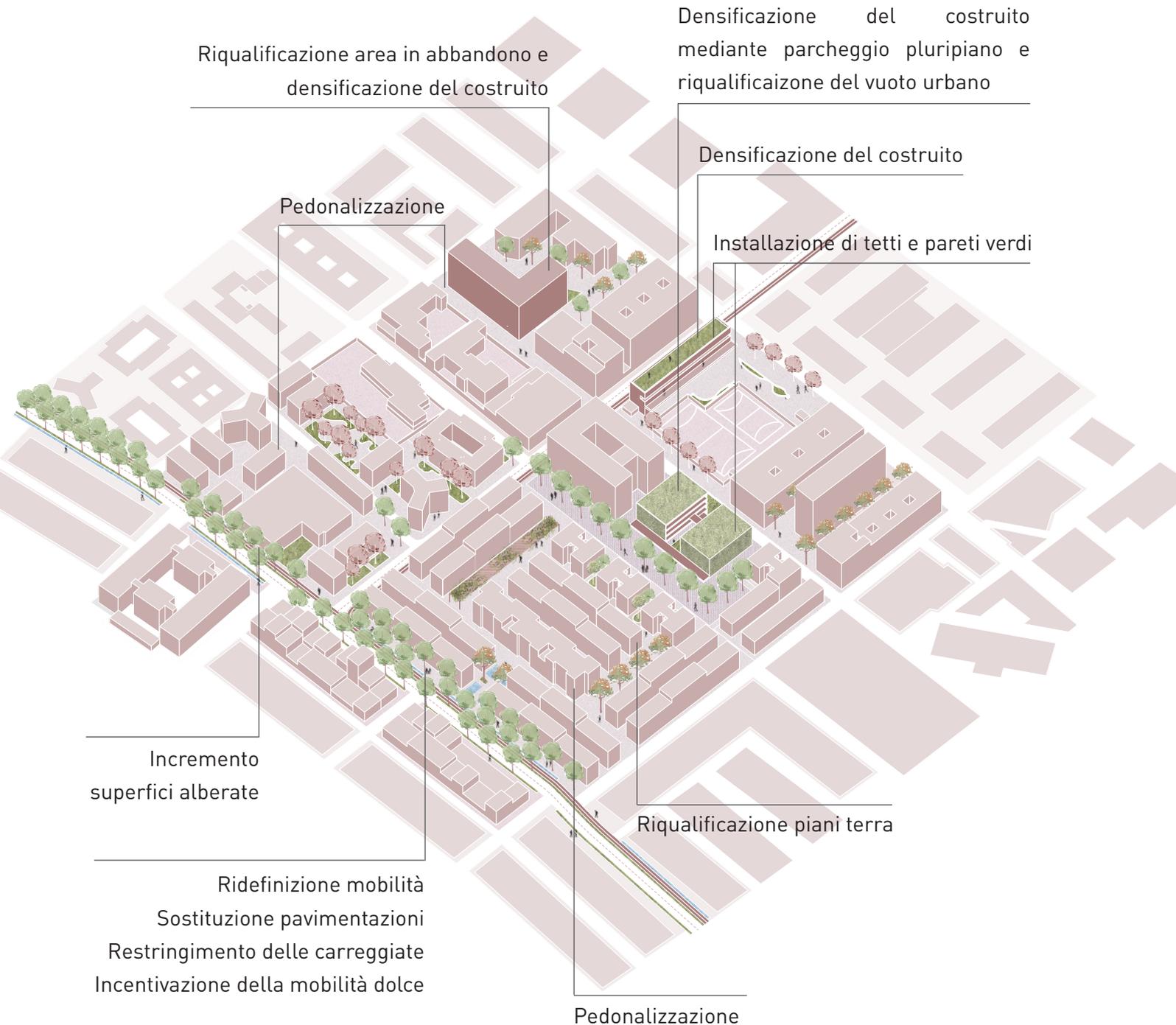
## Strategie

*Rigenerazione spazi urbani esterni attraverso l'impiego di interventi atti a migliorare le condizioni di comfort termico, elaborati sulla base dei risultati delle simulazioni ottenuti con Envi-met*

In seguito alla catalogazione degli spazi esterni e all'analisi qualitativa preliminare, condotta mediante l'attività di sopralluogo, sono emerse alcune criticità, già citate precedentemente, che condizionano negativamente la qualità dell'ambiente urbano. Tra le cause principali si evidenzia, in generale, la presenza di un tipo di suolo quasi totalmente impermeabile e la scarsa presenza di vegetazione. Pur trovandoci di fronte a un tipo di tessuto urbano densamente costruito, molte aree esterne subiscono un'intensa esposizione ai raggi solari durante le ore centrali della giornata. Essendo una frazione urbana quasi interamente asfaltata e in totale assenza di vegetazione o di accorgimenti atti a migliorarne il livello di comfort termico, la popolazione tende a non fare uso di tali spazi, rinunciando a sfruttarne la potenzialità in quanto aree esterne pubbliche. Ciò si manifesta chiaramente lungo i cortili privati di alcune residenze che, per la loro morfologia, sono assimilabili a dei canyon urbani. Questi spazi, di scarsa qualità, vengono trascurati dai residenti o talvolta utilizzati come deposito e parcheggio, non sfruttando quelle che sono le loro reali potenzialità, quali possibili spazi funzionali, di aggregazione o socialità.

Interventi generali e diffusi:

- Incremento vegetazione
- Pedonalizzazione



## Effetti degli interventi in termini di adattamento e mitigazione

Ciascuno degli interventi proposti e il relativo compimento degli obiettivi prefissati avranno significativeripercussioneintermini di adattamento e mitigazione delle cause del cambiamento climatico. Nonostante si possa individuare un legame tra queste due politiche, le quali sono apparentemente assimilabili negli obiettivi che perseguono, è necessario distinguere chiaramente i due fenomeni: caratteristiche, finalità, campi di azione, scala e periodo di intervento sono differenti.

Azioni di **adattamento** sono responsabili dell'aumento della resilienza rispetto a fenomeni non prevedibili, avvengono a livello locale e i loro effetti sono visibili nel breve periodo.

Attraverso gli interventi di **mitigazione**, invece, agiamo direttamente sulle cause del cambiamento climatico. L'obiettivo è quello di ridurre i consumi e le emissioni di gas inquinanti in atmosfera; i campi di intervento, pertanto, sono soprattutto i settori energetici, industriali e della mobilità, con il fine di migliorare l'efficienza energetica del costruito, utilizzare risorse rinnovabili, densificare e incrementare il verde. Le politiche di mitigazione hanno un raggio di azione più ampio, solitamente a livello nazionale o globale e i loro effetti sono visibili perlopiù nel medio o lungo periodo.

Avendo come comune finalità quella di rispondere ai rapidi cambiamenti originati a causa del riscaldamento globale, l'azione combinata di mitigazione e adattamento risulta essere vincente per contrastare la crisi climatica attuale. Come nel caso degli interventi di adattamento, l'azione congiunta delle due politiche avviene a scala micro-urbana e locale.

Successivamente si analizzano gli interventi

previsti nell'area di progetto, differenziando quelli che possono essere considerati come politiche di adattamento piuttosto che di mitigazione (oppure azioni combinate) ed evidenziando come questi possano risultare efficaci nel progetto generale di riqualificazione.



Adattamento (+ mitigazione)

Incremento del verde

L'aumento delle superfici impermeabili così come l'incremento di piante e alberi rendono la città maggiormente resiliente e in grado di reagire in seguito a eventi imprevedibili. Inoltre, complessivamente, contribuiscono ad aumentare il livello di comfort termico grazie all'effetto di evapotraspirazione e ombreggiamento. Infine, la messa a disposizione di specie vegetali produce un miglioramento della qualità dell'aria rispetto alla presenza di inquinanti, svolgendo quindi un'azione di mitigazione.

Adattamento (+ mitigazione)

Installazione tetti e pareti verdi

L'installazione di tetti e pareti verdi può considerarsi un'efficace combinazione di strategie di adattamento e mitigazione, in quanto comporta sia un aumento della resilienza dell'ambiente urbano, per quanto riguarda il drenaggio e lo smaltimento delle acque in occasione di fenomeni climatici imprevedibili, sia un miglioramento della qualità dell'aria, attraverso l'assorbimento di carbonio e l'abbattimento delle temperature dell'aria e superficiali.

La densificazione del costruito può essere intesa come politica di mitigazione in quanto, oltre a contribuire al miglioramento dell'efficienza energetica del costruito, attraverso la creazione della città compatta, si riducono le distanze in città, consentendo un accesso diretto ai servizi (come ad esempio nel caso dell'inserimento del centro sportivo a completare la funzione dei campi da gioco nella piazza).

Tuttavia, si riducono le aree potenzialmente utilizzabili ai fini dell'adattamento nel breve termine. Nel caso specifico dell'edificio multipiano destinato a parking, possiamo però far rientrare tale intervento anche tra le politiche di adattamento, in quanto il riempimento di un vuoto urbano è funzionale alla liberazione di molteplici spazi attualmente occupati, che possono essere utilizzati con finalità di adattamento.

Il cambiamento della destinazione d'uso nei piani terra degli edifici residenziali presuppone un incremento dei servizi offerti ai cittadini nelle immediate vicinanze delle abitazioni. Ne consegue una riduzione degli spostamenti tramite automobile privata e dunque un'emissione inferiore di GHG in atmosfera.

Come nel caso della densificazione, attraverso la sostituzione di un edificio in abbandono con un nuovo complesso dotato di una chiara funzione, si interviene nella creazione della città compatta e nell'aumento dei servizi immediatamente raggiungibili dai cittadini.

L'inserimento della pista ciclabile incentiva la popolazione all'utilizzo di mezzi ecosostenibili (biciclette, monopattini elettrici,...) e provoca una riduzione delle emissioni di gas inquinanti. Allo stesso scopo, si modifica la sezione stradale, attribuendo un diverso peso alle funzioni di ogni corsia: viene destinato più spazio ai marciapiedi e alle zone pedonali con una riduzione del numero di corsie veicolari (una corsia destinata al traffico dei mezzi privati e una ai mezzi di trasporto pubblici). Queste vengono affiancate da corridoi verdi e vasche d'acqua, strategie che ci permettono sia di mitigare, riducendo le temperature superficiali e dell'aria (e dunque, in piccola parte, potenzialmente il fabbisogno energetico estivo degli edifici), sia intervenire in termini di adattamento, aumentando la resilienza dell'area.

Attraverso questa misura, si proibisce il traffico veicolare in determinate zone, nelle quali le persone diventano protagoniste, potendo "riappropriarsi" di spazi prima destinati solo al passaggio di automobili. Si riducono pertanto gli inquinanti e si incentivano gli spostamenti a piedi, promuovendo uno stile di vita più sano.



## *Verifica dell'efficacia delle strategie progettuali in termini di miglioramento del micro-clima urbano*

- 
- 6.1. *Simulazioni con Envi-met*
  - 6.2. *Fasi del processo di modellazione e simulazione*
  - 6.3. *Indicazioni per la lettura dei risultati*
  - 6.4. *Verifica dell'efficacia delle strategie di progetto*
  - 6.5. *Simulazione 1*
  - 6.6. *Simulazione 2*
  - 6.7. *Simulazione 3*

## Simulazioni con Envi-Met

Il progetto di riqualificazione avviene in seguito a un'attenta analisi delle condizioni esistenti, svolta mediante l'attività di sopralluogo, condotta durante il mese di maggio, che ha permesso di eseguire una prima analisi qualitativa dell'area, utile per comprendere quelle che sono le maggiori criticità e potenzialità dell'area oggetto di studio. In una fase successiva, è stata avviata l'analisi delle condizioni microclimatiche a livello microurbano, utilizzando come strumento operativo il software ENVI\_MET, mediante il quale è possibile modellare il comportamento fisico e microclimatico degli edifici e degli spazi aperti, simulando l'interazione tra le superfici, l'aria e la vegetazione.

L'approccio metodologico è fondato, a partire dal confronto sui seguenti step, che possiamo sintetizzare con l'espressione "input modelling - simulation - output modelling":

- costruzione di un quadro di riferimento (modelling di input) e individuazione dei sistemi tecnologici oggetto della sperimentazione;
- definizione degli scenari di intervento e sviluppo di analisi alternative ad essi applicate con strumenti innovativi (simulation);
- focalizzazione delle soluzioni più appropriate in relazione ai risultati simulativi dinamici (post-simulation);
- formulazione del modello di intervento adattivo efficace in quel determinato contesto (modelling di output). (Tucci, 2020)

# Fasi del processo di modellazione e simulazione

6.2

## 1. Dati climatici di input

Il primo passo per la valutazione del comfort termico estivo, corrisponde all'acquisizione dei dati per la costruzione del modello da sottoporre a simulazioni dinamiche quadridimensionali, di cui una variabile è il tempo, per studiare le variazioni in giorni e orari-chiave (Tucci, 2020). A tale scopo si procede alla raccolta di dati climatici relativi agli ultimi anni e all'individuazione della giornata tipo più calda. In questo caso è stato scelto il giorno 22 luglio 2019, i cui valori sono riportati nella **tabella 1**. I parametri climatici sono stati ricavati dai database dell'AEMET (Agencia Estatal de Meteorología), selezionando la stazione meteorologica più vicina al caso studio. La temperatura dell'aria raggiunge alti valori durante le ore pomeridiane, con picchi di 40 gradi alle ore 17; L'umidità relativa presenta valori medio bassi durante il giorno, aggirandosi intorno al 15-40%, mentre raggiunge valori più elevati durante le ore notturne.

**Tabella 1:** Valori orari della temperatura dell'aria e dell'umidità relativa, relativi al 22 luglio 2019. Fonte: AEMET (Agencia Estatal de Meteorología)

Ore	t (°C)	Umidità rel. (%)
0	28	51
1	27	51
2	25	61
3	24	65
4	25	51
5	23	57
6	22	53
7	21	57
8	22	53
9	25	42
10	27	39
11	30	33
12	33	26
13	34	24
14	36	23
15	38	20
16	39	26
17	40	14
18	40	17
19	38	22
20	37	24
21	35	28
22	33	28
23	31	33
24	28	45

## 2. Modellazione e simulazione con ENVI-MET

Successivamente si passa all'esecuzione delle simulazioni dinamiche dei comportamenti microclimatico-ambientali dell'area urbana oggetto d'intervento, attraverso il programma di simulazione ENVI-MET; tenendo in considerazione le interazioni tra condizioni meteorologiche, tessuto urbano, caratteristiche dei materiali esistenti e presenza di verde, il software consente di elaborare le condizioni termiche allo stato pre-progettuale, quali temperatura dell'aria (AT - Air Temperature), temperatura media radiante (MRT - Mean Radiant

Temperature) e temperatura fisiologica (PET - Physiological Equivalent Temperature) (Tucci, 2020).

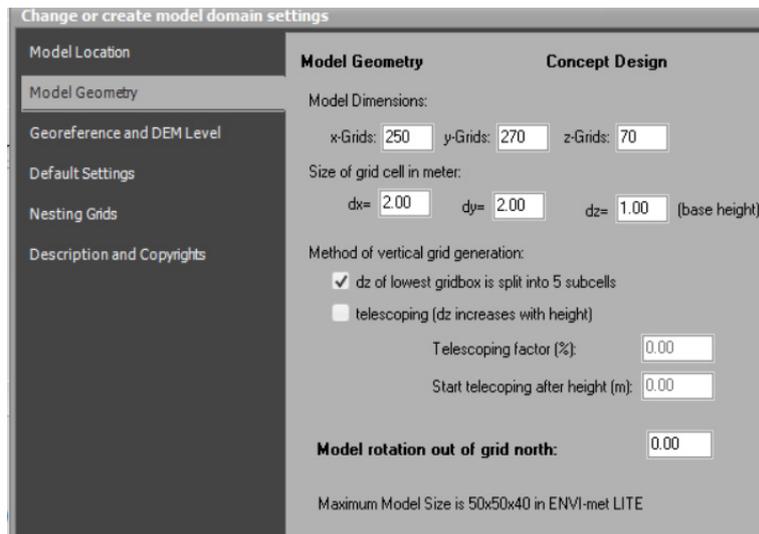
Attraverso l'editor "Space", è possibile modellare l'area di interesse; è consigliabile considerare una superficie maggiore rispetto a quella del caso studio per ovviare ad eventuali imprecisioni del modello dovute ai cosiddetti "errori di bordo" (Scalzo, 2019). Per prima cosa, è necessario definire la dimensione delle celle, poichè rappresentano l'unità minima della griglia e pertanto sono responsabili dell'accuratezza e precisione del modello. Si è scelta una dimensione di 2m x 2m sul piano orizzontale e di 1 m sull'asse z, in quanto il livello di dettaglio che si ottiene è sufficiente per l'analisi da condurre. La dimensione della cella, infatti, influisce notevolmente sui tempi di simulazione: celle di dimensioni minori presuppongono un aumento esponenziale dei tempi di calcolo.

Col fine di ridurre le interferenze dovute agli errori di bordo, sono stati adottati alcuni accorgimenti: l'altezza del modello è stata posta uguale al doppio dell'edificio più alto presente nell'area e sono state utilizzate le "nesting grids", ovvero celle libere poste ai confini dell'area modellata.

Dopo aver inserito i dati geografici del sito, quali località, latitudine e longitudine, è possibile procedere con la modellazione in 2.5D, aiutandosi mediante l'importazione di un'immagine in formato .bmp da utilizzare come base per il ridisegno degli edifici e delle pavimentazioni.

Successivamente, è necessario impostare il tipo di suolo e i materiali che costituiscono le superfici presenti nell'area, inclusi i diversi tipi di vegetazione. In particolare, il programma dispone di un database nel quale sono presenti numerose tipologie di suolo, materiali e finiture preimpostate, a partire dalla quale è possibile definire una libreria personalizzata di elementi, modificando i parametri dei materiali che vengono offerti in default dal programma. Allo stesso tempo è presente un database di piante complesse 3D e attraverso l'estensione Albero.exe è possibile

Impostazioni della geometria del modello: permette di definire le dimensioni delle celle della griglia, la grandezza del modello e l'orientamento rispetto all'asse nord



modellare specifiche tipologie di alberi (Scalzo, 2019).

Per gli elementi che compongono gli edifici sono stati scelti i seguenti materiali: parete di tipo default, in cemento con finitura in gesso e moderata insolazione; tetto in tegole.

Per il suolo naturale è stato scelto un terreno argilloso (loamy soil).

Per le restanti superfici sono stati selezionati i **materiali** presenti nel database di ENVI-MET, sempre e quando fossero assimilabili a quelli realmente esistenti nell'area; nel caso contrario si è proceduto alla personalizzazione dei materiali, modificando i parametri di quelli già forniti dalla libreria, oppure creandone di nuovi.

Per lo stato di fatto sono stati utilizzati i materiali come da **tabella 2**:

1. *Terreno libero infertile di tipo acciottolato misto a cemento*

Markvart, T., Castañer, L. (2003) "Practical Handbook of Photovoltaics: Fundamentals and Applications"

<i>Materiale</i>	<i>Nome Envi_Met</i>	<i>Albedo</i>	<i>Emissività</i>
Asfalto	Asphalt Road	0,1	0,9
Pavimentazione lapidea	Granit Pavement	0,3	0,9
Laterizio	Brick Road	0,3	0,9
Suolo libero <sup>1</sup>	Suolo libero	0,17	0,9

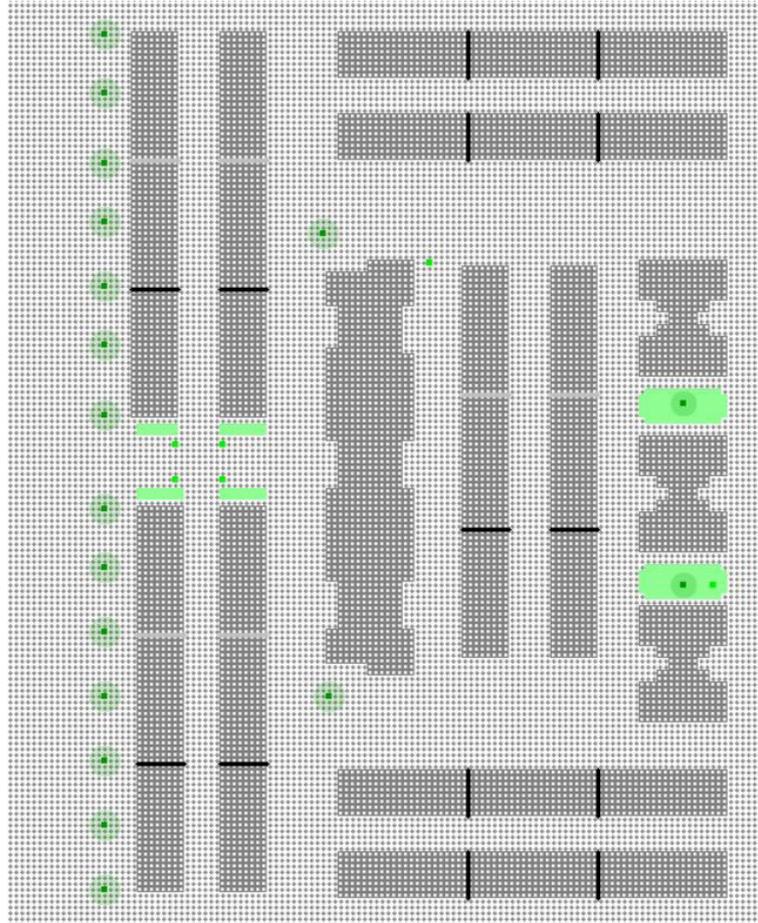
Per quanto riguarda la **vegetazione**, è stato modellato il prato con erba di altezza pari a 7 cm (albedo 0,2), modificando i parametri dell'elemento prato (grass) già fornito di default dal software. I cespugli sono stati modellati con un'altezza di 1 m (albedo 0,2).

Infine, gli alberi sono stati inseriti come elementi 3D attraverso l'estensione Albero.exe, utilizzando quelli già presenti nel database di Envi\_Met; sono stati selezionati gli alberi più simili a quelli realmente esistenti nell'area secondo la forma della chioma e l'altezza complessiva della pianta. Le tipologie di albero utilizzate sono riportate nella **tabella 3**:

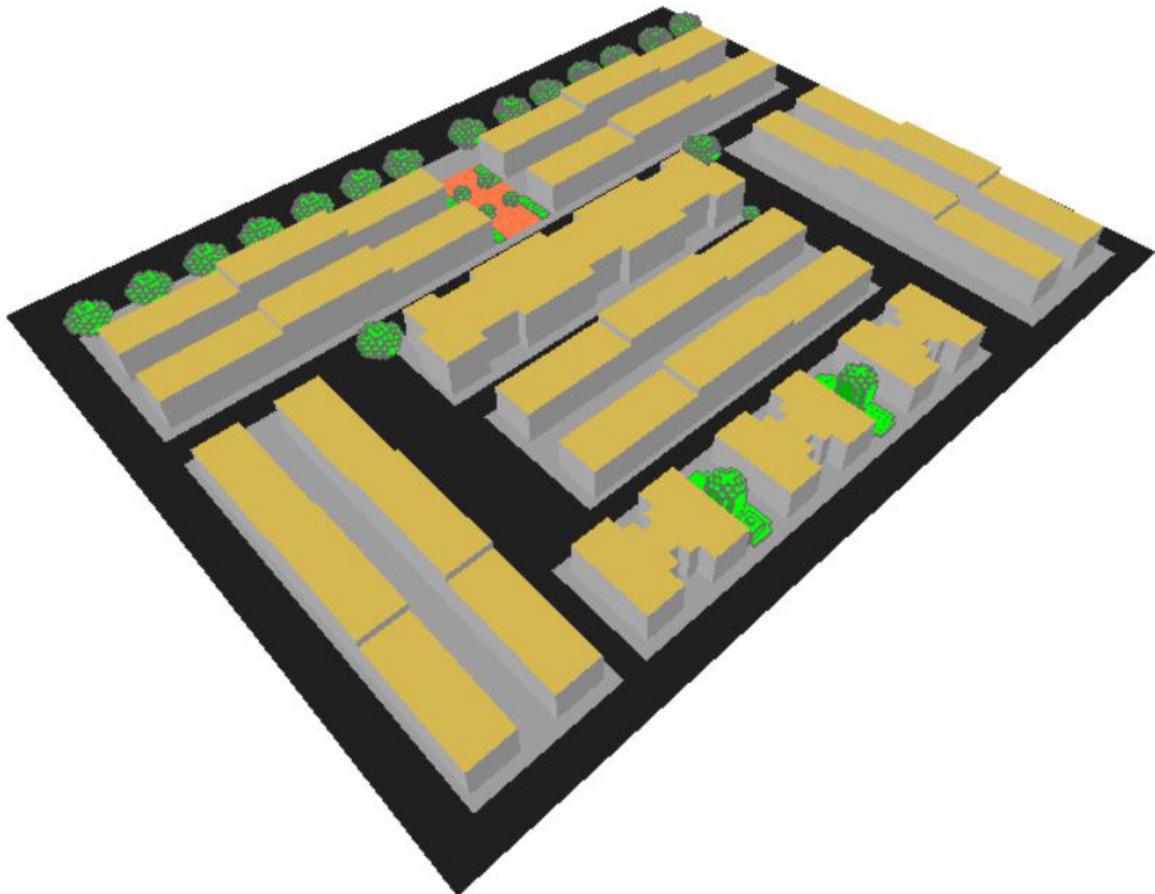
<i>Grandezza albero</i>	<i>Forma chioma</i>	<i>Grandezza tronco</i>	<i>Quantità</i>
Small (5 m)	Spherical	Small trunk	5
	Cylindric	Small trunk	1
Medium (15 m)	Spherical	Medium trunk	16
	Cylindric	Small trunk	2

In seguito alla definizione del modello, si inseriscono come input i valori climatici relativi alle diverse ore del giorno (**tabella 1**) e si procede alla simulazione. La durata totale della simulazione per l'intera area di analisi è stata di 21 giorni.

Visualizzazione 2D  
del modello relativo a  
una porzione urbana  
dello stato di fatto, con  
inserimento di edificato,  
tipologia di superfici e  
vegetazione



Visualizzazione 3D del  
modello



### 3. Elaborazione degli output

Una volta conclusa la simulazione è possibile determinare l'indice di comfort microclimatico PET, attraverso l'estensione BioMet. Il software risolve l'equazione di bilancio termico dell'individuo a partire dai dati atmosferici e dalla  $T_{mrt}$  calcolati da ENVI\_MET, valutando la condizione di benessere termoigrometrico per il tipico uomo adulto (35 anni, 75 kg, 1,75m) (Scalzo, 2019).

In seguito all'ottenimento degli output dal modulo BioMet, è possibile visualizzare ed esportare i risultati come immagini attraverso il modulo Leonardo. A tal fine è necessario selezionare l'orario o il range del quale estrarre l'indice PET, insieme alla quota utile ( $z = 1,5$  m).

Allo stesso modo, sempre all'interno del modulo Leonardo, è possibile inoltre ottenere, tra gli altri, gli output relativi ai valori di temperatura dell'aria e superficiale ( $^{\circ}C$ ), esportandoli anche questa volta come immagine, dopo aver selezionato l'orario desiderato e la quota utile.

### 4. Osservazioni sugli output dello stato di fatto

Osservando le esportazioni relative all'indice di comfort microclimatico **PET** relative allo stato di fatto, si può notare come le aree di maggior criticità sono quelle in cui è presente una minor densità edilizia e quindi un grado minore di ombreggiamento. Al contrario, le zone in cui si rileva un abbassamento delle temperature sono quelle alberate od ombreggiate dagli edifici. Durante l'intera giornata si registrano **condizioni di caldo estremo ( $>41$   $^{\circ}C$ )**, che interessano ampie porzioni dell'area di progetto.

Anche la **temperatura dell'aria** è influenzata da questi fattori: le zone più critiche sono soprattutto quelle contraddistinte dall'assenza di elementi

ombreggianti e vegetazione. La  $T_a$ , calcolata ad un'altezza di 1,5 m, è influenzata anche dalla **temperatura superficiale** dei materiali. Questa, come si può vedere dagli output " $T_{surface}$ ", assume valori nettamente maggiori in corrispondenza dell'asfalto stradale, caratterizzato da un basso valore di albedo (0,1). Al contrario, decresce notevolmente in prossimità delle zone alberate ed ombreggiate e, lievemente, in corrispondenza dei marciapiedi, il cui materiale (*Granit Pavement*) presenta un albedo di 0,3.

Scala di valutazione PET ►  
(Gómez et al., 2013)

Sensazione termica	PET (C°)
Molto freddo	<4
Freddo	4 - 8
Fresco	8 - 13
Fresco moderato	13-18
Comfort	18 - 23
Caldo moderato	23 - 29
Caldo	29-35
Molto caldo	35 - 41
Caldo estremo	> 41

## Indicazioni per la lettura dei risultati

Nelle pagine seguenti vengono riportati i risultati ottenuti dalle simulazioni, i quali ci forniscono informazioni sulla temperatura dell'aria, sull'indice PET e sulle temperature superficiali. Questi sono esportati sotto forma di immagine, nella quale si mostra la mappa dell'area presa in considerazione, dove ogni colore corrisponde a un valore di temperatura in gradi celsius. Le esportazioni riportate in seguito si riferiscono alle condizioni microclimatiche relative alle ore 10, 12, 15 e 18.

Ogni mappa possiede una propria legenda, la quale riporta i valori minimi e massimi di temperatura presenti nell'area in quell'esatto momento. L'intervallo tra i due valori, ossia la differenza tra temperatura massima e minima, viene suddivisa su una scala di dieci valori, resa graficamente attraverso una gradazione "a falsi colori". In questo modo siamo in grado di conoscere la temperatura dell'aria e superficiale - tra le altre caratteristiche - di ogni singolo punto del modello di coordinate (x,y,z).

Per visualizzare in modo più immediato l'efficacia (o meno) delle strategie proposte e i relativi risvolti sullo stato attuale, sono stati affiancati gli output relativi allo stato di fatto e allo stato progettuale di uno stesso orario.

È importante ribadire che **ogni mappa gode di una propria legenda**, per il cui il confronto non può avvenire basandosi sulla comparazione tra i colori di una coppia di mappe, ma dovrà tener conto della propria scala di valori e dei valori massimi e minimi riportati.

# Verifica dell'efficacia delle strategie di progetto

Sulla base dei risultati ottenuti dalle simulazioni effettuate sullo stato di fatto, sono state avanzate delle proposte progettuali, con il fine di correggere o migliorare, per quanto possibile, le condizioni delle aree sui cui sono state riscontrate maggiori criticità in termini di comfort ambientale. La determinazione dei lotti è stata altresì frutto dell'analisi morfologica e funzionale del costruito, compatibilmente con gli elevati tempi di calcolo richiesti dal software ENVI-met. Una volta definite le strategie durante la fase progettuale, ne abbiamo verificato l'efficacia relativamente al miglioramento del comfort termico esterno e del microclima a livello locale. L'efficacia di tali soluzioni viene testata lanciando ulteriori simulazioni, in seguito alla modellazione dell'area allo stato progettuale.

Le principali strategie adottate per la mitigazione del microclima possono essere così sintetizzate:

- Incremento del verde
- Incremento di alberi e installazione di strutture ombreggianti
- Devaping/sostituzione dei materiali impermeabili

In particolare, si andrà ad agire sui seguenti spazi esterni:

- Aree pedonalizzate
- Spazi interstiziali/cortili interni edifici residenziali
- Vuoti urbani
- Sezione stradale

Per ridurre i tempi di simulazione, piuttosto che analizzare l'area di progetto nella sua interezza, abbiamo scelto 3 zone ridotte sulle quali andare a verificare gli effetti delle soluzioni previste.





0

10

20

50 m

# Simulazione 1

## *Vuoto urbano*

Il primo lotto analizzato, in cui è stata condotta una valutazione delle condizioni microclimatiche pre e post-progetto, corrisponde all'area circostante al vuoto urbano, dove abbiamo precedentemente previsto l'inserimento della struttura adibita a parcheggio multipiano.

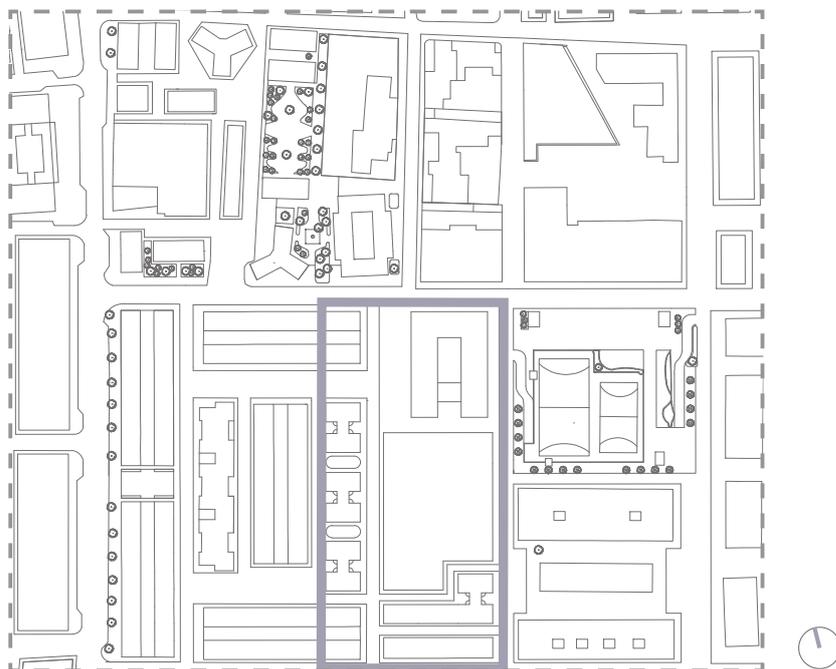
In questa porzione urbana le strategie adottate sono state le seguenti:

-Sostituzione dell'asfalto stradale con pavimentazione in calcestruzzo chiaro (albedo 0,6) in corrispondenza delle aree pedonalizzate.

- Inserimento del nuovo edificio destinato a parking per i residenti, disponente di pareti verdi e tetto verde.

-Incremento di vegetazione attraverso l'inserimento di prati e alberi.

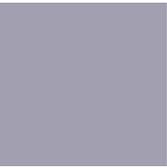
- Inserimento di pavimentazione drenante (albedo 0,3) in corrispondenza dei viali alberati.



La densificazione del costruito, così come riportato in letteratura, ha risvolti positivi rispetto alla mitigazione del microclima. Attraverso l'inserimento dell'edificio adibito a parking e l'incremento di vegetazione ed alberi, oltre alla riqualificazione dell'area in abbandono, si consente la pedonalizzazione delle aree interne e la riqualificazione delle corti, attraverso la sostituzione della pavimentazione esistente; si riducono le distanze da percorrere in auto (consentendo per altro verso anche un diffuso miglioramento della qualità dell'aria, con evidenti ripercussioni anche sul piano della salute) e si consente la realizzazione di nuove aree ombreggiate, nonché un generale miglioramento del comfort termico outdoor.

Osservando le mappe inerenti alla temperatura dell'aria e all'indice PET è possibile visualizzare i dati e confrontarli con lo stato di fatto. Si nota un **generale raffrescamento delle temperature**, particolarmente evidente durante le ore centrali della giornata (ore 12 e ore 15), che si può apprezzare in maniera ancor più immediata attraverso gli output relativi alle sezioni urbane. La riduzione potenziale delle temperature e dell'indice PET coinvolge soprattutto l'area alberata e ombreggiata dal nuovo edificio.

Tuttavia si può notare come la porzione corrispondente alla strada carrabile, situata a est rispetto all'edificio, sia interessata da valori massimi di temperatura superiori rispetto allo stato di fatto. Per questa ragione, al netto di eventuali "errori di bordo" ricorrenti in questo tipo di analisi, in via precauzionale si propone di realizzare il nuovo edificio su pilotis, permeabile al piano terra (così come riportato nella vista progettuale), in modo da



consentire un maggiore passaggio del vento, che consentirebbe un maggiore raffrescamento delle aree circostanti.

Un confronto più diretto si può svolgere mediante le mappe delle temperature superficiali, nelle quali sono stati scelti tre punti corrispondenti a tre diversi materiali, scelti in fase di progetto, in sostituzione a quelli attuali. Si ottiene una **significativa diminuzione delle temperature superficiali** nel corso dell'intera giornata - fino a 10 gradi nelle ore più critiche - i cui benefici condizionano indirettamente anche temperatura dell'aria e PET.



# Simulazione 1



Attualmente vuoto urbano (demolizione degli edifici avvenuta nel 2019)

Fonte: Google Earth

Area soggetta a simulazione (88 x 165 m)  
Stato di fatto



Area soggetta a simulazione (88 x 165 m)  
Proposta progettuale



Scala 1:1000

Mitigazione del microclima mediante densificazione del costruito. Il nuovo edificio, dimensionato sulla base della stima del numero di residenti nell'area, ha funzione di parking e ospita servizi di sharing mobility.



Pedonalizzazione dell' area e riqualificazione delle aree residenziali, consentite dalla realizzazione del nuovo parcheggio multipiano destinato ai residenti dell'area.

Sostituzione materiale persistente con pavimentazione in calcestruzzo chiaro



Incremento di  
alberi

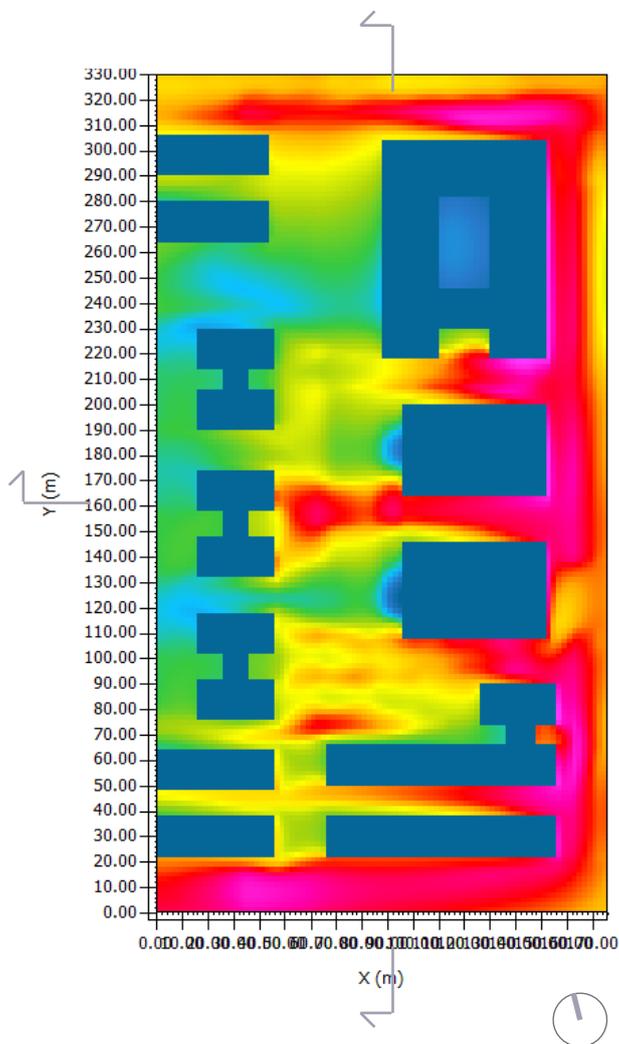
Sostituzione materiale  
persistente con  
pavimentazione  
drenante

# Temperatura dell'aria

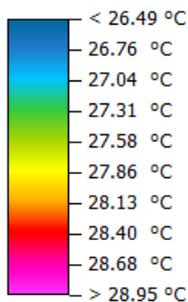
Piano x/y (z = 1,5 m)

22.07.2019, ore 10

Proposta progettuale

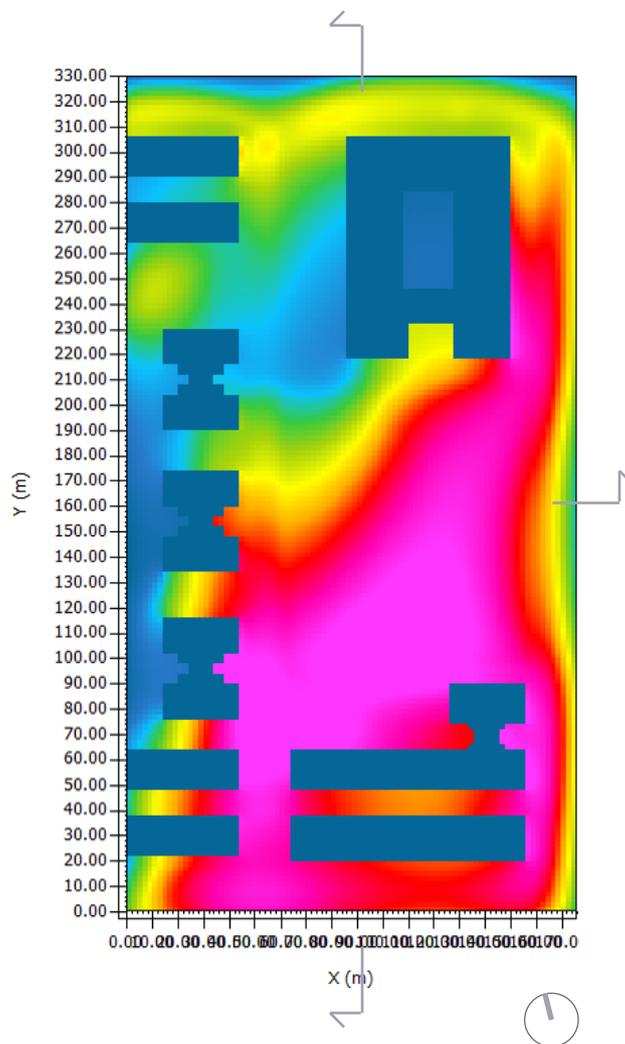


Potential Air Temperature

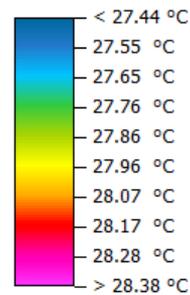


Min: 26.49 °C  
Max: 29.22 °C

Stato di fatto



Potential Air Temperature



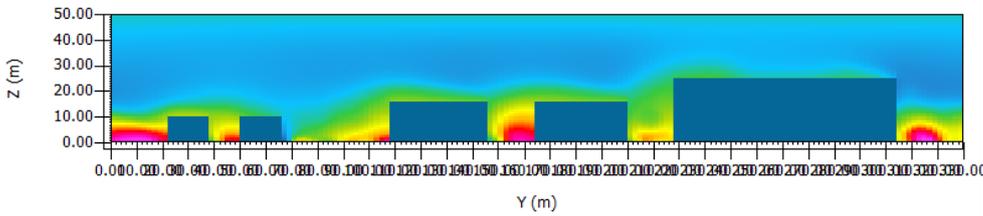
Min: 27.44 °C  
Max: 28.49 °C

# Temperatura dell'aria

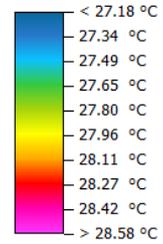
22.07.2019, ore 10

Piano y/z (x = 101 m)

Proposta progettuale

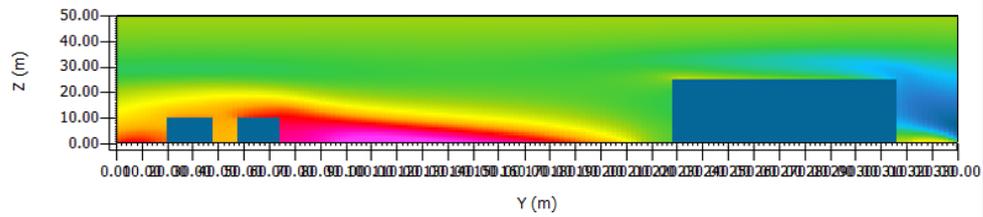


Potential Air Temperature

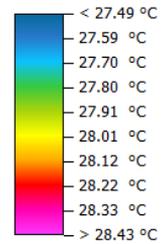


Min: 27.18 °C  
Max: 28.73 °C

Stato di fatto



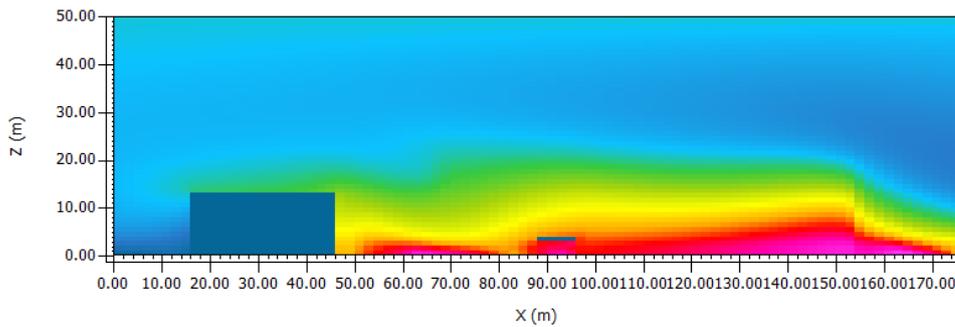
Potential Air Temperature



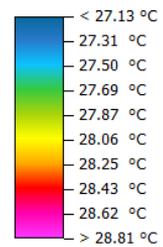
Min: 27.49 °C  
Max: 28.54 °C

Piano x/z (y = 161 m)

Proposta progettuale

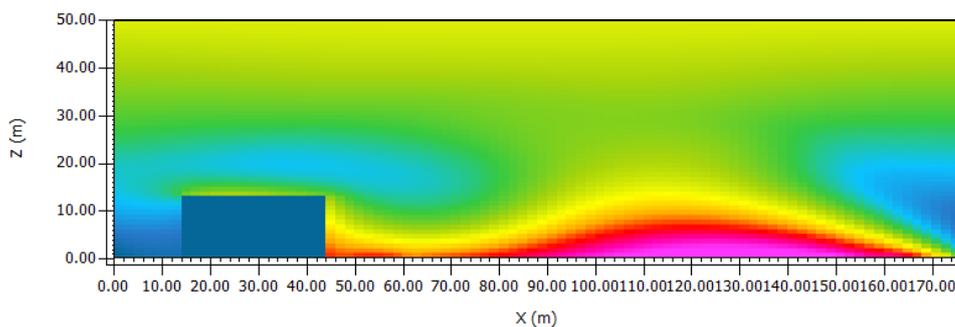


Potential Air Temperature

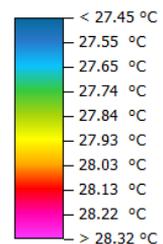


Min: 27.13 °C  
Max: 29.00 °C

Stato di fatto



Potential Air Temperature



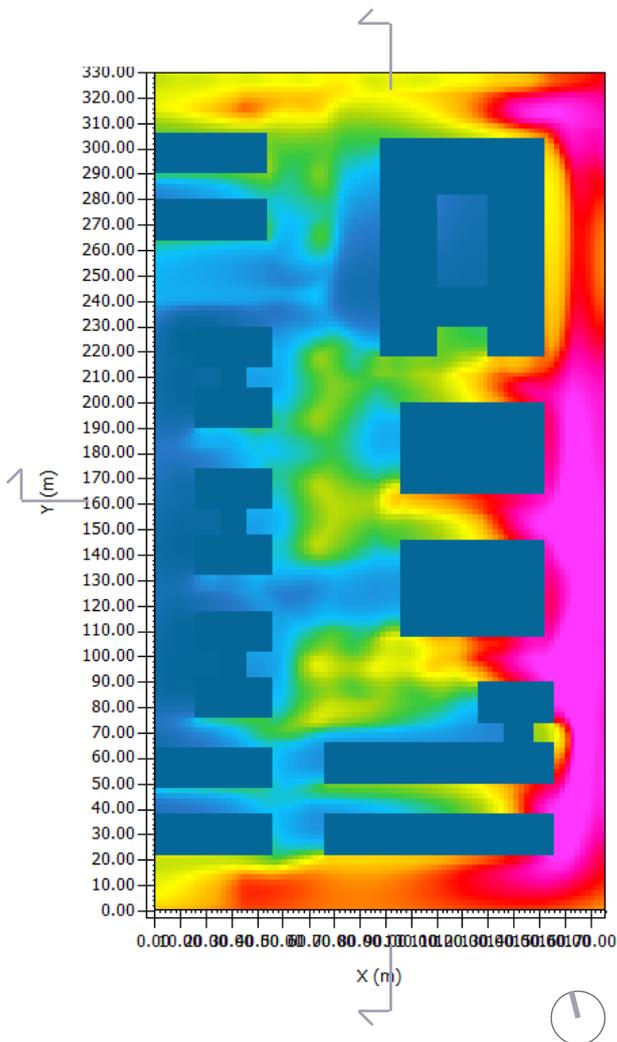
Min: 27.45 °C  
Max: 28.41 °C

# Temperatura dell'aria

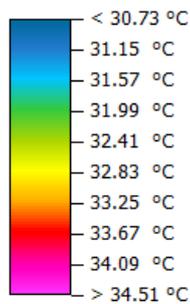
Piano x/y (z = 1,5 m)

22.07.2019, ore 12

Proposta progettuale

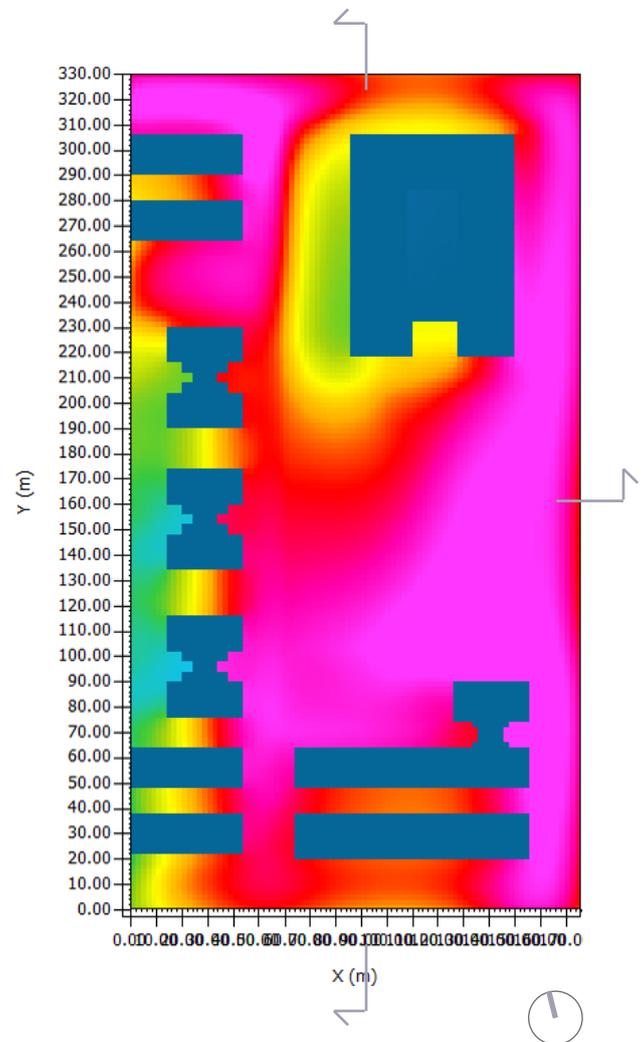


Potential Air Temperature

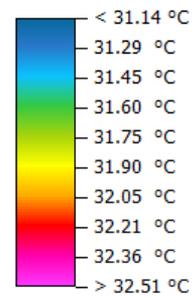


Min: 30.73 °C  
Max: 34.93 °C

Stato di fatto



Potential Air Temperature



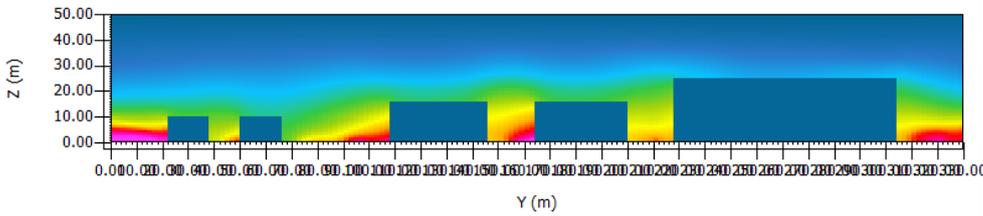
Min: 31.14 °C  
Max: 32.66 °C

# Temperatura dell'aria

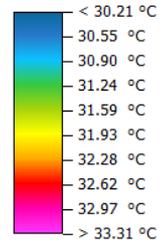
22.07.2019, ore 12

Piano y/z (x = 101 m)

Proposta progettuale

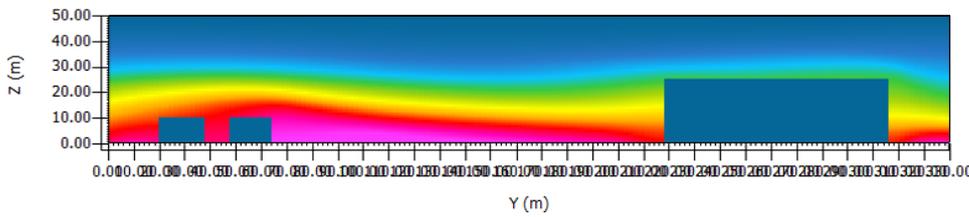


Potential Air Temperature

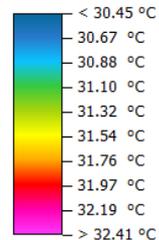


Min: 30.21 °C  
Max: 33.31 °C

Stato di fatto



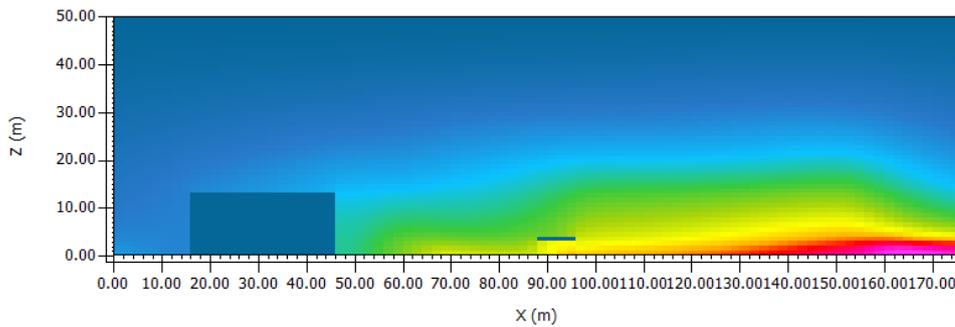
Potential Air Temperature



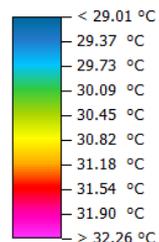
Min: 30.45 °C  
Max: 32.63 °C

Piano x/z (y = 161 m)

Proposta progettuale

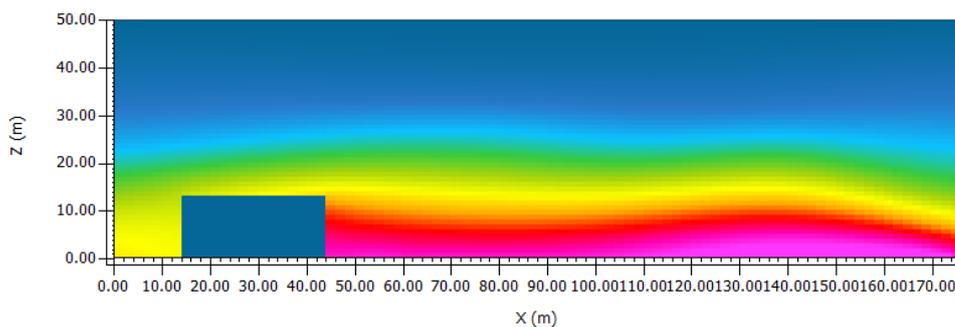


Potential Air Temperature

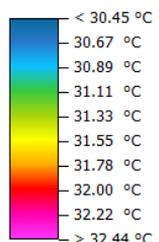


Min: 29.01 °C  
Max: 32.62 °C

Stato di fatto



Potential Air Temperature



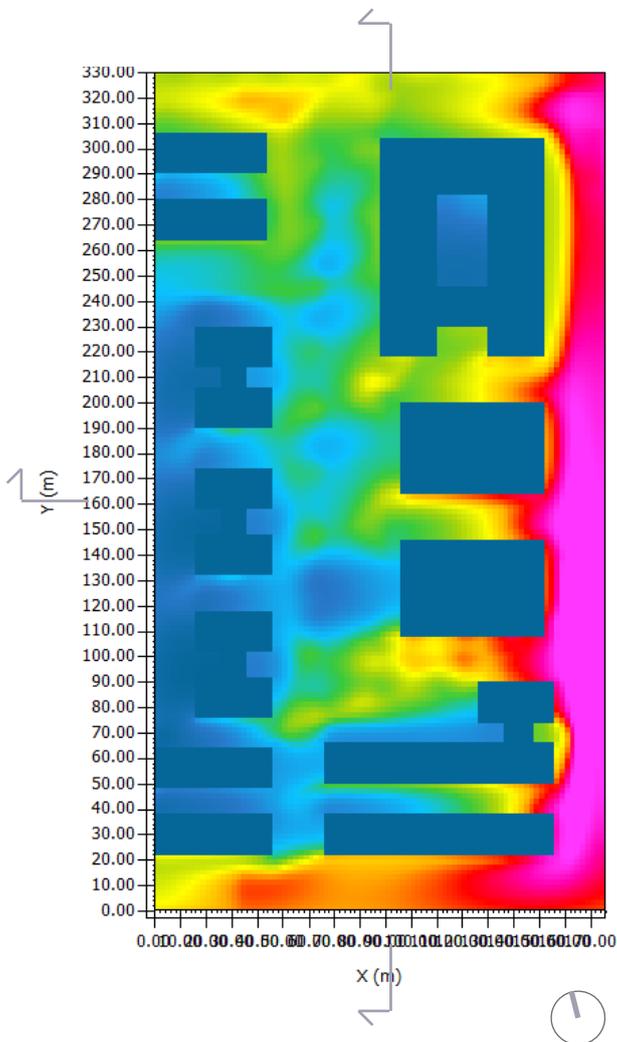
Min: 30.45 °C  
Max: 32.66 °C

# Temperatura dell'aria

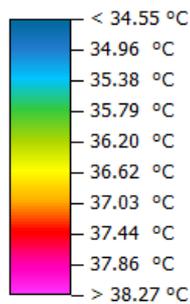
Piano x/y (z = 1,5 m)

22.07.2019, ore 15

Proposta progettuale

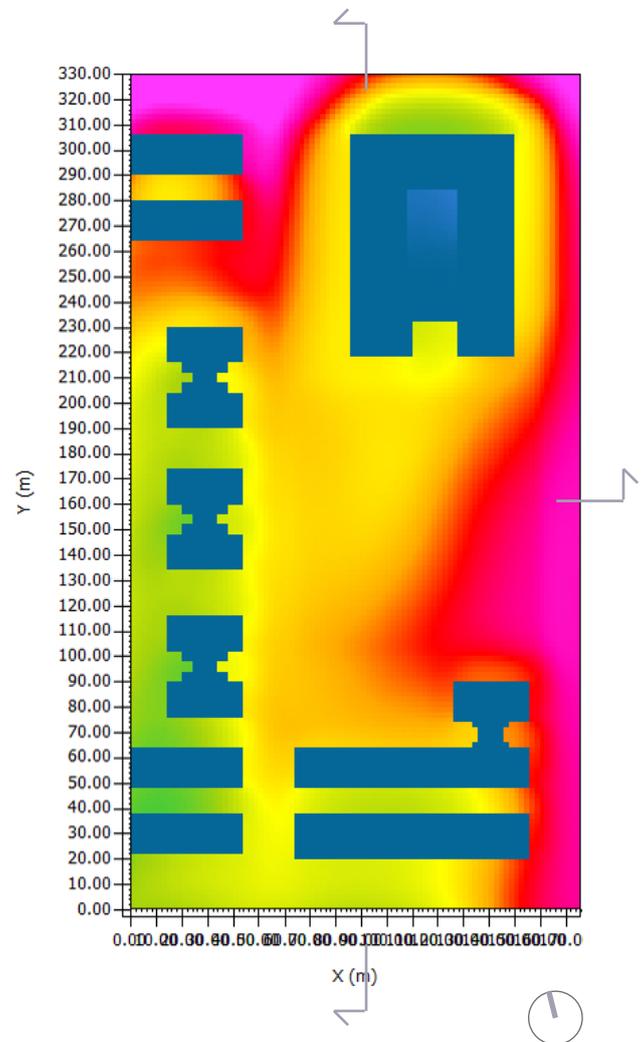


Potential Air Temperature

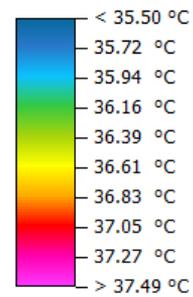


Min: 34.55 °C  
Max: 38.68 °C

Stato di fatto



Potential Air Temperature



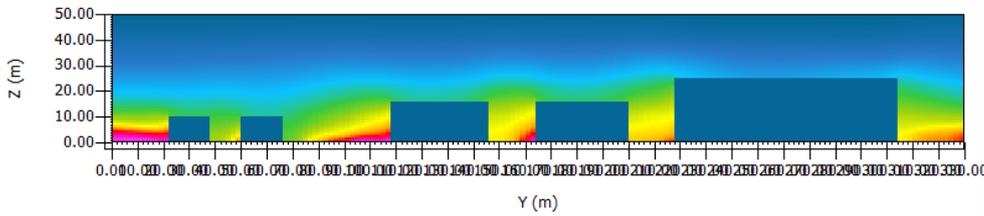
Min: 35.50 °C  
Max: 37.71 °C

# Temperatura dell'aria

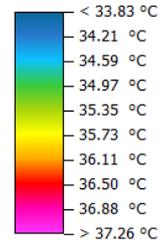
22.07.2019, ore 15

Piano y/z (x = 101 m)

Proposta progettuale

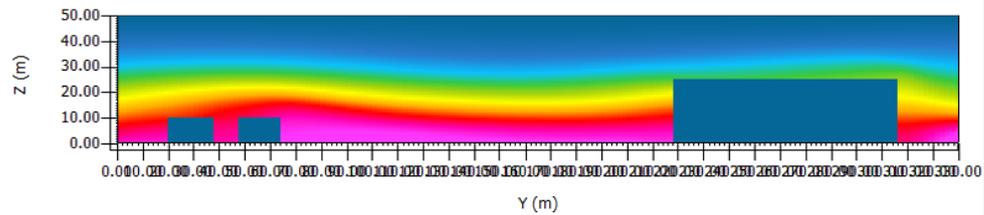


Potential Air Temperature

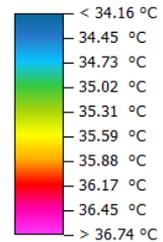


Min: 33.83 °C  
Max: 37.64 °C

Stato di fatto



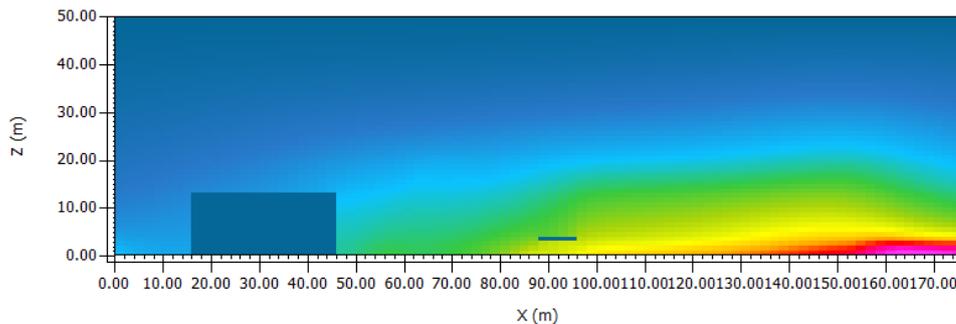
Potential Air Temperature



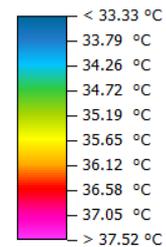
Min: 34.16 °C  
Max: 37.03 °C

Piano x/z (y = 161 m)

Proposta progettuale

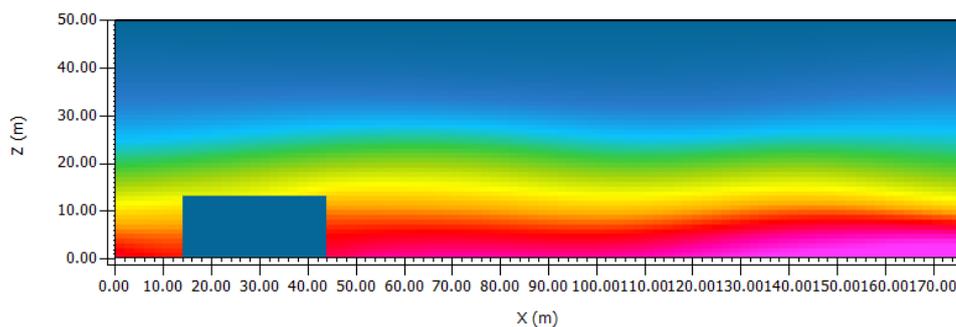


Potential Air Temperature

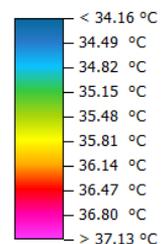


Min: 33.33 °C  
Max: 37.98 °C

Stato di fatto



Potential Air Temperature



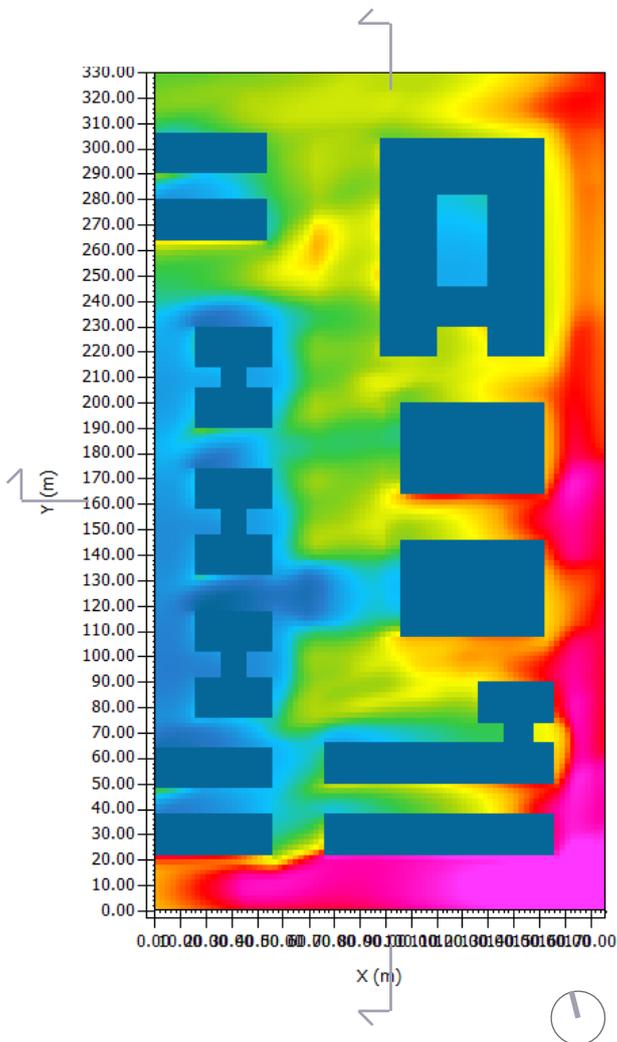
Min: 34.16 °C  
Max: 37.46 °C

# Temperatura dell'aria

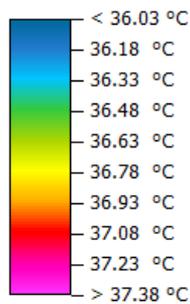
Piano x/y (z = 1,5 m)

22.07.2019, ore 18

Proposta progettuale

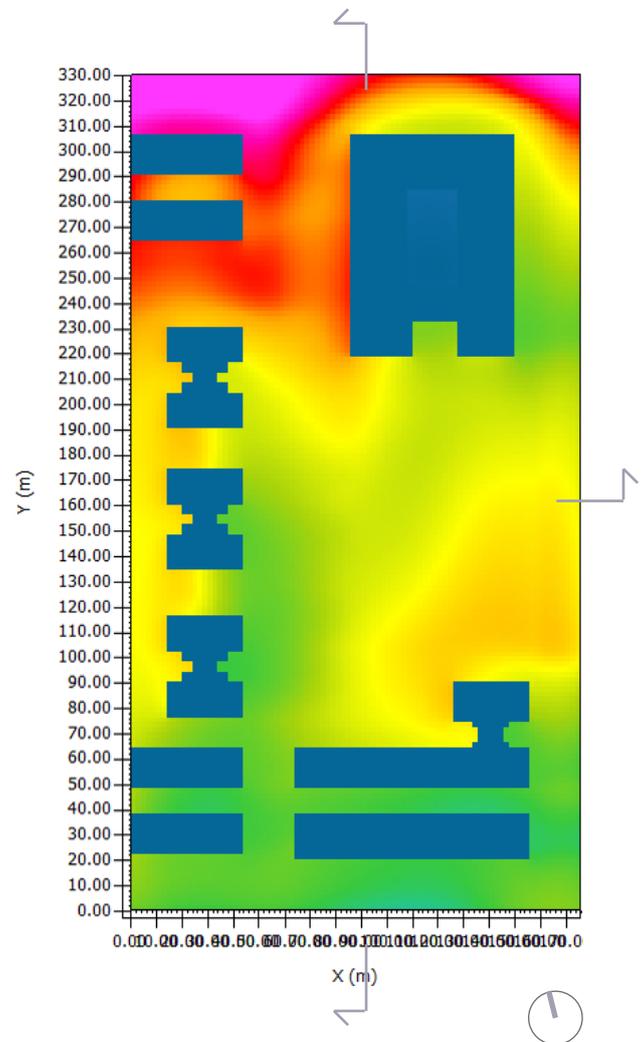


Potential Air Temperature

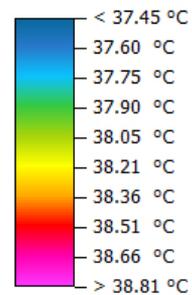


Min: 36.03 °C  
Max: 37.53 °C

Stato di fatto



Potential Air Temperature



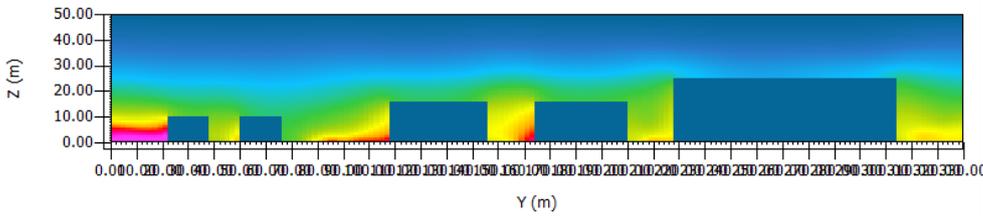
Min: 37.45 °C  
Max: 38.97 °C

# Temperatura dell'aria

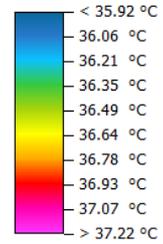
22.07.2019, ore 18

Piano y/z (x = 101 m)

Proposta progettuale

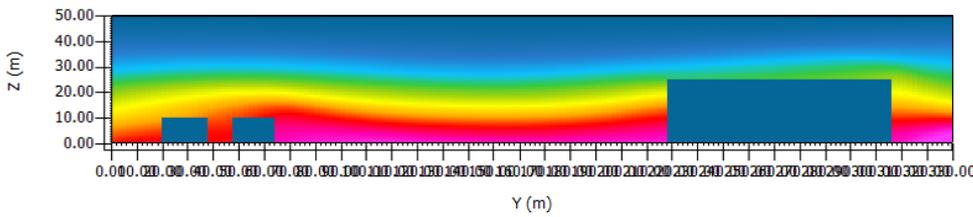


Potential Air Temperature

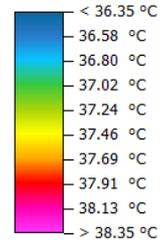


Min: 35.92 °C  
Max: 37.36 °C

Stato di fatto



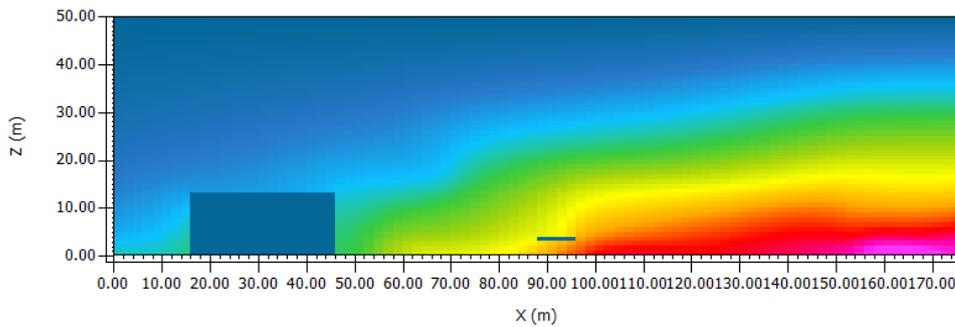
Potential Air Temperature



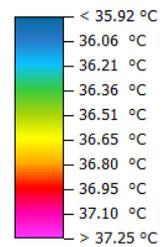
Min: 36.35 °C  
Max: 38.57 °C

Piano x/z (y = 161 m)

Proposta progettuale

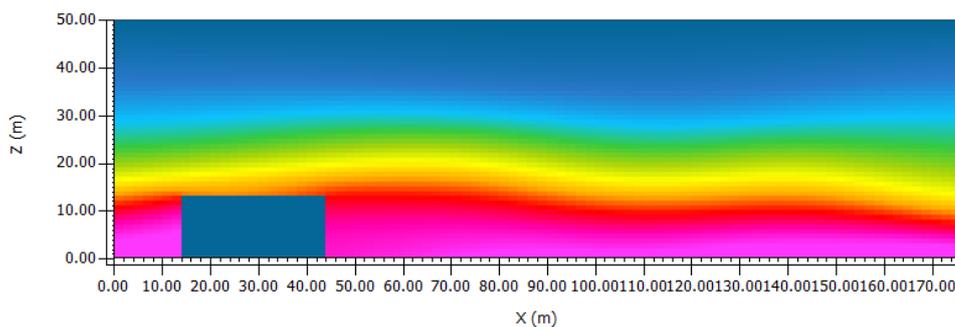


Potential Air Temperature

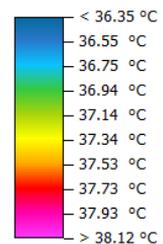


Min: 35.92 °C  
Max: 37.39 °C

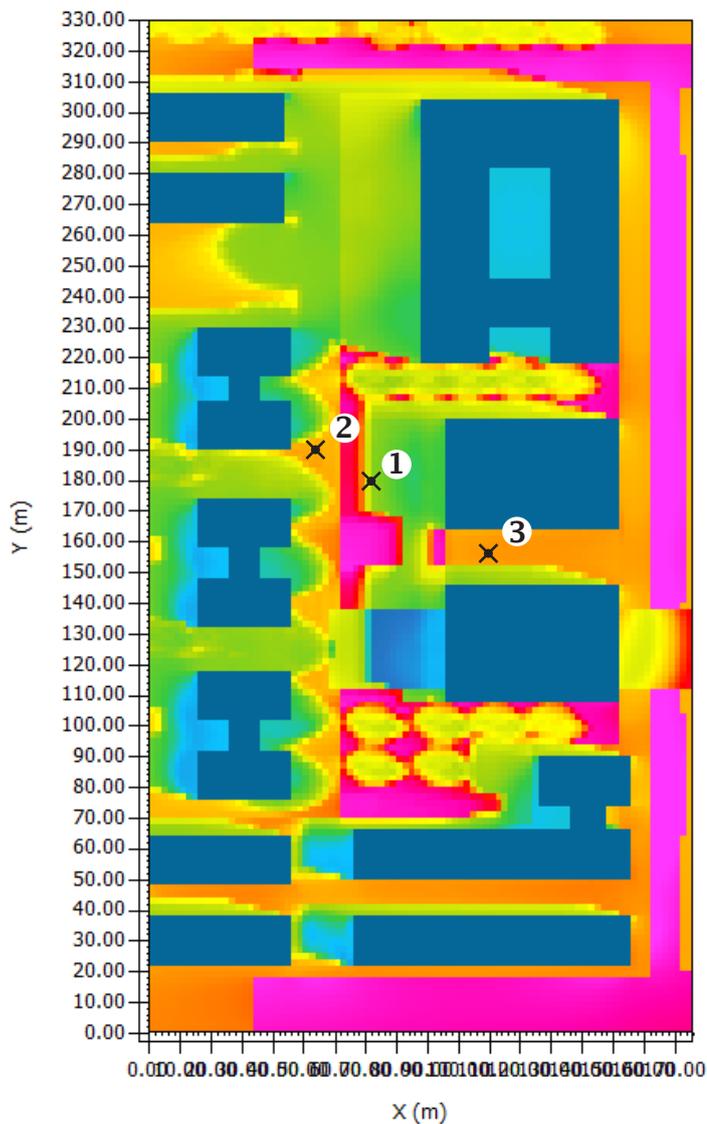
Stato di fatto



Potential Air Temperature

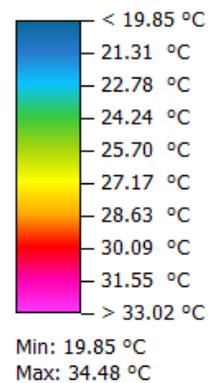


Min: 36.35 °C  
Max: 38.32 °C



Proposta  
progettuale

T Surface



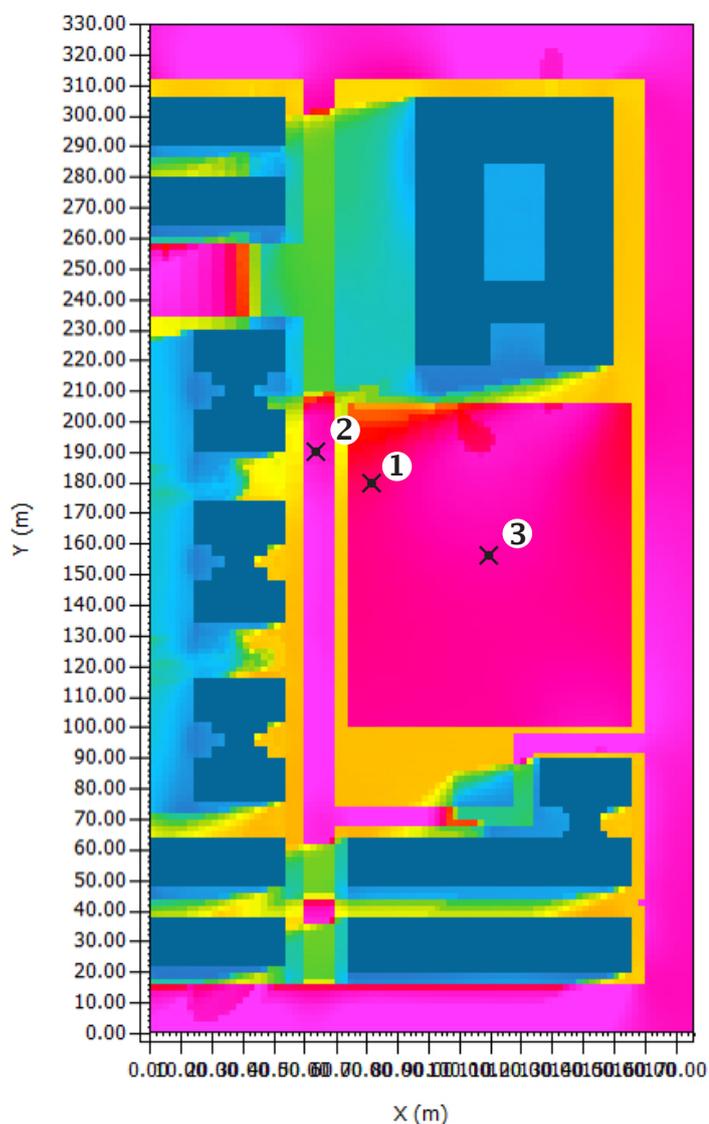
Temperature puntuali

- ① 24,68 °C    \_Pav. drenante (a = 0,3)
- ② 28,5 °C    \_Calcestruzzo chiaro (a = 0,6)
- ③ 28,8 °C    \_Prato (a = 0,2)

# Temperatura superficiale

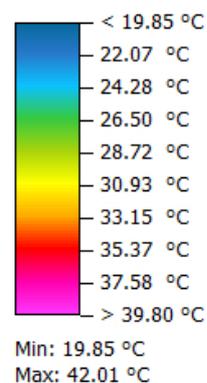
Piano x/y

22.07.2019, ore 10



Stato di fatto

T Surface



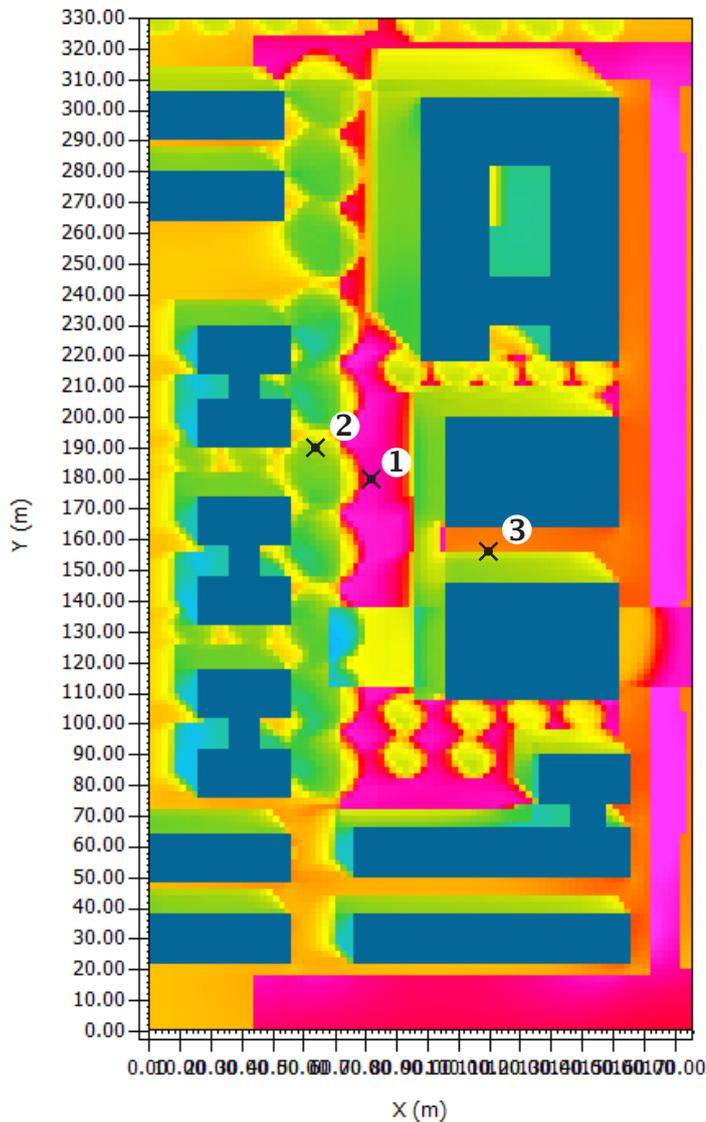
Temperature puntuali

- ① 36,74 °C    \_Suolo libero (a = 0,17)
- ② 38,27 °C    \_Asfalto (a = 0,1)
- ③ 37,53 °C    \_Suolo libero (a = 0,17)

# Temperatura superficiale

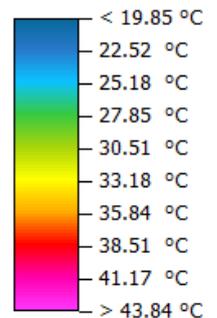
22.07.2019, ore 12

Piano x/y



Proposta  
progettuale

T Surface



Min: 19.85 °C  
Max: 46.50 °C

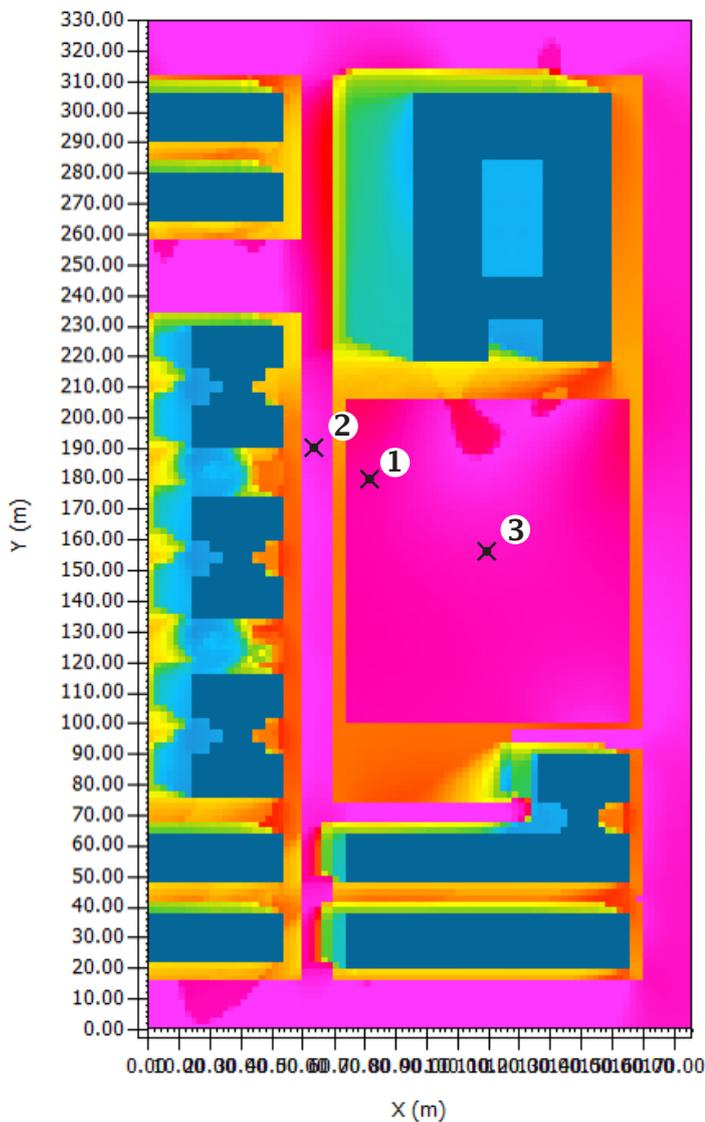
Temperature puntuali

- ① 40,3 °C    \_Pav. drenante (a = 0,3)
- ② 30,44 °C    \_Calcestruzzo chiaro (a = 0,6)
- ③ 31,61 °C    \_Prato (a = 0,2)

# Temperatura superficiale

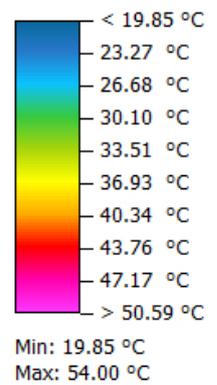
Piano x/y

22.07.2019, ore 12



Stato di fatto

T Surface



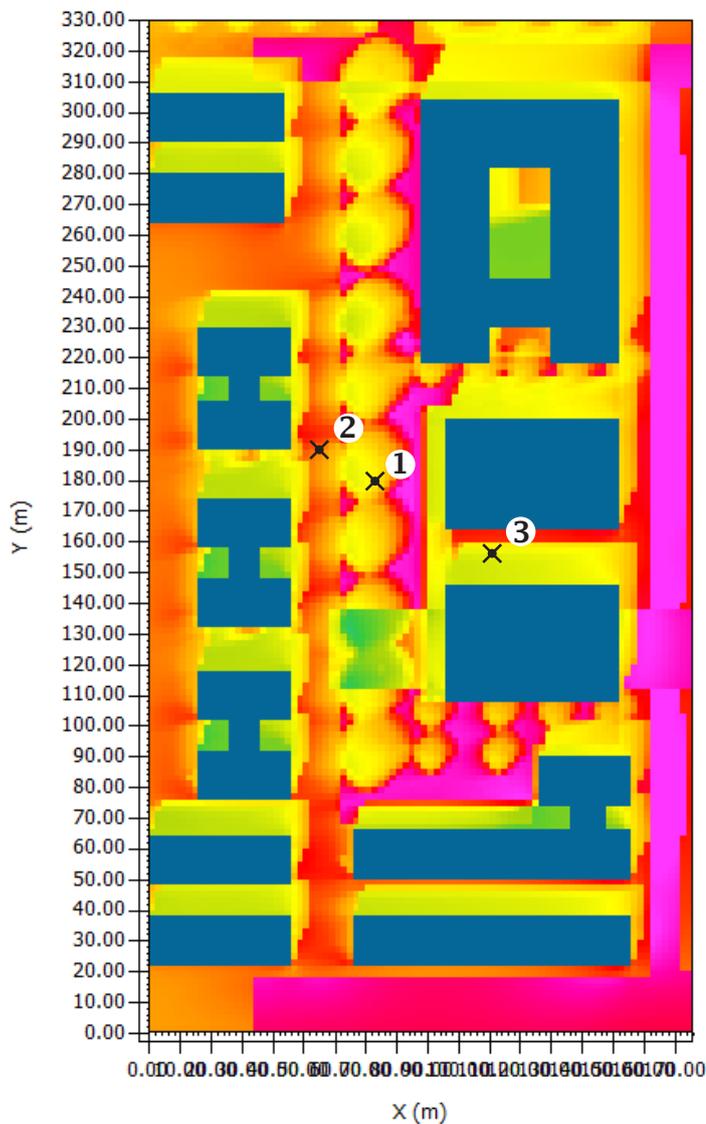
Temperature puntuali

- ① 47,16 °C \_Suolo libero (a = 0,17)
- ② 49,54 °C \_Asfalto (a = 0,1)
- ③ 48,08 °C \_Suolo libero (a = 0,17)

# Temperatura superficiale

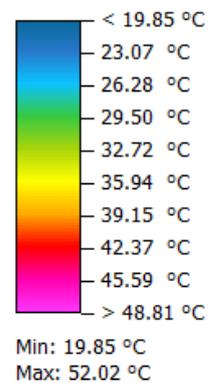
22.07.2019, ore 15

Piano x/y



Proposta  
progettuale

T Surface



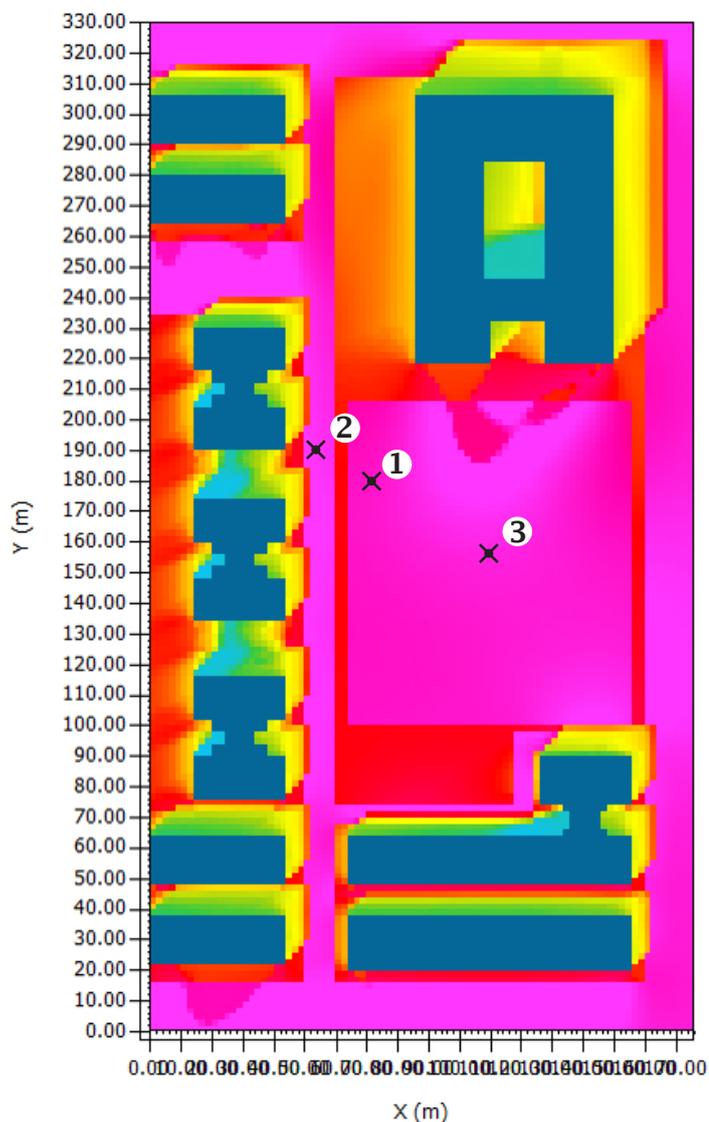
Temperature puntuali

- ① 39,22 °C    \_Pav. drenante (a = 0,3)
- ② 40,94 °C    \_Calcestruzzo chiaro (a = 0,6)
- ③ 34,99 °C    \_Prato (a = 0,2)

# Temperatura superficiale

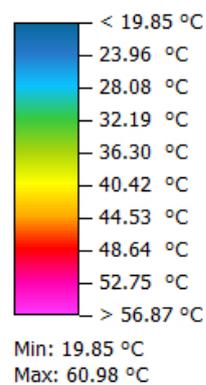
Piano x/y

22.07.2019, ore 15



Stato di fatto

T Surface



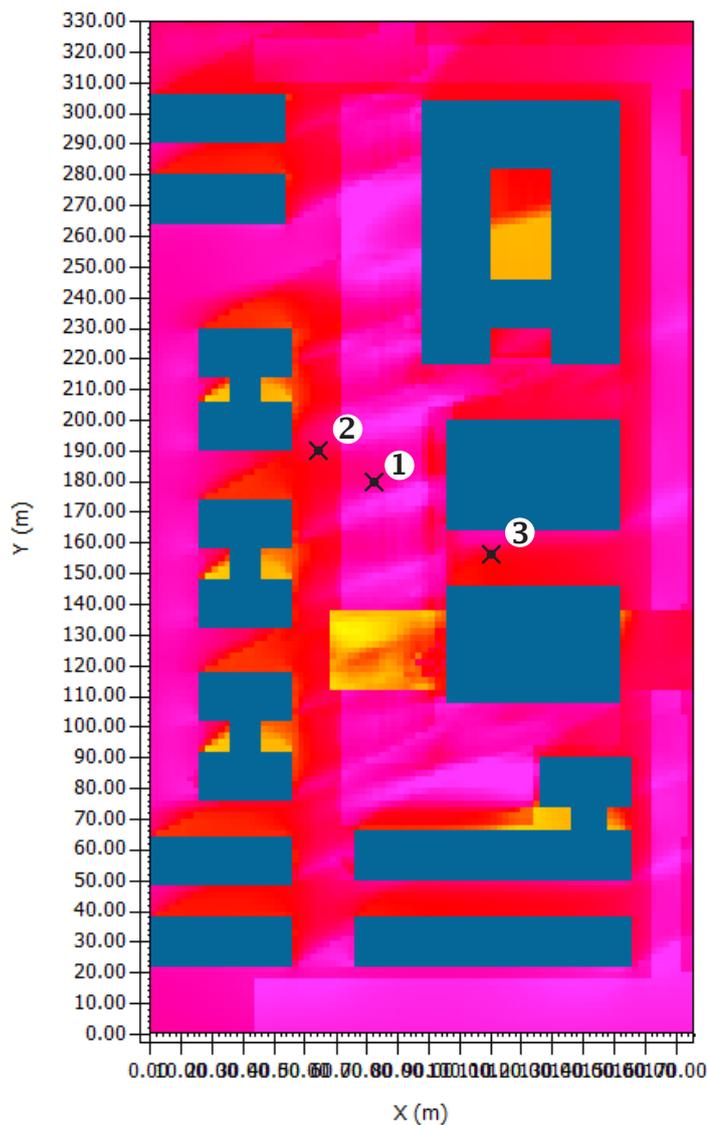
Temperature puntuali

- ① 54,19 °C    \_Suolo libero (a = 0,17)
- ② 56,36 °C    \_Asfalto (a = 0,1)
- ③ 55,19 °C    \_Suolo libero (a = 0,17)

# Temperatura superficiale

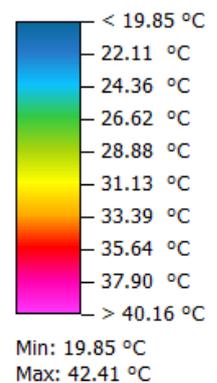
22.07.2019, ore 18

Piano x/y



Proposta  
progettuale

T Surface



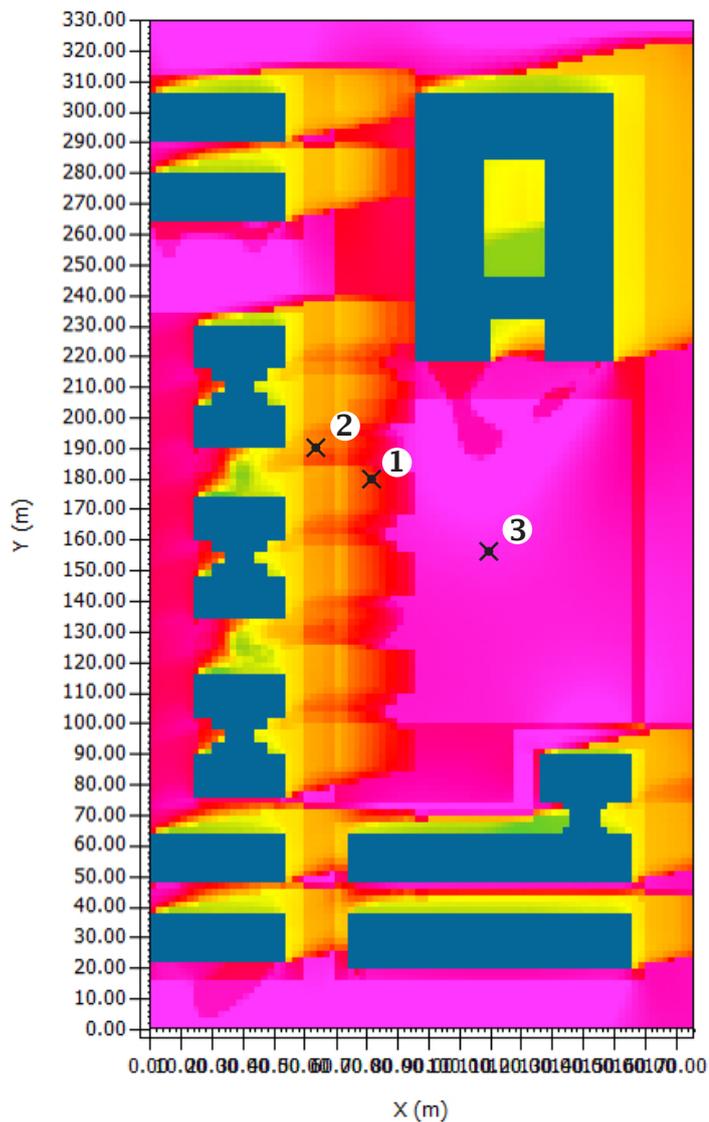
Temperature puntuali

- ① 37,62 °C    \_Pav. drenante (a = 0,3)
- ② 36,63 °C    \_Calcestruzzo chiaro (a = 0,6)
- ③ 35,96 °C    \_Prato (a = 0,2)

# Temperatura superficiale

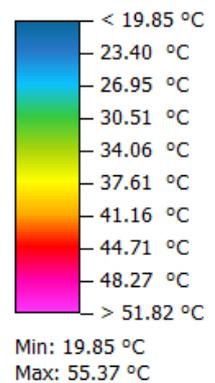
Piano x/y

22.07.2019, ore 18



Stato di fatto

T Surface

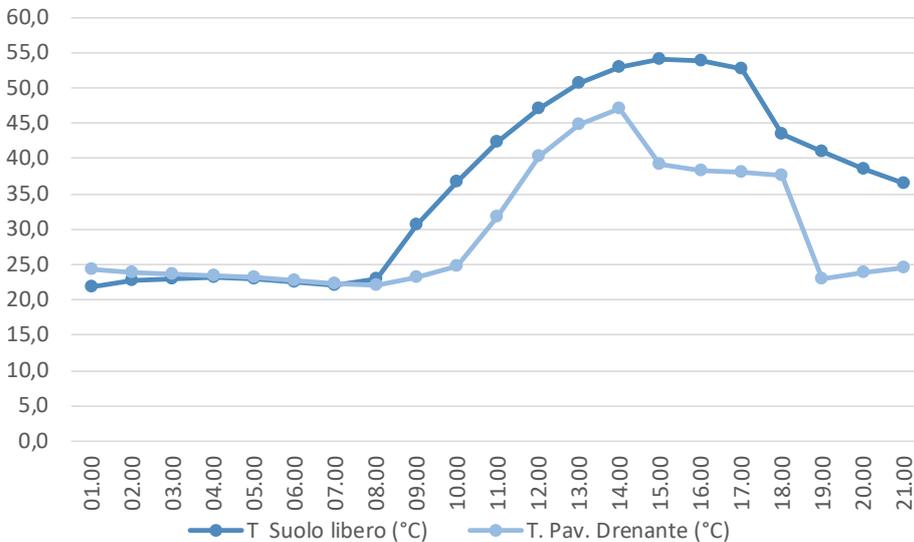


Temperature puntuali

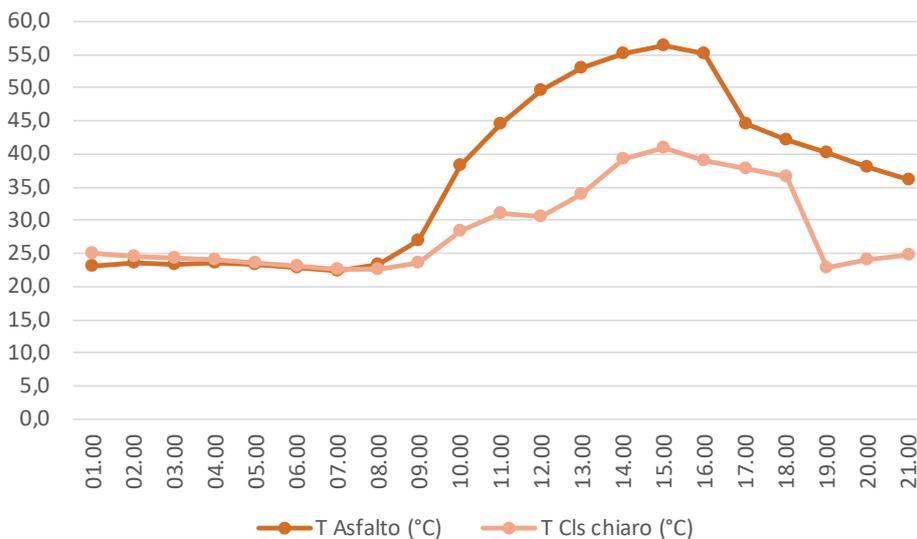
- ① 43,4 °C    \_Suolo libero (a = 0,17)
- ② 42,13 °C    \_Asfalto (a = 0,1)
- ③ 50,72 °C    \_Suolo libero (a = 0,17)

# Profilo giornaliero delle temperature superficiali

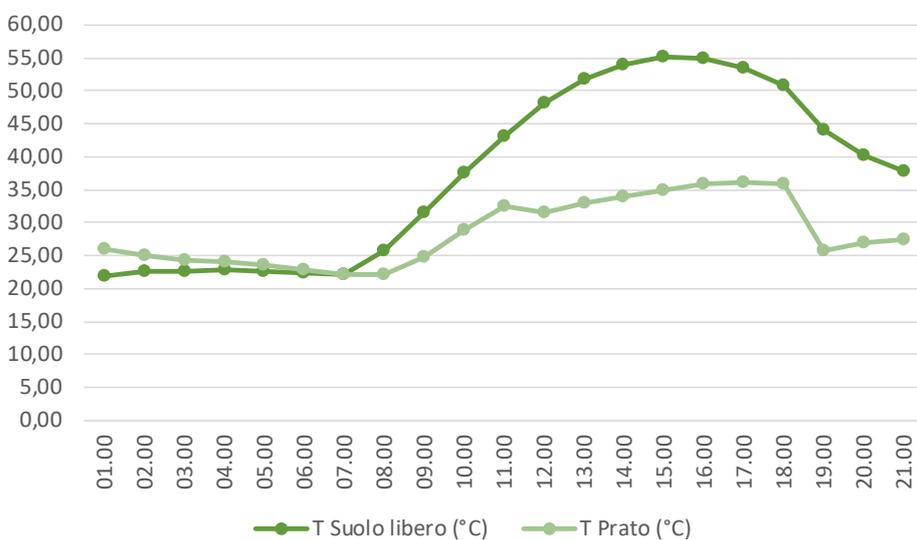
Punto 1

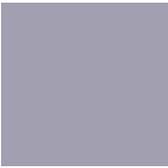


Punto 2



Punto 3





---

Il punto analizzato si trova nell'area corrispondente al vuoto urbano, la cui superficie nello stato di fatto corrisponde a un tipo di suolo composto da ciottolato misto a cemento (albedo: 0,17). Si propone la sostituzione del materiale persistente con una pavimentazione drenante, con albedo pari a 0,3. La proposta progettuale consiste inoltre nell'ombreggiare l'area mediante la predisposizione di filari di alberi. Durante l'intera giornata l'andamento della temperatura superficiale relativa al materiale di progetto, nel punto analizzato, è inferiore rispetto allo stato di fatto, raggiungendo il valore massimo alle ore 14 di circa 45 °C, contro un precedente picco di quasi 55 °C.

---

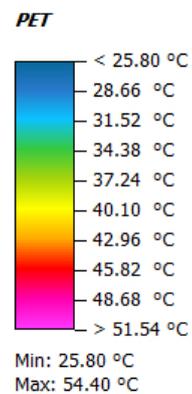
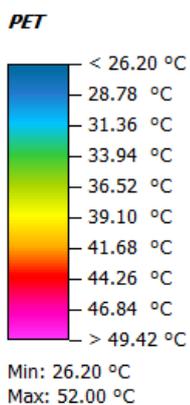
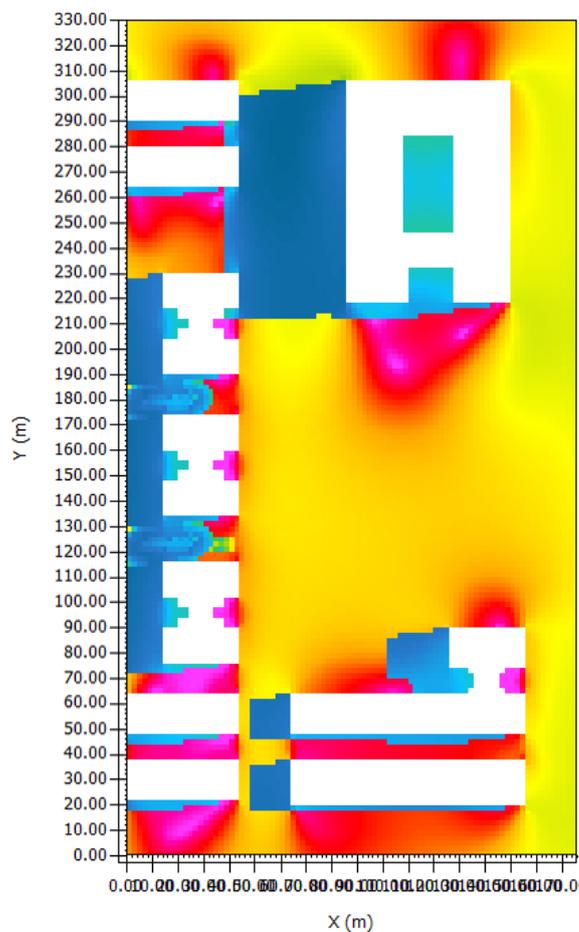
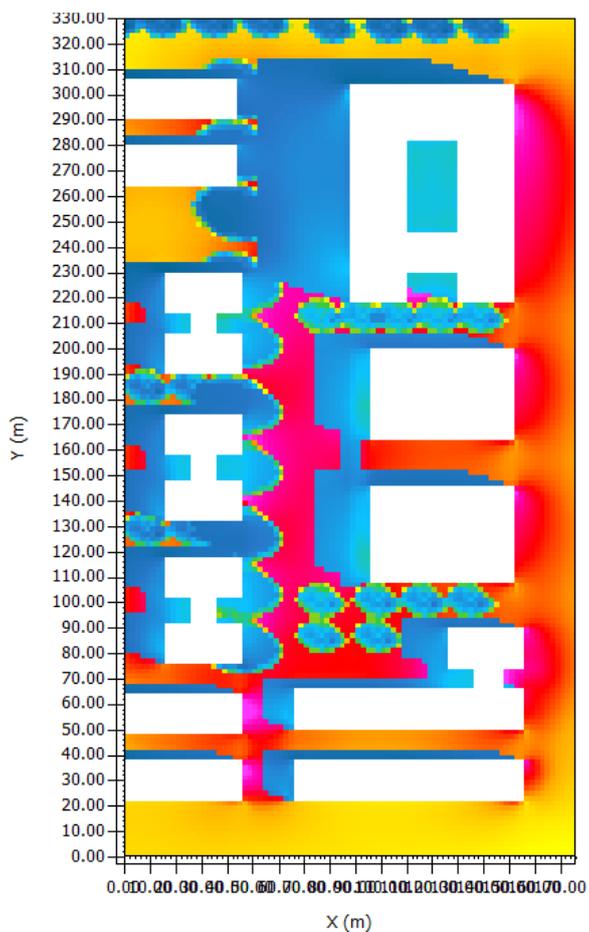
Il punto 2 corrisponde all'area pedonalizzata, per la quale abbiamo previsto la sostituzione dell'asfalto stradale (albedo 0,1) con una pavimentazione in calcestruzzo chiaro caratterizzata da valori di albedo superiori (concrete pavement light su Envi-met, con albedo pari a 0,6). La maggior capacità di riflettere la radiazione solare del materiale di progetto (e quindi un minor assorbimento di calore), comporta una riduzione della temperatura superficiale nel punto analizzato durante l'intera giornata. Il picco si registra alle ore 15 per entrambi i materiali, ma con una differenza di 15 °C tra i valori massimi.

---

Come nel primo caso, anche il punto 3 si trova nell'area del vuoto urbano, in cui attualmente è presente il suolo libero, risultato della demolizione degli edifici persistenti. Il nuovo edificio previsto fornisce un buon grado di ombreggiamento, dato anche dalla predisposizione di alberi su tutta l'area, determinando un maggior raffrescamento dell'aria. Il punto analizzato, per quanto riguarda la proposta progettuale, appartiene a una superficie verde di tipo prato. L'andamento della temperatura superficiale decresce significativamente durante le ore diurne. Si registra un picco di 35 °C contro un valore massimo di 55 °C dello stato di fatto.

Proposta progettuale

Stato di fatto

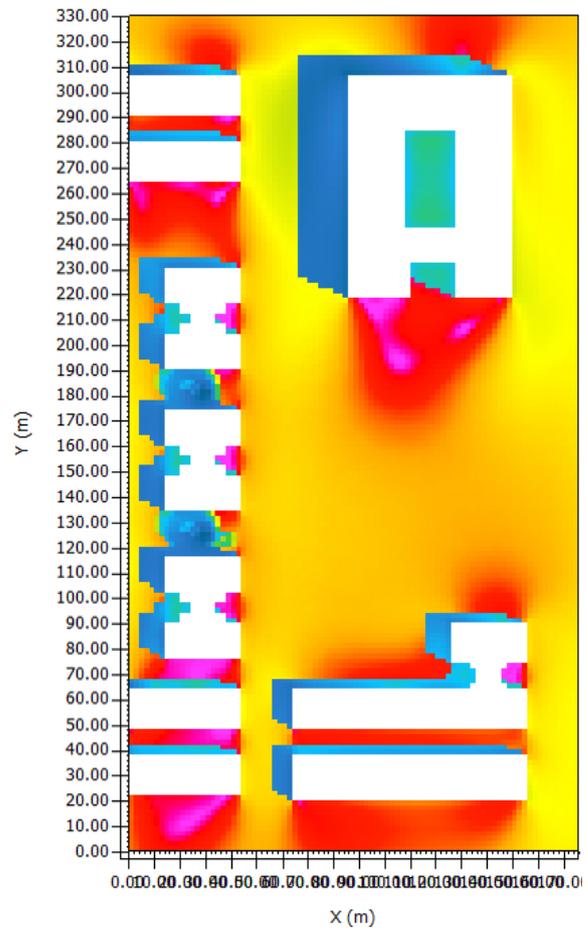
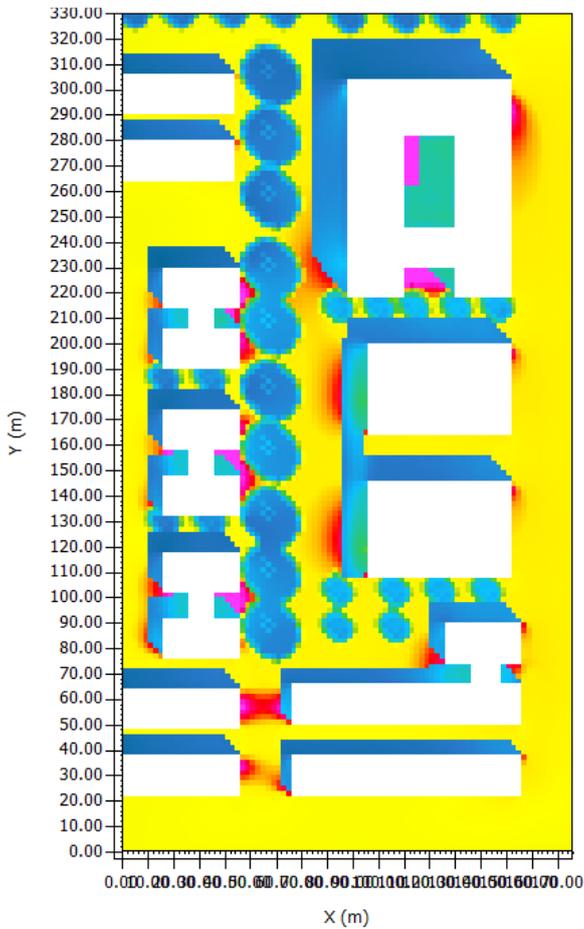


Piano x/y (z = 1,5 m)

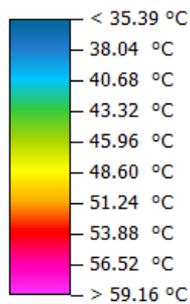
22.07.2019, ore 12

Proposta progettuale

Stato di fatto

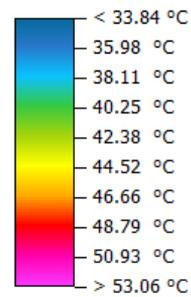


PET



Min: 35.39 °C  
Max: 61.80 °C

PET



Min: 33.84 °C  
Max: 55.20 °C

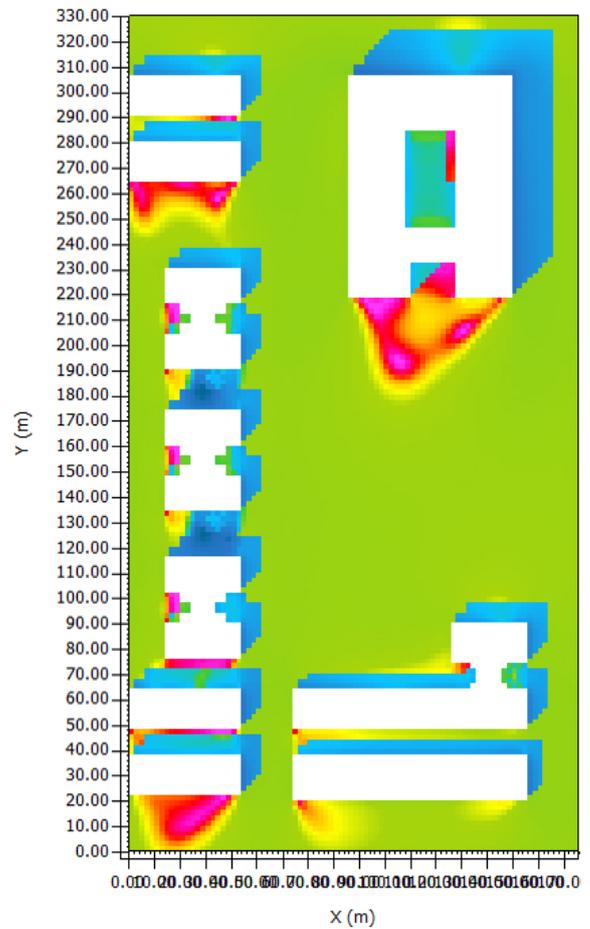
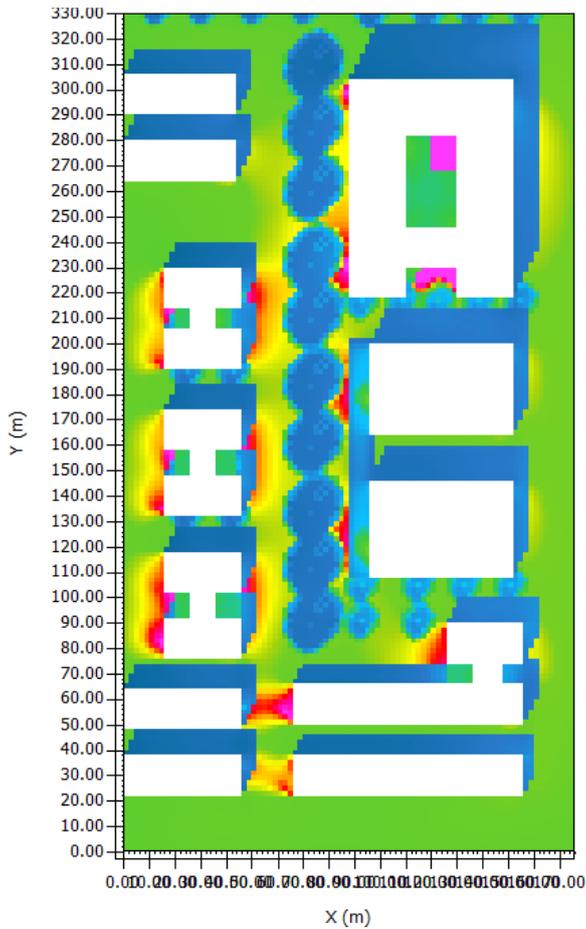
# PET

22.07.2019, ore 15

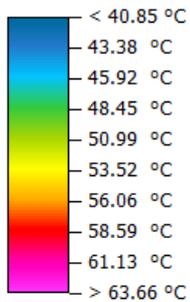
Piano x/y (z = 1,5 m)

Proposta progettuale

Stato di fatto

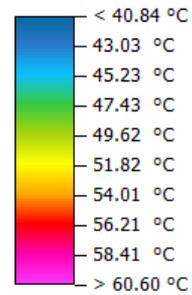


PET



Min: 40.85 °C  
Max: 66.20 °C

PET



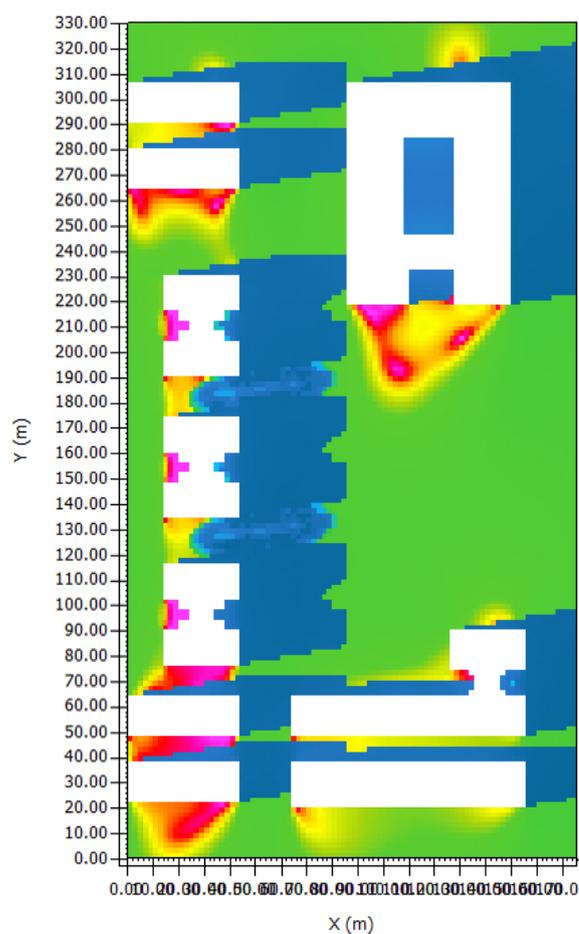
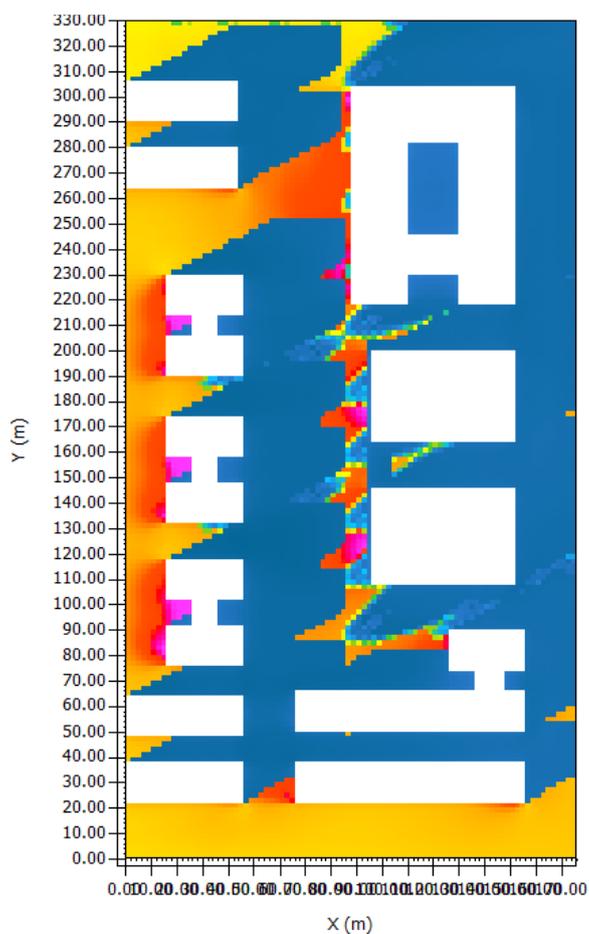
Min: 40.84 °C  
Max: 62.80 °C

Piano x/y (z = 1,5 m)

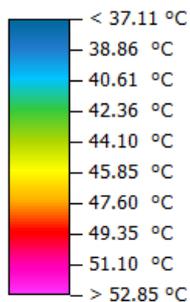
22.07.2019, ore 18

Proposta progettuale

Stato di fatto

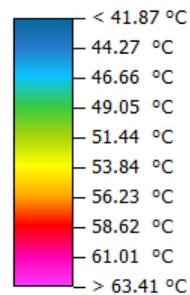


**PET**



Min: 37.11 °C  
Max: 54.60 °C

**PET**



Min: 41.87 °C  
Max: 65.80 °C

## Simulazione 2

### *Zona residenziale*

Il secondo lotto analizzato corrisponde all'area residenziale situata a sud-ovest, di cui abbiamo precedentemente proposto la chiusura al traffico veicolare.

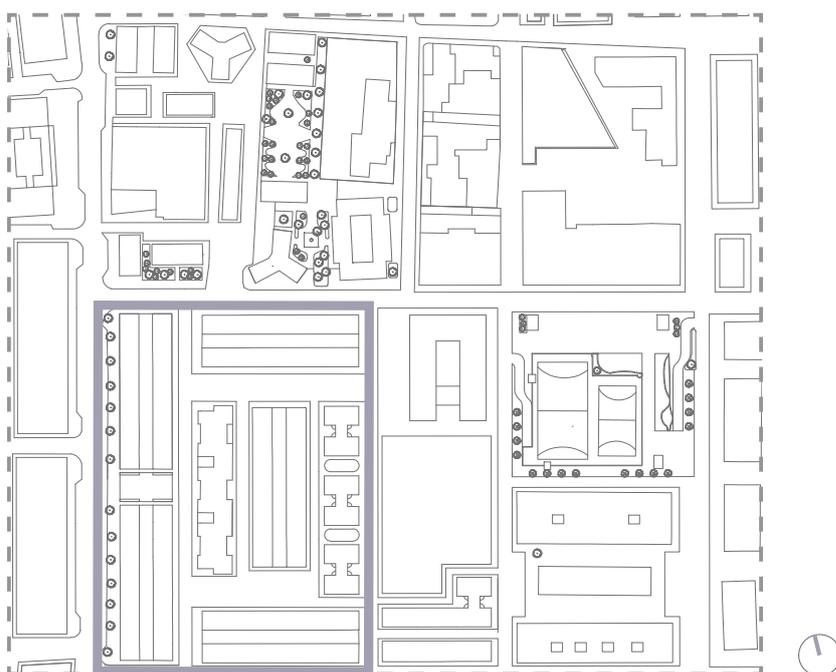
In questa porzione urbana le strategie adottate sono state le seguenti:

-Sostituzione dell'asfalto stradale con pavimentazione in calcestruzzo chiaro (albedo 0,6) in corrispondenza delle aree pedonalizzate.

-Inserimento di elementi ombreggiati, come pergole e tettoie.

- Incremento di vegetazione attraverso l'inserimento di viali alberati, prati e orti urbani.

-Inserimento di vasche d'acqua lungo i percorsi e fontane



La sostituzione dell'asfalto stradale con una pavimentazione pedonale caratterizzata da valori superiori di albedo (concrete pavement light su Envi-met, con albedo pari a 0,6), insieme all'incremento di alberi e vegetazione, determina una diffusa mitigazione delle temperature dell'aria su tutta l'area residenziale.

Osservando gli output della temperatura dell'aria relativi allo stato di fatto, si vede come sia presente una maggiore escursione termica rispetto a quelli della proposta progettuale: l'intervallo tra la temperatura massima e minima è maggiore. Ciò si deve alla coesistenza, nello stesso istante, di aree asfaltate altamente esposte ai raggi solari e di zone ombreggiate, come ad esempio avviene lungo canyon con orientamento nord-sud. La sostituzione dell'asfalto con un materiale maggiormente *cool*, in combinazione a strategie di ri-naturalizzazione, mediante l'inserimento di viali alberati e corridoi verdi, che offrono un maggior grado di ombreggiamento e raffrescamento dell'aria, determina un abbassamento generale delle temperature e una minor escursione termica.

Troviamo una conferma di quanto detto analizzando le temperature puntuali superficiali. Confrontando i valori di temperatura dei materiali persistenti e di progetto, possiamo verificare la notevole decrescita delle temperature, per quanto riguarda lo scenario di progetto.

Osservando le mappe relative all'indice PET, si nota infine come ampie zone siano soggette a un miglioramento del comfort termico, soprattutto in prossimità dei viali alberati e delle vasche d'acqua.

# Simulazione 2



Fonte: Google Earth

Area soggetta a simulazione (130 x 165 m)  
Stato di fatto



Area soggetta a simulazione (130 x 165 m)  
Proposta progettuale



Scala 1:1000



Sostituzione materiale  
presistente con  
pavimentazione in  
calcestruzzo chiaro



Incremento  
alberature

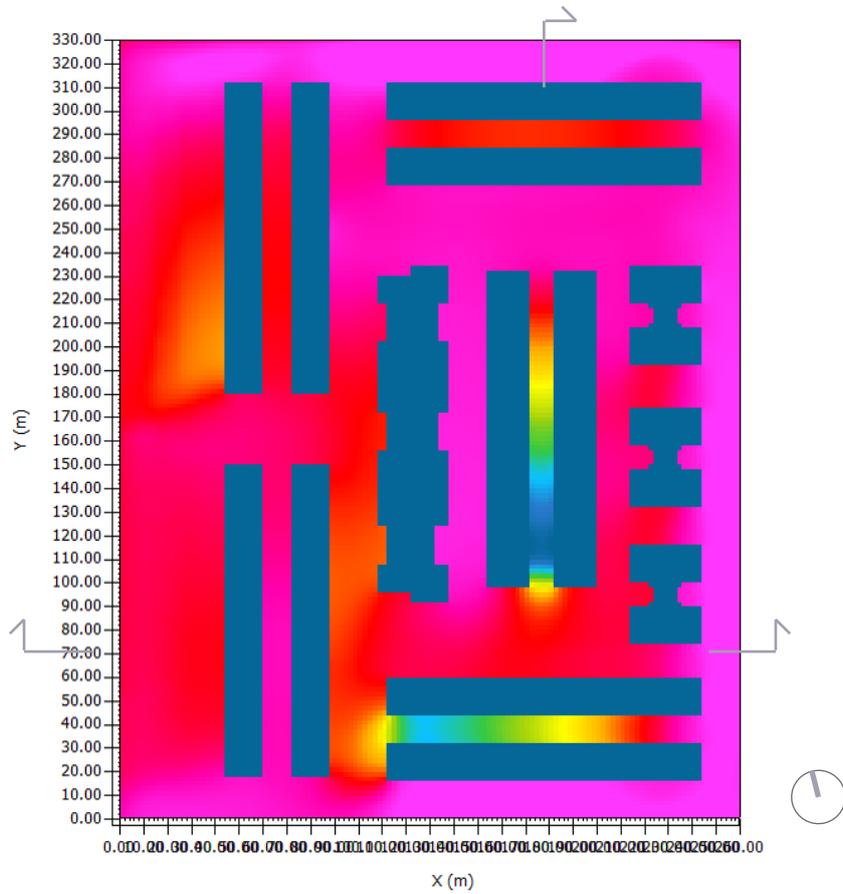
Pergola con funzione  
di schermatura solare

Vasche d'acqua e fontane  
per migliorare il microclima  
mediante raffreddamento  
evaporativo e come occasione  
di riqualificazione ambientale

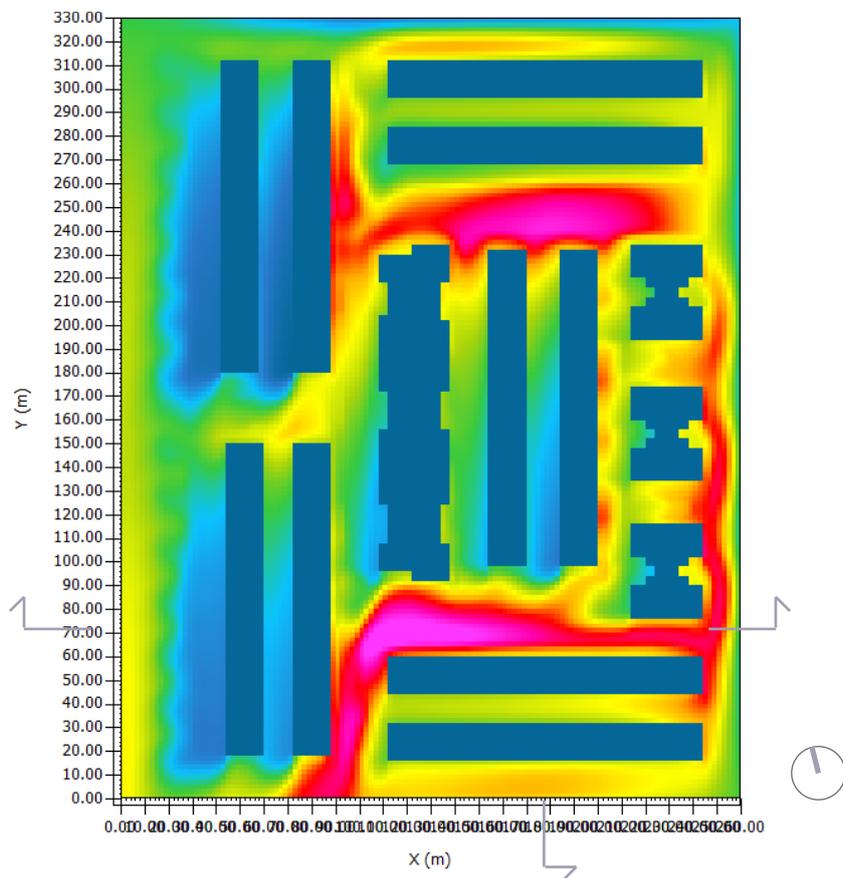
# Temperatura dell'aria

Piano x/y (z = 1,5 m)

22.07.2019, ore 10



Proposta progettuale



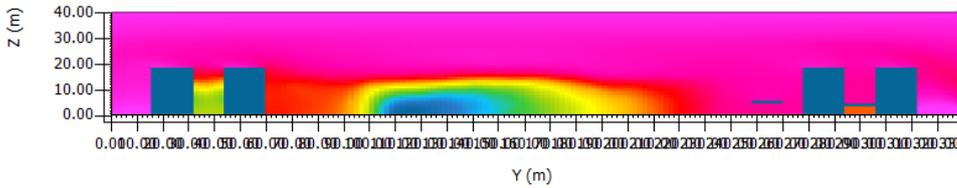
Stato di fatto

# Temperatura dell'aria

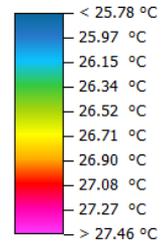
22.07.2019, ore 10

Piano y/z (x = 177 m)

Proposta progettuale

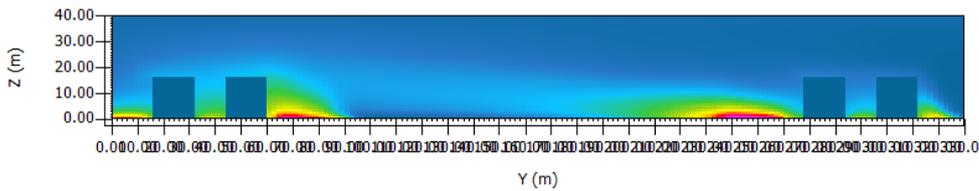


Potential Air Temperature

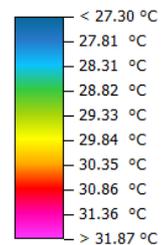


Min: 25.78 °C  
Max: 27.64 °C

Stato di fatto



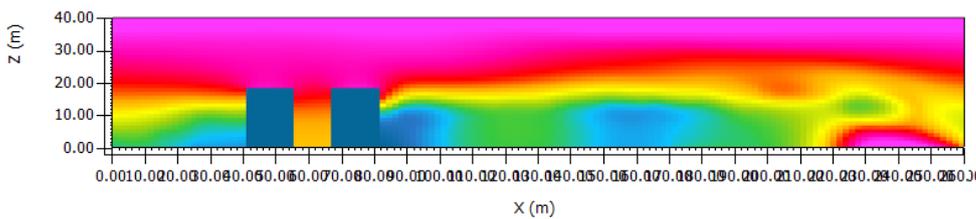
Potential Air Temperature



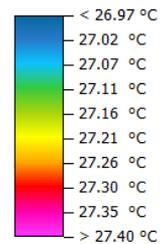
Min: 27.30 °C  
Max: 32.38 °C

Piano x/z (y = 71 m)

Proposta progettuale

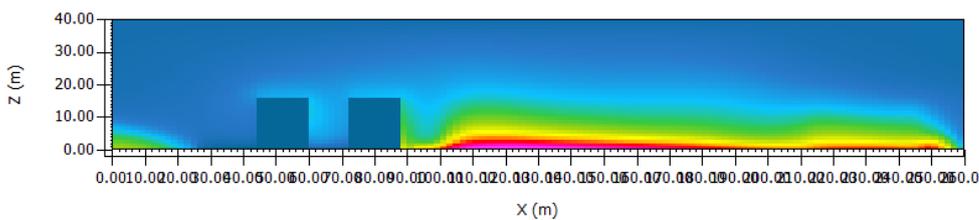


Potential Air Temperature

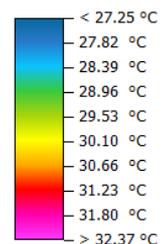


Min: 26.97 °C  
Max: 27.45 °C

Stato di fatto



Potential Air Temperature

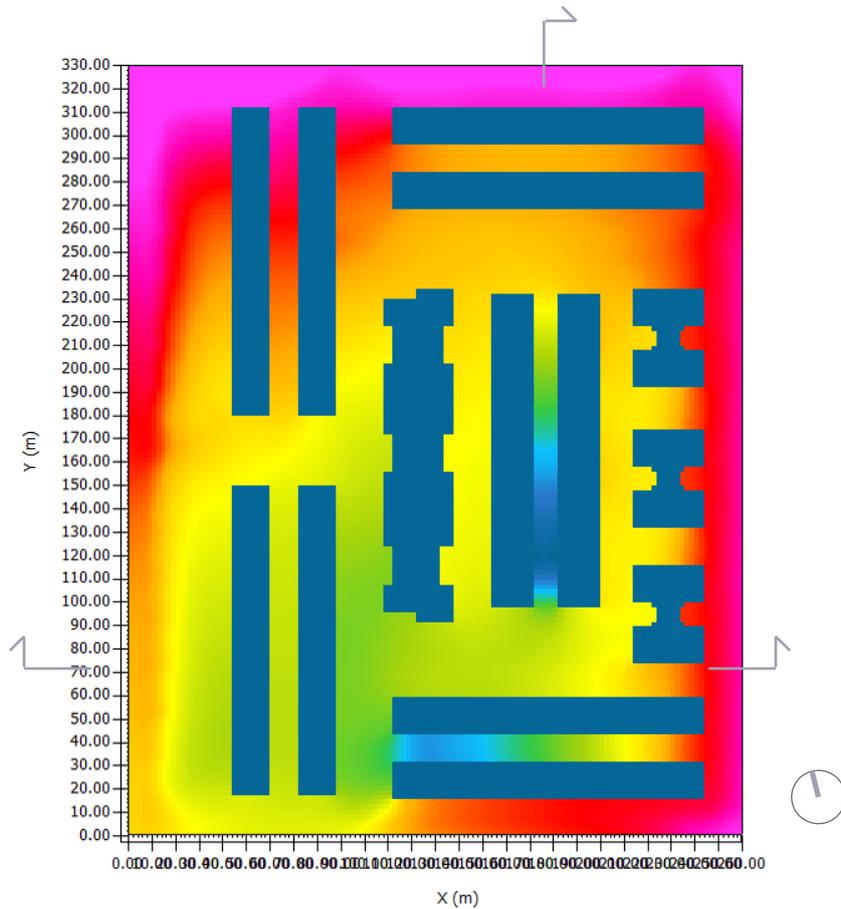


Min: 27.25 °C  
Max: 32.94 °C

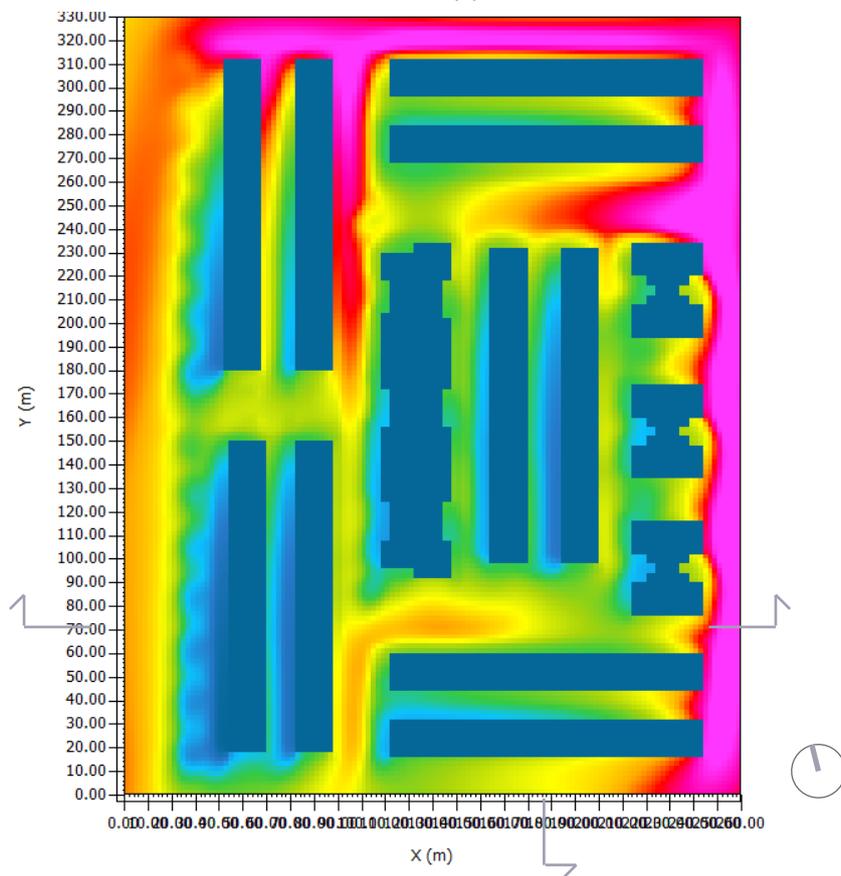
# Temperatura dell'aria

Piano x/y (z = 1,5 m)

22.07.2019, ore 12



Proposta progettuale



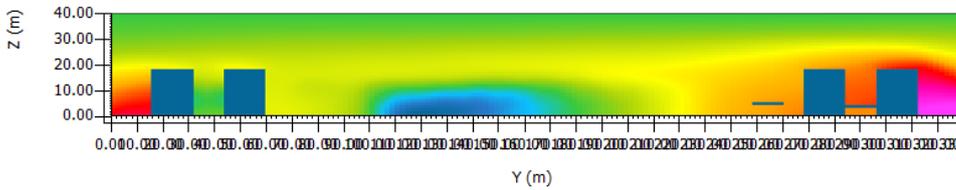
Stato di fatto

# Temperatura dell'aria

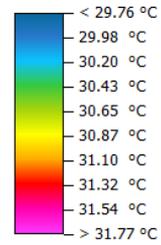
22.07.2019, ore 12

Piano y/z (x = 177 m)

Proposta progettuale

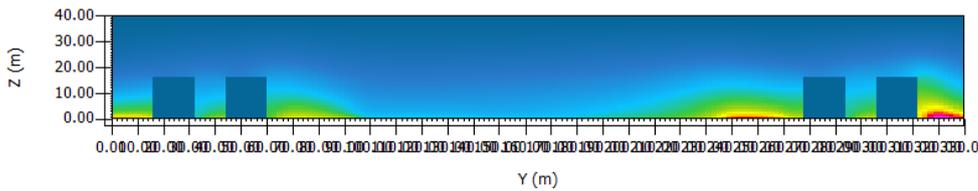


Potential Air Temperature

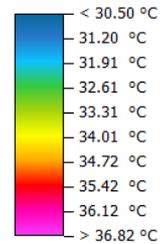


Min: 29.76 °C  
Max: 31.99 °C

Stato di fatto



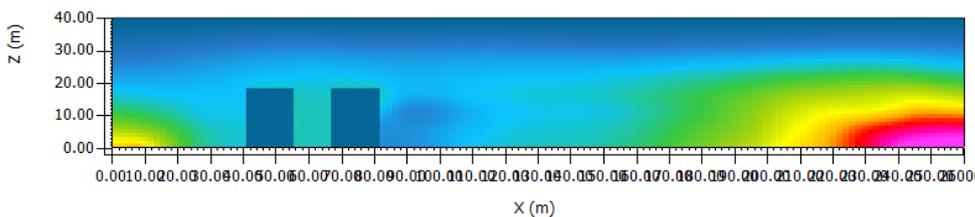
Potential Air Temperature



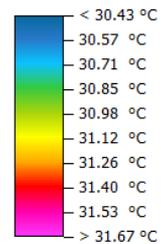
Min: 30.50 °C  
Max: 37.53 °C

Piano x/z (y = 71 m)

Proposta progettuale

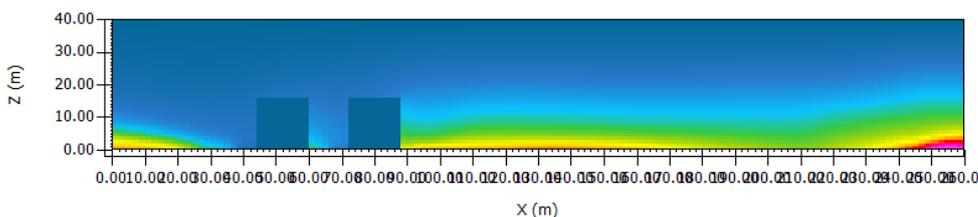


Potential Air Temperature

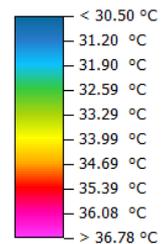


Min: 30.43 °C  
Max: 31.81 °C

Stato di fatto



Potential Air Temperature



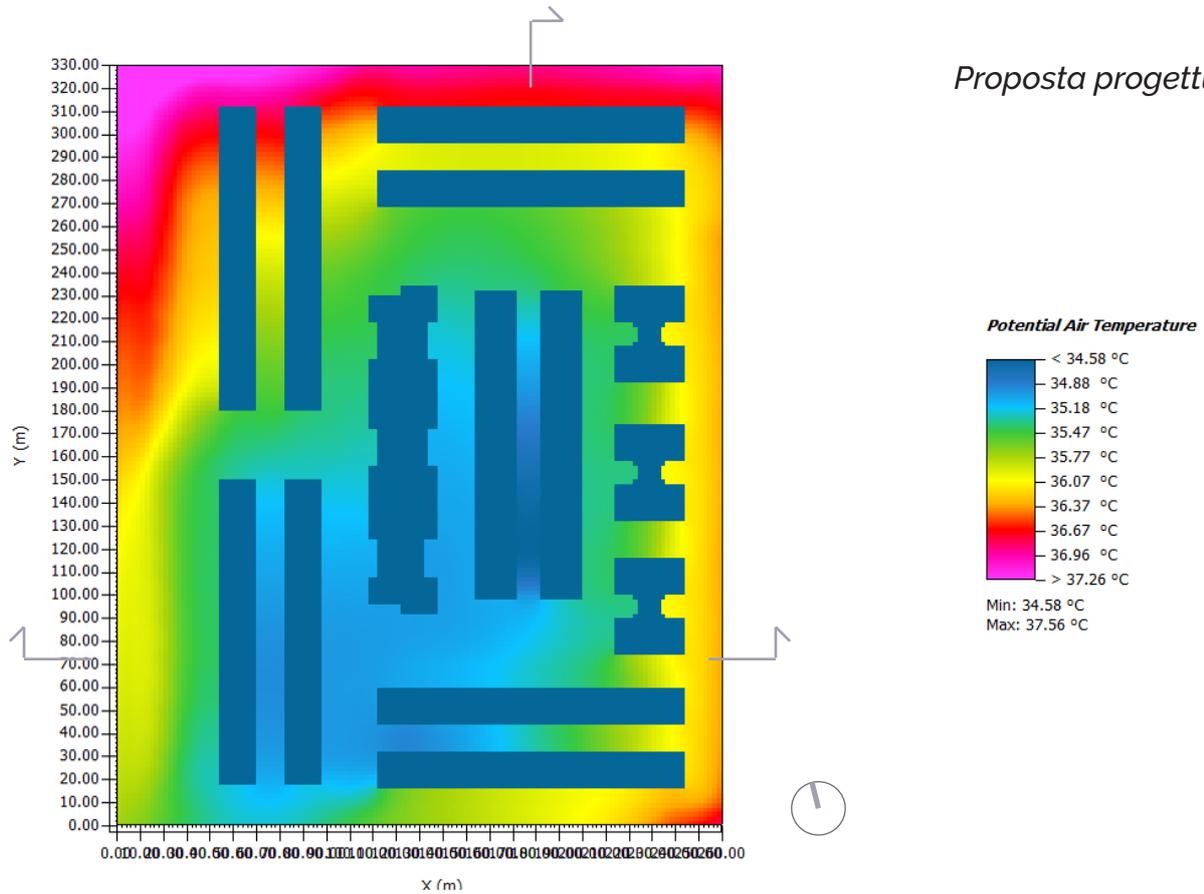
Min: 30.50 °C  
Max: 37.48 °C

# Temperatura dell'aria

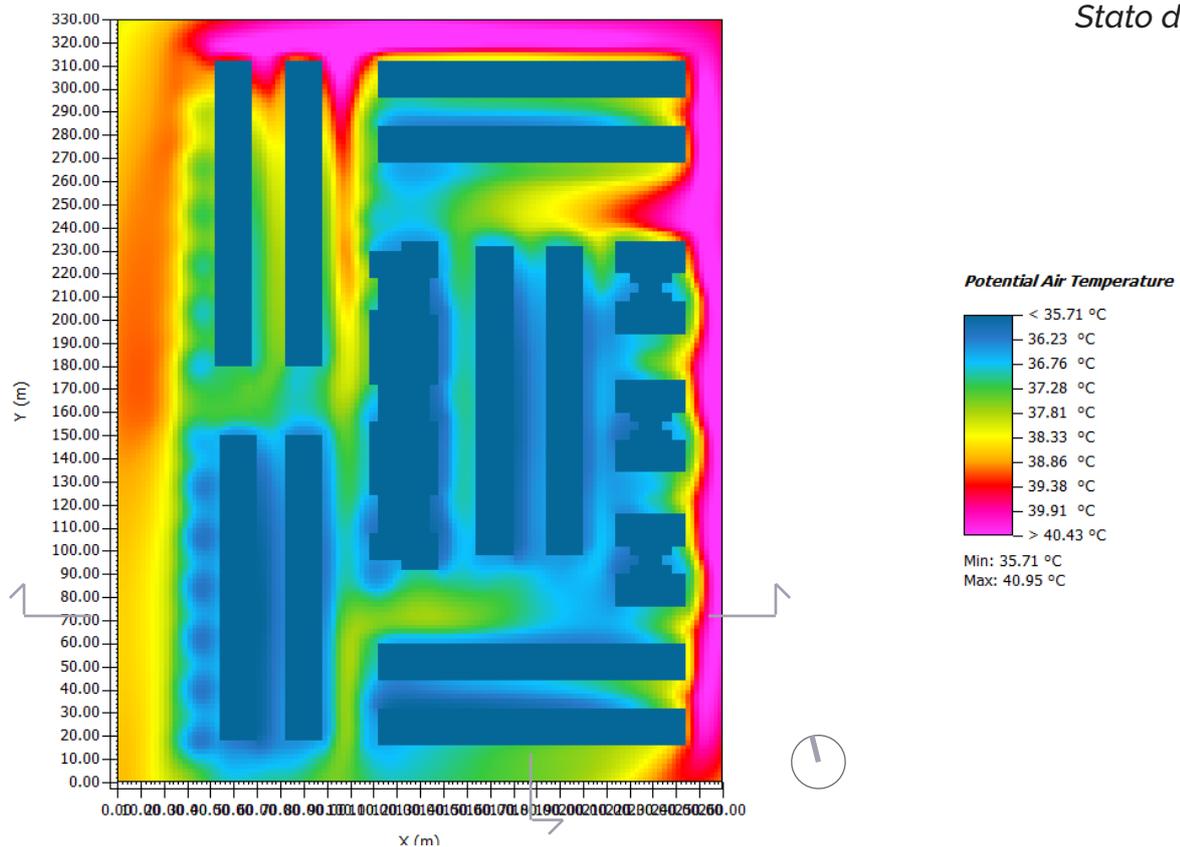
Piano x/y (z = 1,5 m)

22.07.2019, ore 15

Proposta progettuale



Stato di fatto

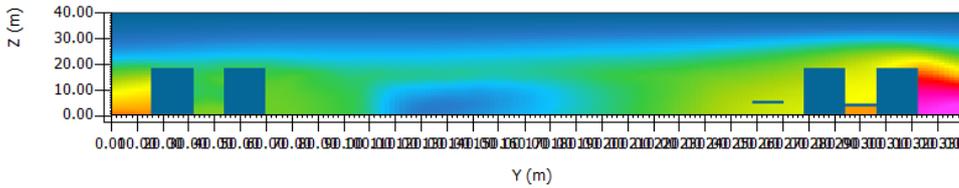


# Temperatura dell'aria

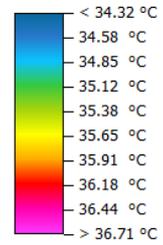
22.07.2019, ore 15

Piano y/z (x = 177 m)

Proposta progettuale

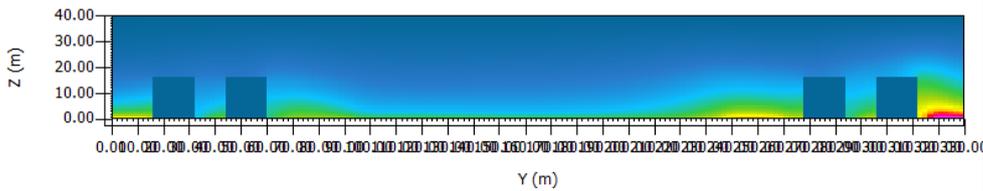


Potential Air Temperature

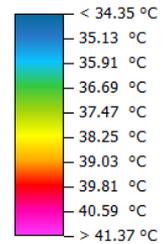


Min: 34.32 °C  
Max: 36.98 °C

Stato di fatto



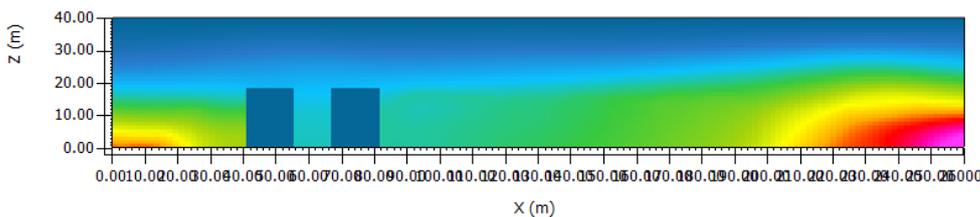
Potential Air Temperature



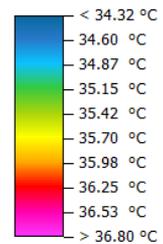
Min: 34.35 °C  
Max: 42.15 °C

Piano x/z (y = 71 m)

Proposta progettuale

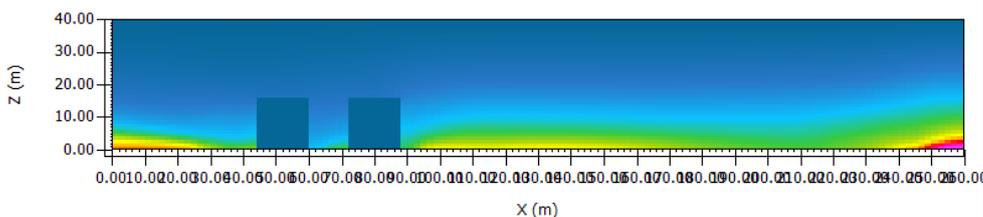


Potential Air Temperature

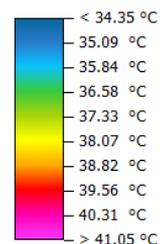


Min: 34.32 °C  
Max: 37.08 °C

Stato di fatto



Potential Air Temperature



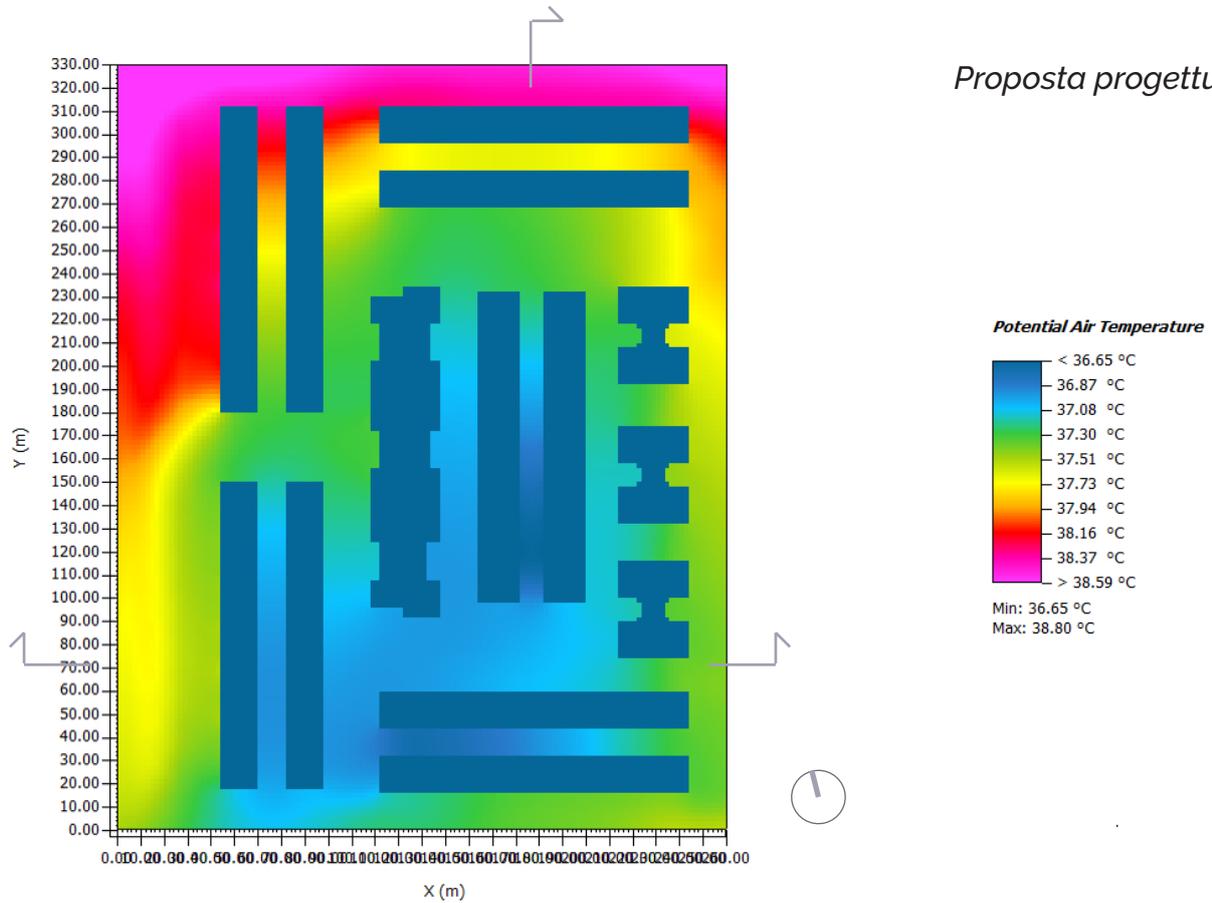
Min: 34.35 °C  
Max: 41.80 °C

# Temperatura dell'aria

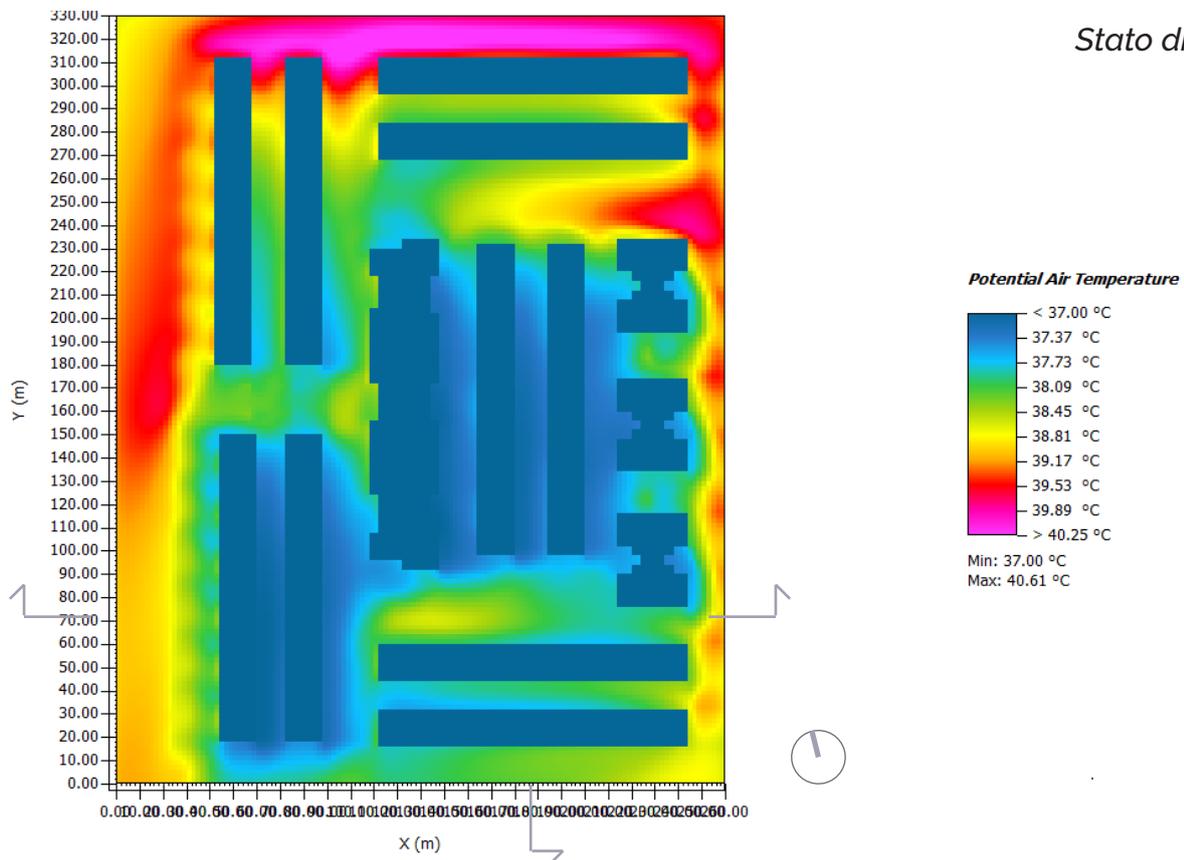
Piano x/y (z = 1,5 m)

22.07.2019, ore 18

Proposta progettuale



Stato di fatto

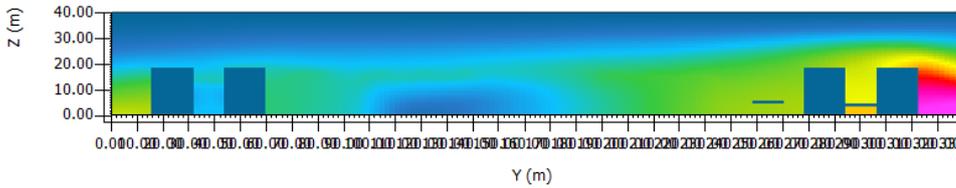


# Temperatura dell'aria

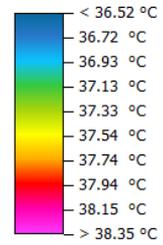
22.07.2019, ore 18

Piano y/z (x = 177 m)

Proposta progettuale

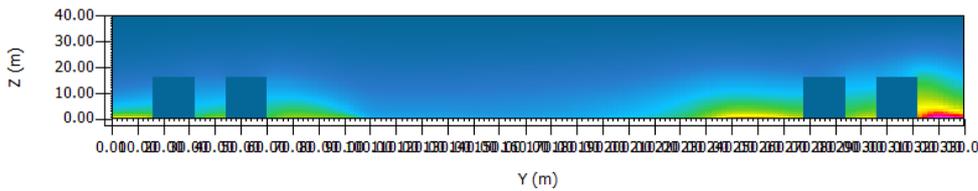


Potential Air Temperature

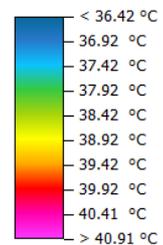


Min: 36.52 °C  
Max: 38.55 °C

Stato di fatto



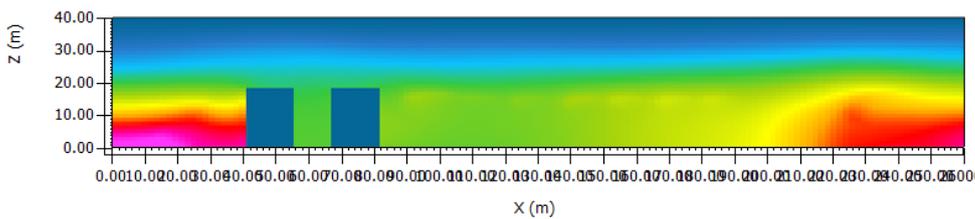
Potential Air Temperature



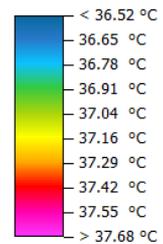
Min: 36.42 °C  
Max: 41.41 °C

Piano x/z (y = 71 m)

Proposta progettuale

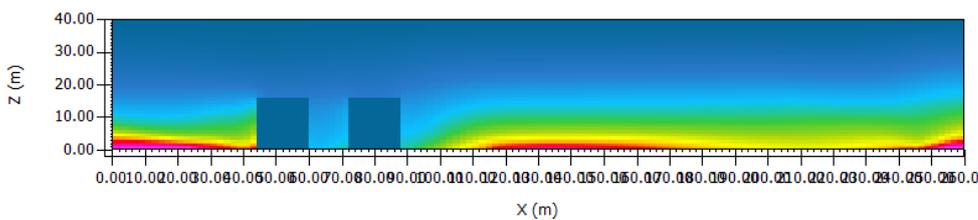


Potential Air Temperature

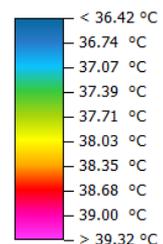


Min: 36.52 °C  
Max: 37.81 °C

Stato di fatto



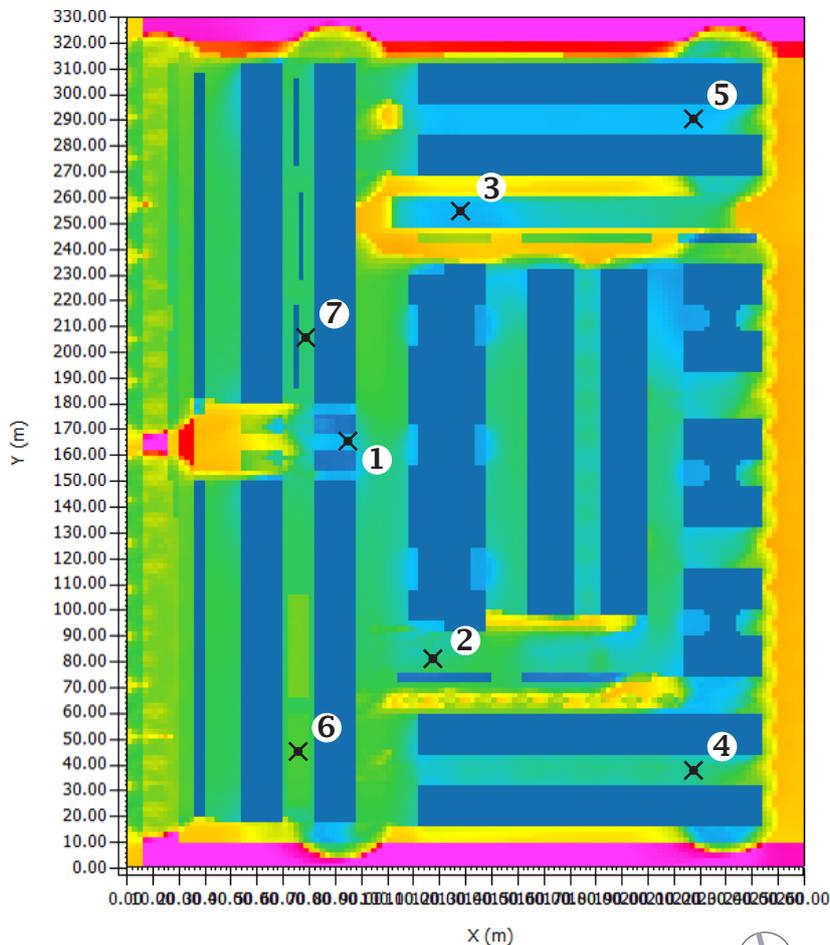
Potential Air Temperature



Min: 36.42 °C  
Max: 39.64 °C

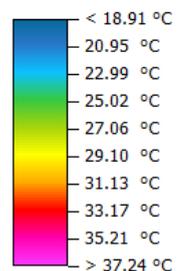
22.07.2019, ore 10

Piano x/y



Proposta  
progettuale

T Surface



Min: 18.91 °C  
Max: 39.28 °C

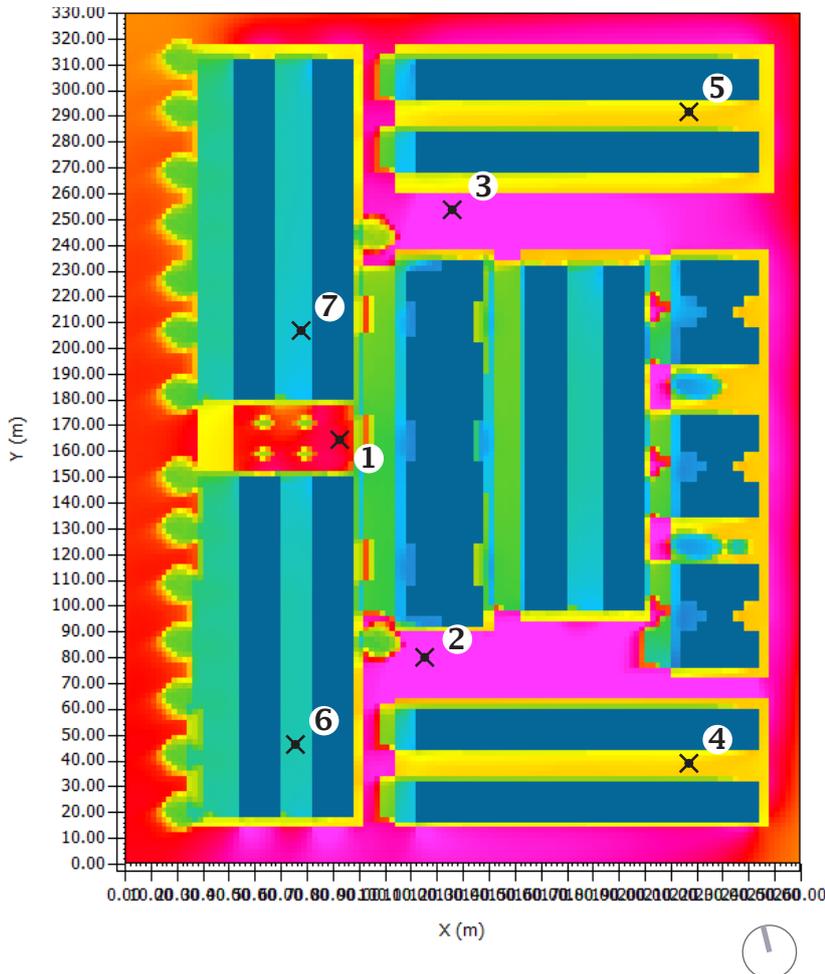
Temperature puntuali

- |   |          |  |
|---|----------|--|
| ① | 22,75 °C | _Calcestruzzo chiaro (a = 0,6)               |
| ② | 24,48 °C | _Prato (a = 0,2)                             |
| ③ | 22,68 °C | _Calcestruzzo chiaro (a = 0,6) con pergola   |
| ④ | 24 °C    | _Calcestruzzo chiaro (a = 0,6)               |
| ⑤ | 22,81 °C | _Calcestruzzo chiaro (a = 0,6) con pergola   |
| ⑥ | 25,36 °C | _Calcestruzzo colorato (a = 0,3) con pergola |
| ⑦ | 24,5 °C  | _Prato (a = 0,2)                             |

# Temperatura Superficiale

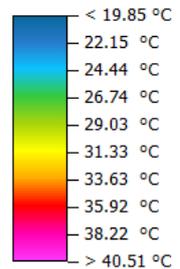
Piano x/y

22.07.2019, ore 10



Stato di fatto

T Surface



Min: 19.85 °C  
Max: 42.81 °C

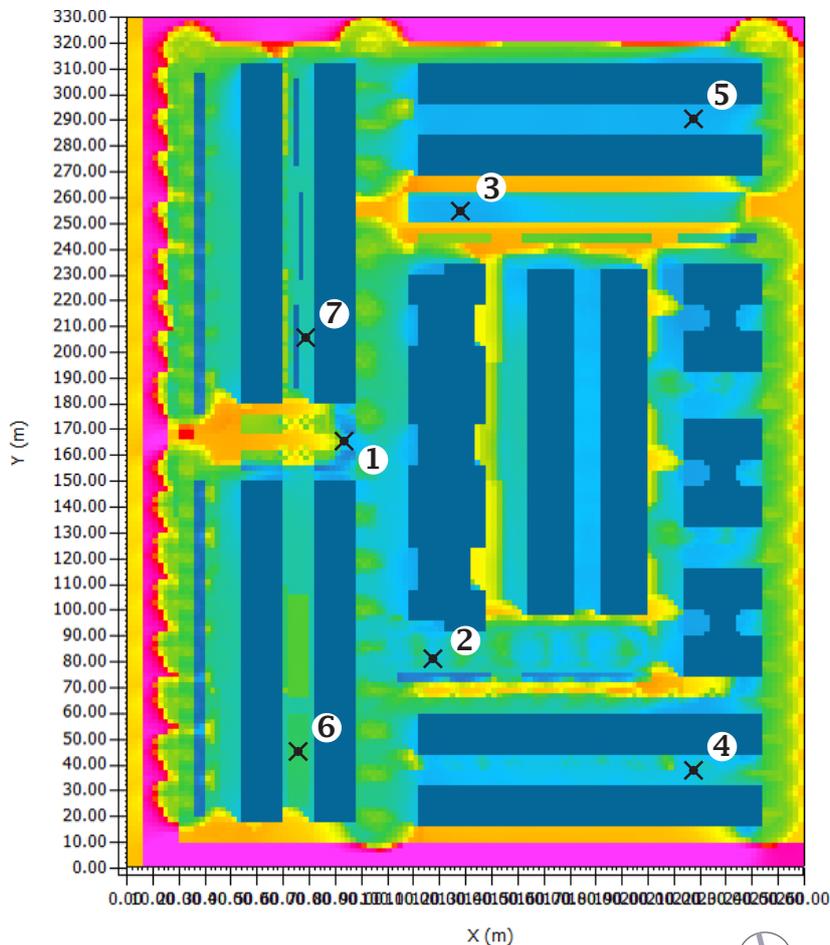
## Temperature puntuali

- |   |          |                            |
|---|----------|----------------------------|
| ① | 36,35 °C | _Laterizio (a = 0,3)       |
| ② | 42,26 °C | _Asfalto (a = 0,1)         |
| ③ | 38,26 °C | _Asfalto (a = 0,1)         |
| ④ | 32 °C    | _Pav. in granito (a = 0,3) |
| ⑤ | 32,36 °C | _Pav. in granito (a = 0,3) |
| ⑥ | 25,36 °C | _Pav. in granito (a = 0,3) |
| ⑦ | 24,92 °C | _Pav. in granito (a = 0,3) |

# Temperatura Superficiale

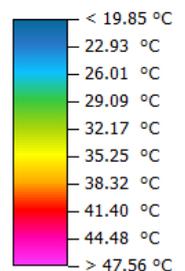
22.07.2019, ore 12

Piano x/y



Proposta  
progettuale

T Surface



Min: 19.85 °C  
Max: 50.64 °C

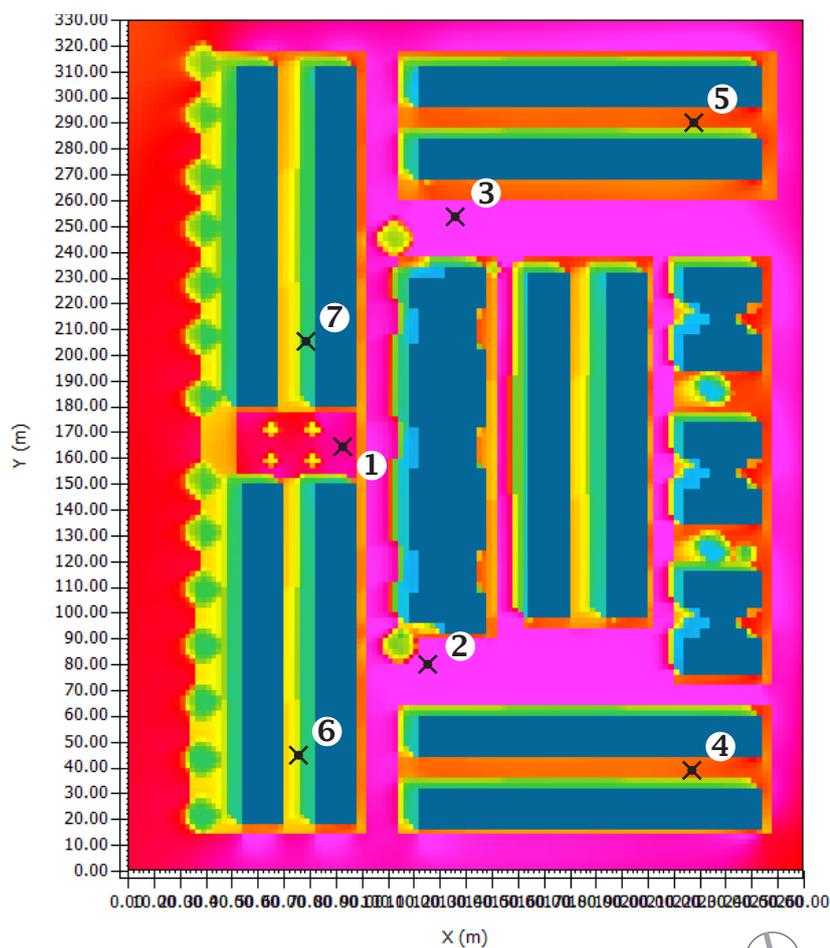
## Temperature puntuali

- ① 32,7 °C    \_Calcestruzzo chiaro (a = 0,6)
- ② 26,45°C    \_Prato (a = 0,2)
- ③ 25,13 °C    \_Calcestruzzo chiaro (a = 0,6) con pergola
- ④ 26,28 °C    \_Calcestruzzo chiaro (a = 0,6)
- ⑤ 25,26 °C    \_Calcestruzzo chiaro (a = 0,6) con pergola
- ⑥ 28,54 °C    \_Calcestruzzo colorato (a = 0,3) con pergola
- ⑦ 27,17 °C    \_Prato (a = 0,2)

# Temperatura Superficiale

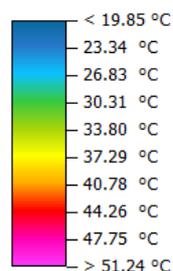
Piano x/y

22.07.2019, ore 12



Stato di fatto

T Surface



Min: 19.85 °C  
Max: 54.73 °C

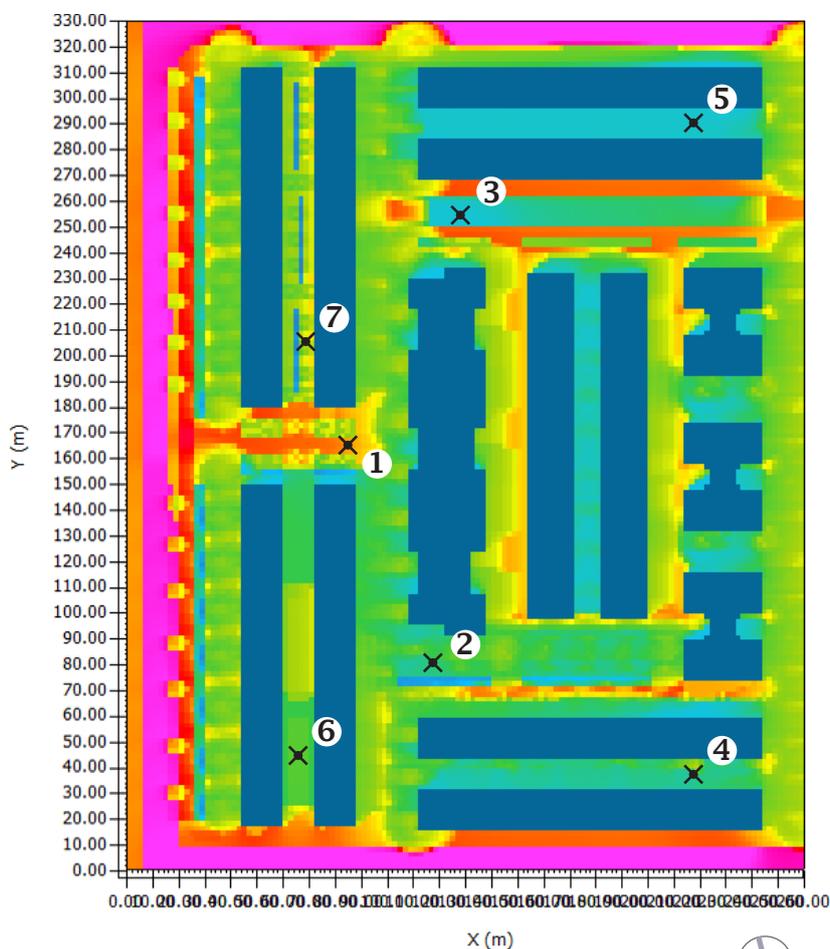
## Temperature puntuali

- ① 47,24 °C    \_Laterizio (a = 0,3)
- ② 52,92 °C    \_Asfalto (a = 0,1)
- ③ 47,34 °C    \_Asfalto (a = 0,1)
- ④ 42,28 °C    \_Pav. in granito (a = 0,3)
- ⑤ 42,58 °C    \_Pav. in granito (a = 0,3)
- ⑥ 35,9 °C     \_Pav. in granito (a = 0,3)
- ⑦ 36,06 °C    \_Pav. in granito (a = 0,3)

# Temperatura Superficiale

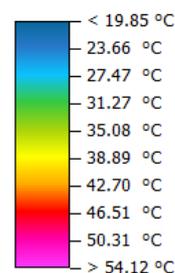
22.07.2019, ore 15

Piano x/y



Proposta  
progettuale

T Surface



Min: 19.85 °C  
Max: 57.93 °C

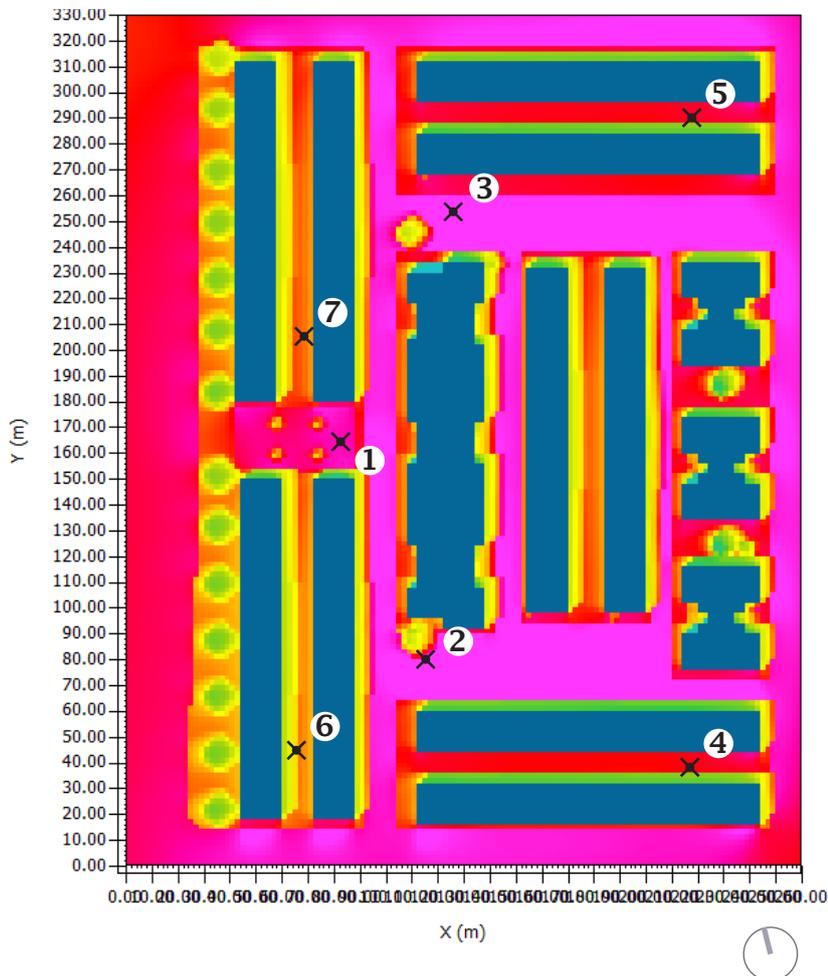
## Temperature puntuali

- ① 43,79 °C    \_Calcestruzzo chiaro (a = 0,6)
- ② 30,11 °C    \_Prato (a = 0,2)
- ③ 28,42 °C    \_Calcestruzzo chiaro (a = 0,6) con pergola
- ④ 29,45 °C    \_Calcestruzzo chiaro (a = 0,6)
- ⑤ 28,51 °C    \_Calcestruzzo chiaro (a = 0,6) con pergola
- ⑥ 32,37 °C    \_Calcestruzzo colorato (a = 0,3) con pergola
- ⑦ 32,28 °C    \_Prato (a = 0,2)

# Temperatura Superficiale

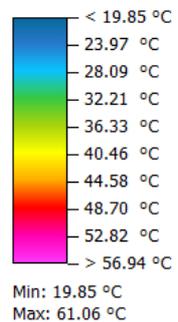
Piano x/y

22.07.2019, ore 15



Stato di fatto

T Surface



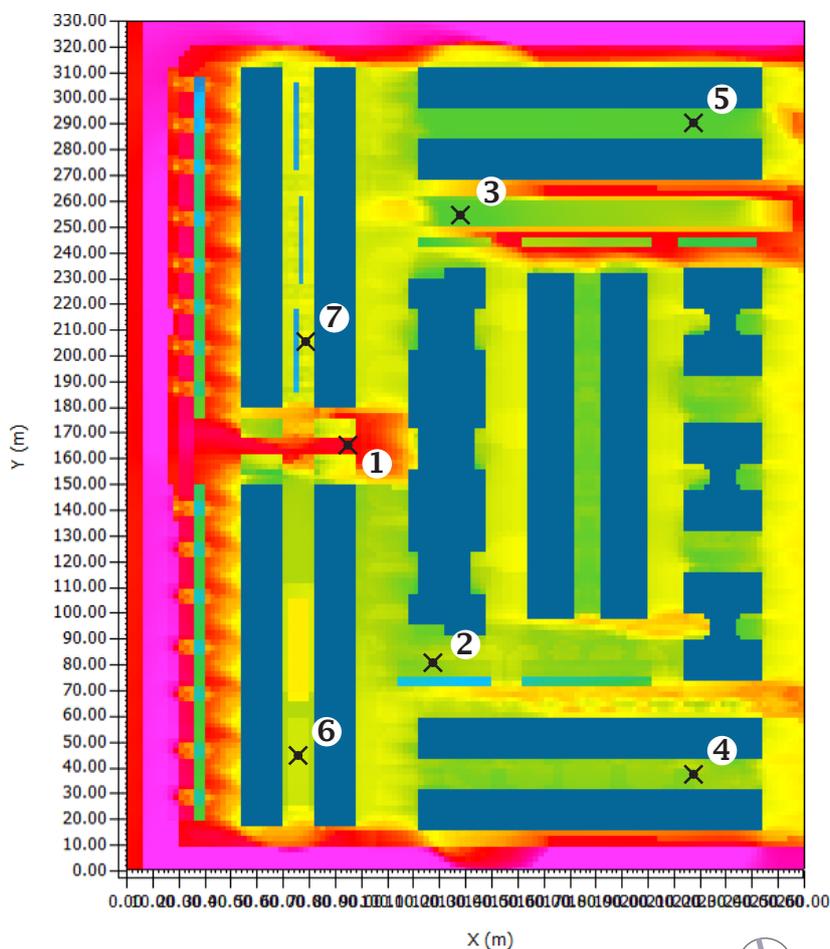
Temperature puntuali

- ① 53,26 °C    \_Laterizio (a = 0,3)
- ② 58,35 °C    \_Asfalto (a = 0,1)
- ③ 56,7 °C     \_Asfalto (a = 0,1)
- ④ 49,26 °C    \_Pav. in granito (a = 0,3)
- ⑤ 49,62 °C    \_Pav. in granito (a = 0,3)
- ⑥ 41,95 °C    \_Pav. in granito (a = 0,3)
- ⑦ 46,84 °C    \_Pav. in granito (a = 0,3)

# Temperatura Superficiale

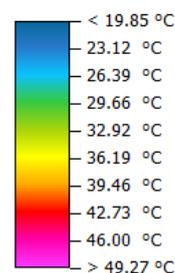
22.07.2019, ore 18

Piano x/y



Proposta  
progettuale

T Surface



Min: 19.85 °C  
Max: 52.54 °C

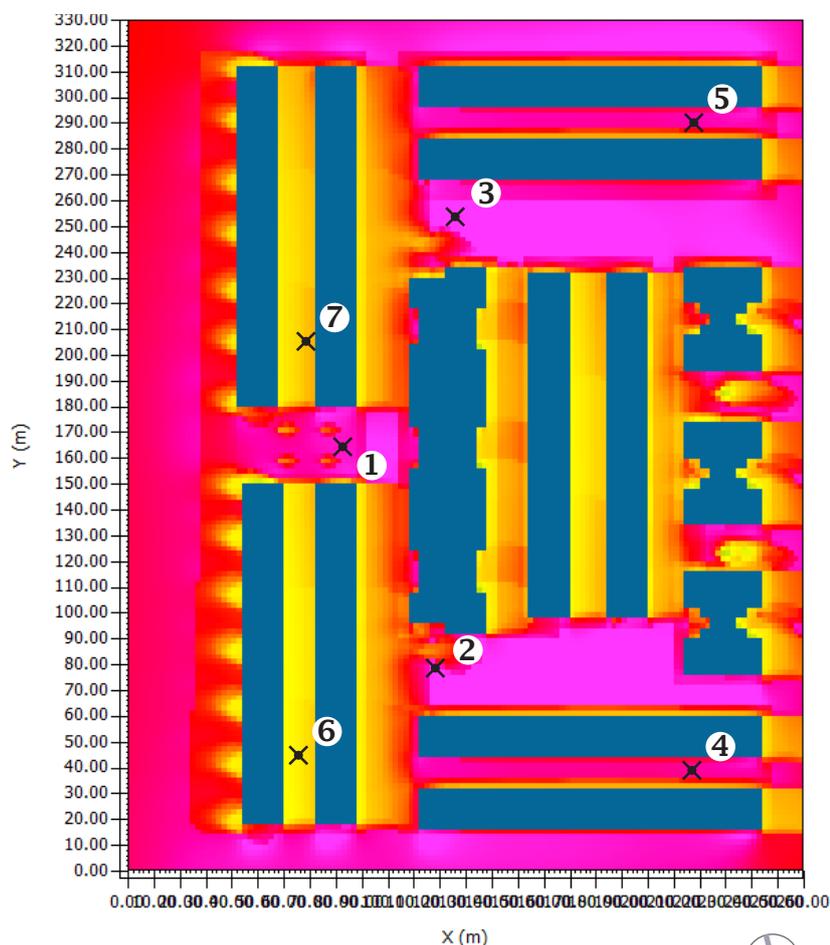
## Temperature puntuali

- ① 43,35 °C    \_Calcestruzzo chiaro (a = 0,6)
- ② 32,2 °C    \_Prato (a = 0,2)
- ③ 30,56 °C    \_Calcestruzzo chiaro (a = 0,6) con pergola
- ④ 31,88 °C    \_Calcestruzzo chiaro (a = 0,6)
- ⑤ 30,55 °C    \_Calcestruzzo chiaro (a = 0,6) con pergola
- ⑥ 34,41 °C    \_Calcestruzzo colorato (a = 0,3) con pergola
- ⑦ 33,79 °C    \_Prato (a = 0,2)

# Temperatura Superficiale

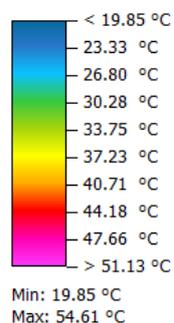
Piano x/y

22.07.2019, ore 18



Stato di fatto

T Surface



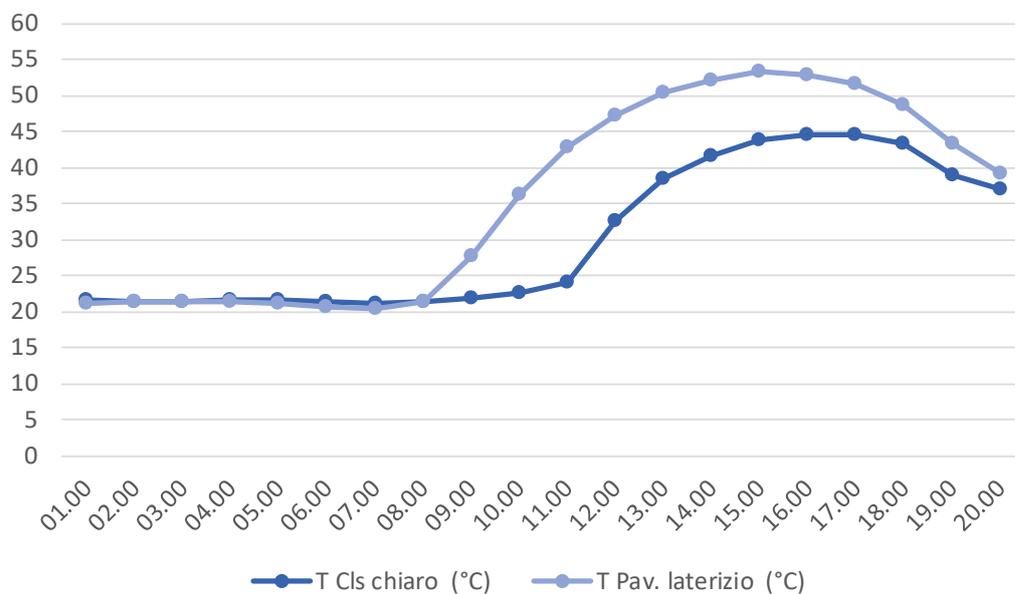
## Temperature puntuali

- ① 48,78 °C    \_Laterizio (a = 0,3)
- ② 52,1 °C    \_Asfalto (a = 0,1)
- ③ 41,04 °C    \_Asfalto (a = 0,1)
- ④ 47,39 °C    \_Pav. in granito (a = 0,3)
- ⑤ 47,8 °C    \_Pav. in granito (a = 0,3)
- ⑥ 37,74 °C    \_Pav. in granito (a = 0,3)
- ⑦ 38,82 °C    \_Pav. in granito (a = 0,3)

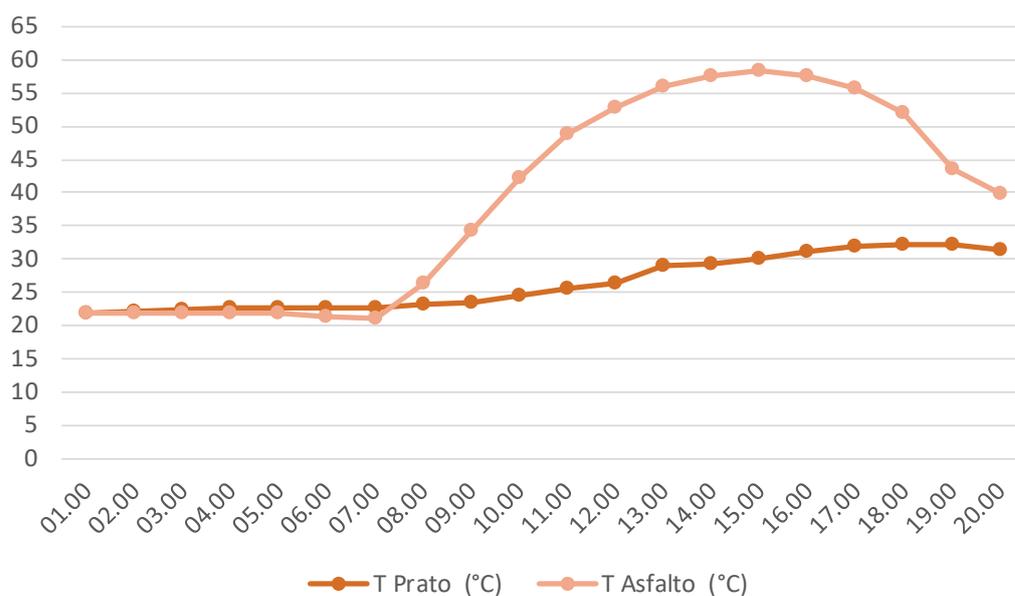
# Profilo giornaliero delle temperature superficiali

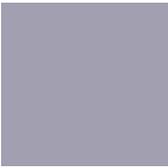
## Confronto tra i materiali pre e post progetto

Punto 1



Punto 2





---

La temperatura superficiale registrata nel punto 1 dello stato di fatto appartiene a una pavimentazione in laterizio rossastra, con un valore di albedo pari a 0,3. Questa ricopre una delle aree maggiormente esposte ai raggi solari, in quanto si trova in una piazzetta pubblica, situata tra due blocchi residenziali, aperta sui fronti est e ovest. Allo stato di fatto, la superficie gode di un minimo ombreggiamento, dato dalla presenza di 4 alberi, e mantiene elevati valori di temperatura durante tutte le ore diurne (massime di 55 °C).

In fase di progetto si prevede la sostituzione della pavimentazione esistente con piastrelle in calcestruzzo chiaro dotate di alto albedo (0,6), oltre a l'inserimento di vasche d'acqua con fontane e di un'area verde. La temperatura registrata nel punto 1 della proposta progettuale decresce in modo significativo durante le ore diurne (massime di 45 °C).

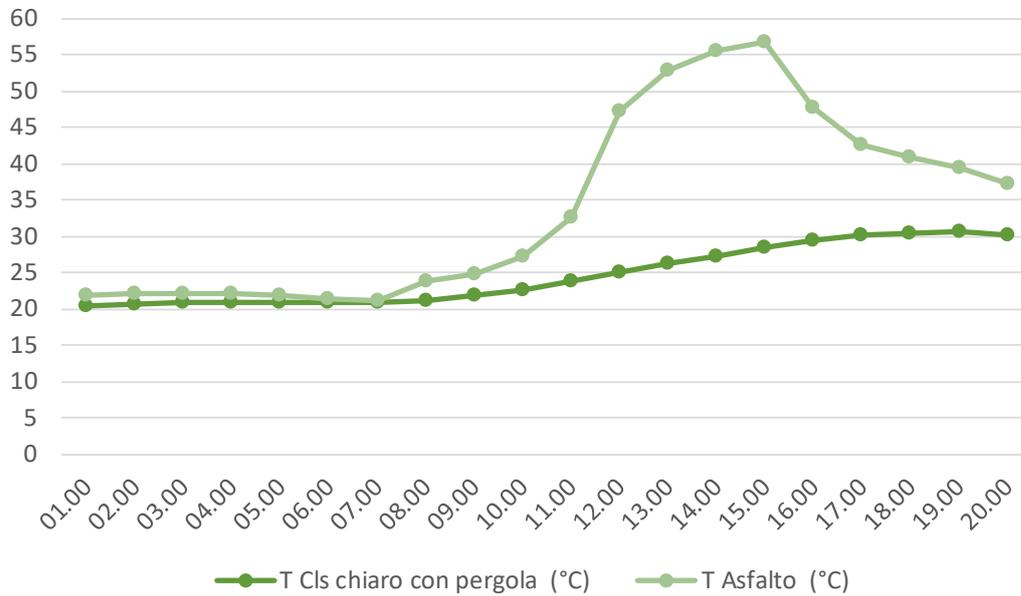
---

Come si nota dagli output relative allo stato di fatto, il punto 2 appartiene ad un'area particolarmente "calda", in quanto la sua superficie asfaltata (albedo: 0,1) è altamente esposta durante l'intera giornata. La temperatura superficiale massima raggiunge picchi di quasi 60 °C e, in generale, mantiene valori elevati durante l'intera giornata.

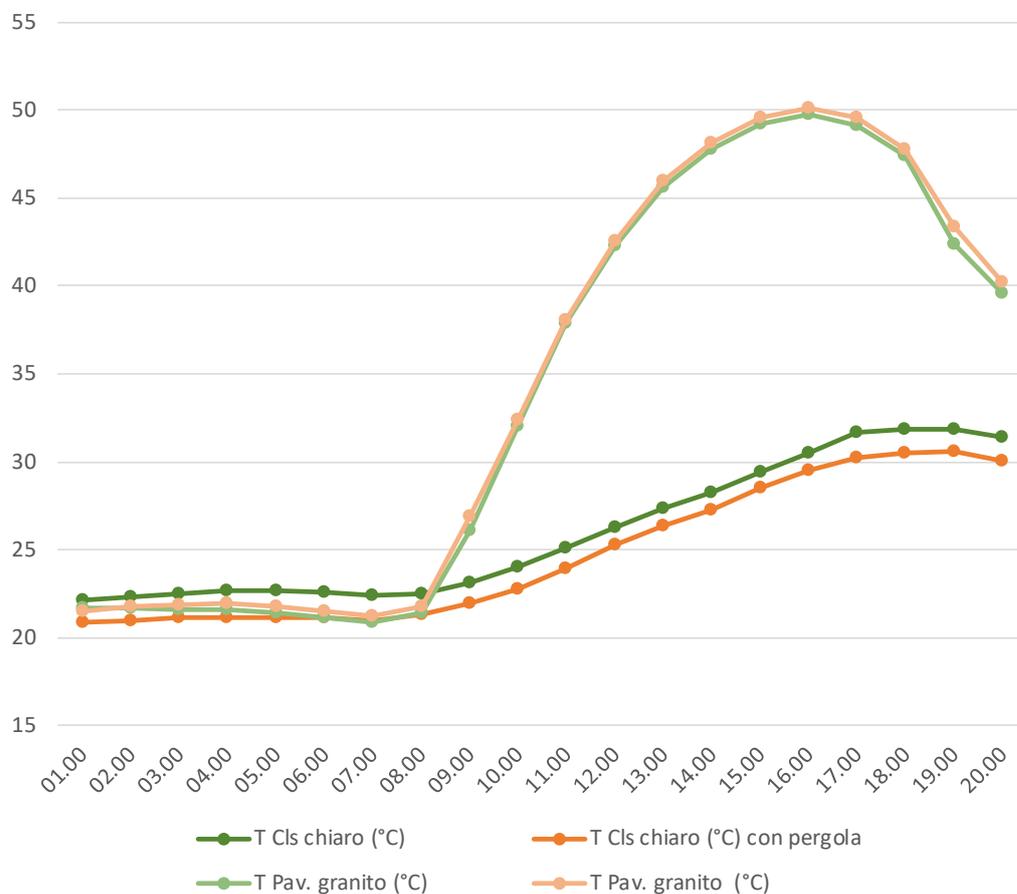
Le strategie adottate si riferiscono all'inserimento di un viale alberato, con a lato un'area verde e una vasca d'acqua lungo il percorso.

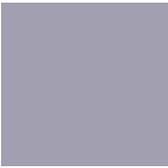
La superficie a prato rispetto a quella asfaltata provoca una decisiva riduzione della temperatura nel punto analizzato, i cui valori si mantengono relativamente bassi durante l'intera giornata.

Punto 3



Punti 4 e 5





---

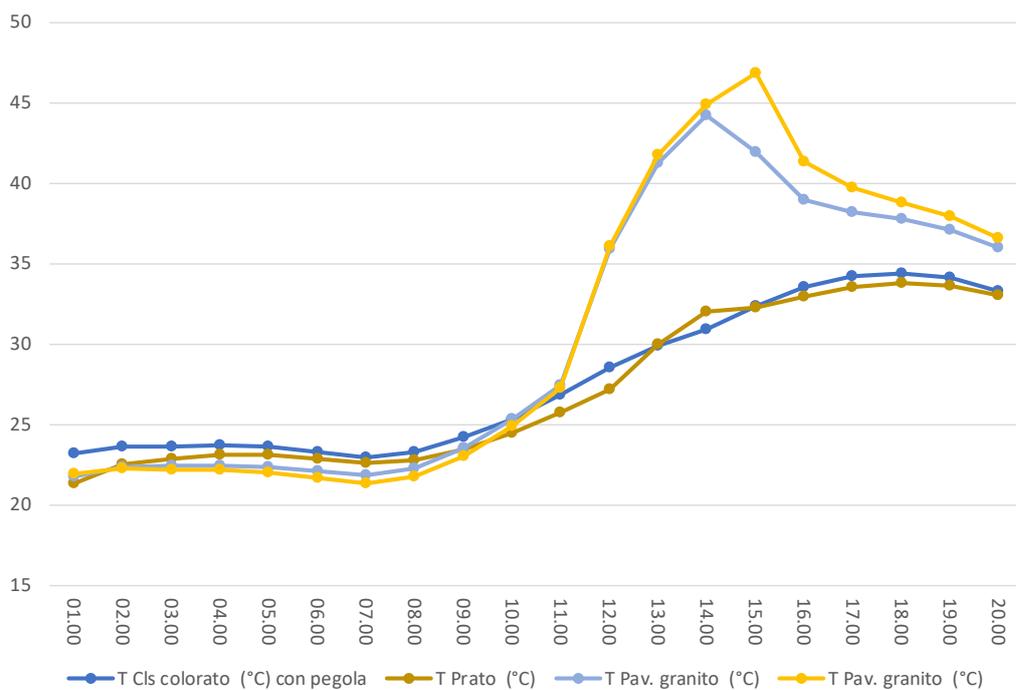
Il punto 3 appartiene ad una superficie le cui condizioni, relative allo stato di fatto, sono simili a quelle del punto 2: la superficie, completamente asfaltata, è altamente esposta ai raggi solari durante tutte le ore della giornata. In seguito alla pedonalizzazione dell'area si è proposta la sostituzione dell'asfalto stradale con una pavimentazione in calcestruzzo chiaro; inoltre, si prevede l'installazione di una schermatura orizzontale, in modo tale da ombreggiare l'area pedonale.

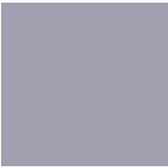
In questo modo si ottiene un'evidente diminuzione della temperatura nel punto analizzato, passando da massime superiori ai 55 °C a massime di 30 °C per quanto riguarda la proposta progettuale.

---

I punti 4 e 5 vengono analizzati insieme in quanto appartengono a due aree aventi le stesse caratteristiche: si trovano all'interno dei cortili interni degli edifici residenziali aventi orientamento con asse est-ovest. Questa tipologia edilizia è maggiormente esposta ai raggi solari, rispetto a quella con asse nord-sud, durante l'intera giornata.

In risposta alle alte temperature superficiali registrate, per quanto riguarda lo stato di fatto, vengono proposte due differenti strategie, con il fine di confrontare i risultati ottenuti e di individuare la più efficiente. In entrambi i casi si prevede la sostituzione della pavimentazione persistente in granito (albedo: 0,3) con una pavimentazione in calcestruzzo chiaro (albedo 0,6). La prima strategia (punto 4) consiste nell'ombreggiare la superficie del cortile attraverso l'inserimento di alberi di grandezza non superiore ai 5 metri; la seconda (punto 5) prevede l'installazione di un sistema di schermatura orizzontale. Entrambe le proposte determinano una netta diminuzione delle temperature superficiali, tuttavia la seconda strategia (in arancione nel grafico) si può considerare come la più efficiente.





---

Come nella sezione precedente, anche i punti 6 e 7 appartengono alla superficie dei cortili interni, ma, in questo caso, si riferiscono ai blocchi residenziali con orientamento nord-sud. Qui il grado di esposizione solare è minore, in quanto gli edifici laterali forniscono ombreggiamento durante le ore mattutine e pomeridiane. Come si evince dal grafico, per quanto riguarda lo stato di fatto (curve gialla e azzurra) le superfici in granito raggiungono picchi elevati durante le ore centrali, momento in cui l'area del cortile è esposta direttamente ai raggi solari.

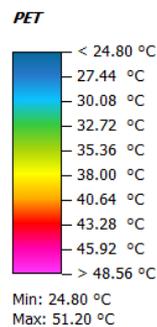
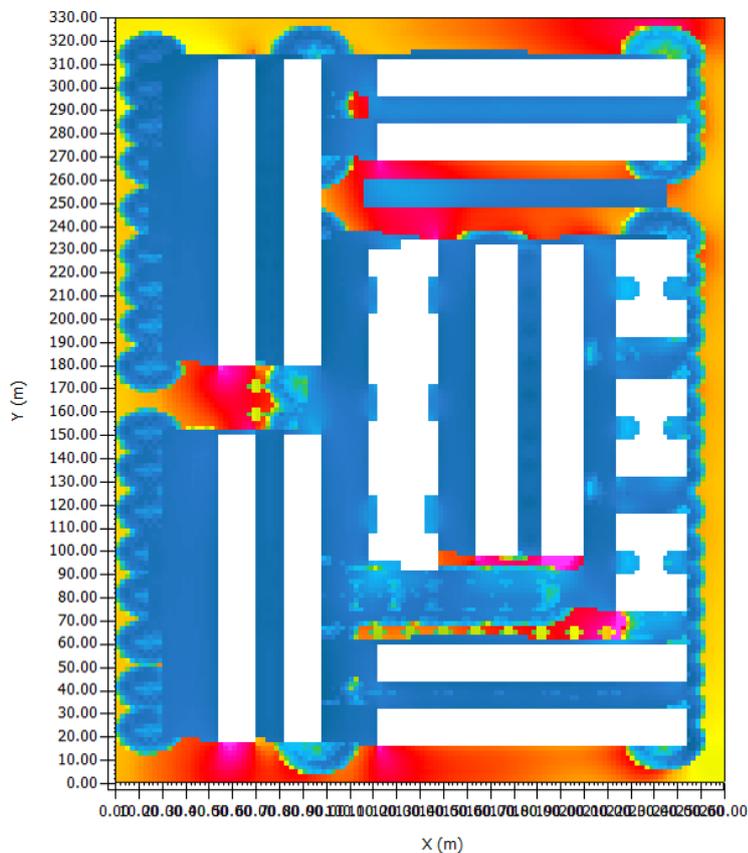
Con il fine di portare a termine un confronto tra diverse soluzioni, si propongono due differenti strategie. La prima prevede la sostituzione del materiale persistente con una pavimentazione in calcestruzzo colorato (albedo 0,3) disponente di sistema di schermatura orizzontale; la seconda consiste nell'inserire una superficie verde longitudinale, costituita da prato e filare di alberi, affiancata da una vasca d'acqua. Si registra un andamento delle temperature superficiali molto simile per le due strategie nei due punti analizzati (curve blu e marrone), ma, complessivamente, la prima strategia risulta essere più efficace.

# PET

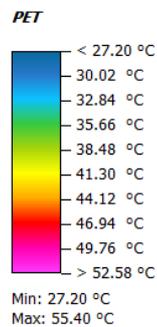
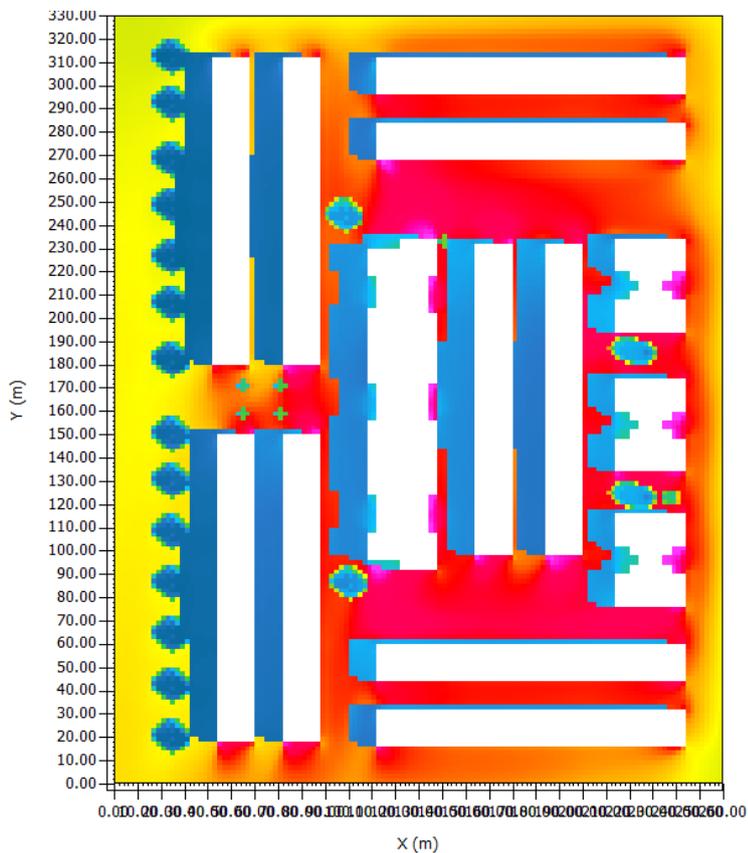
22.07.2019, ore 10

Piano x/y (z = 1,5 m)

*Proposta progettuale*



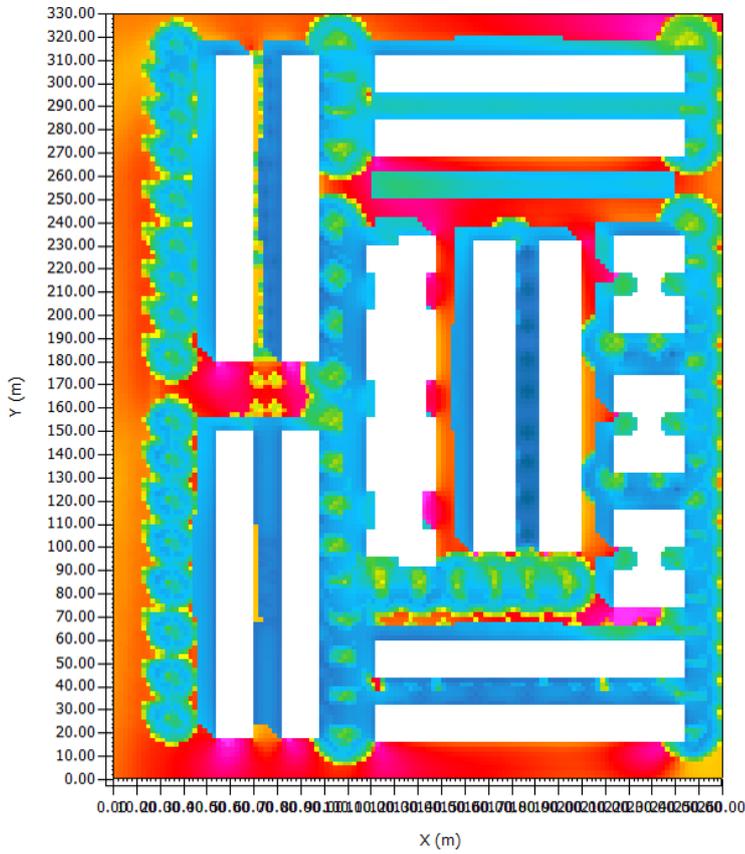
*Stato di fatto*



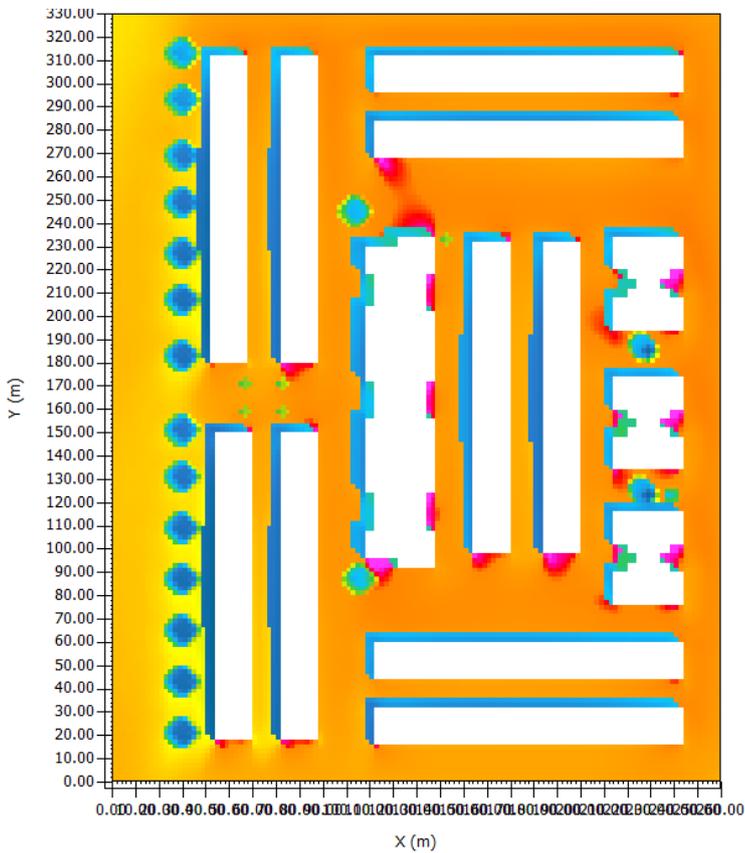
Piano x/y (z = 1,5 m)

22.07.2019, ore 12

Proposta progettuale



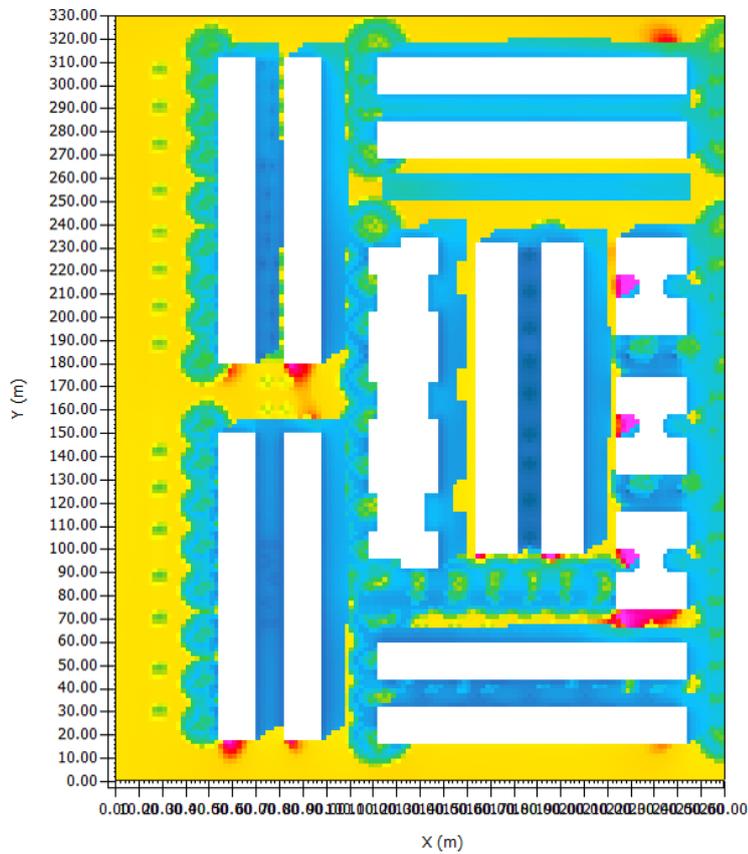
Stato di fatto



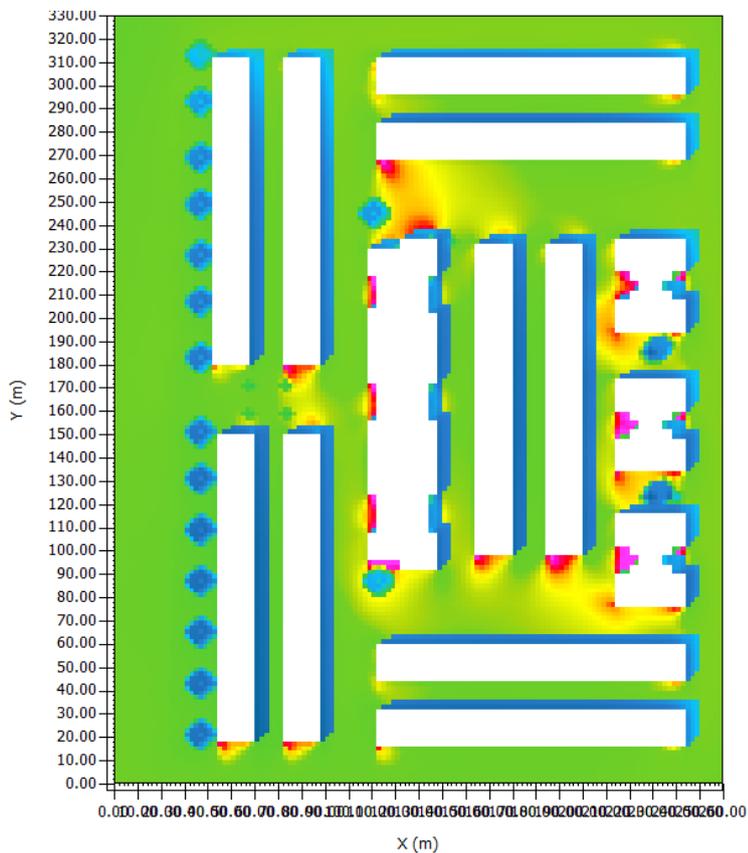
# PET

22.07.2019, ore 15

Piano x/y (z = 1,5 m)



Proposta progettuale

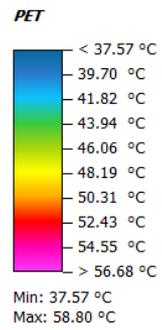
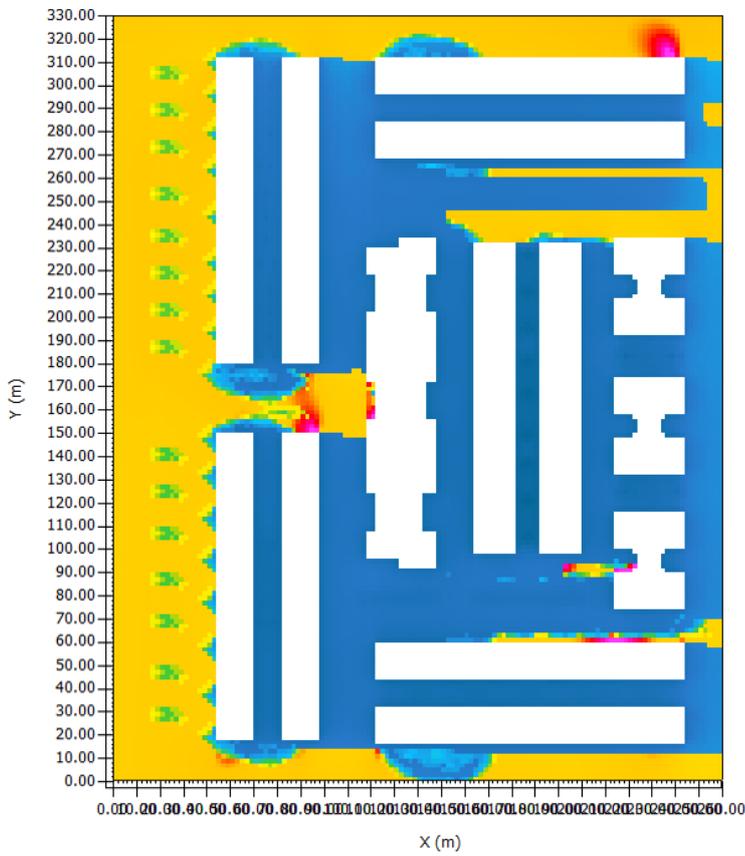


Stato di fatto

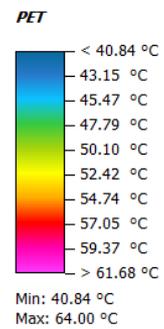
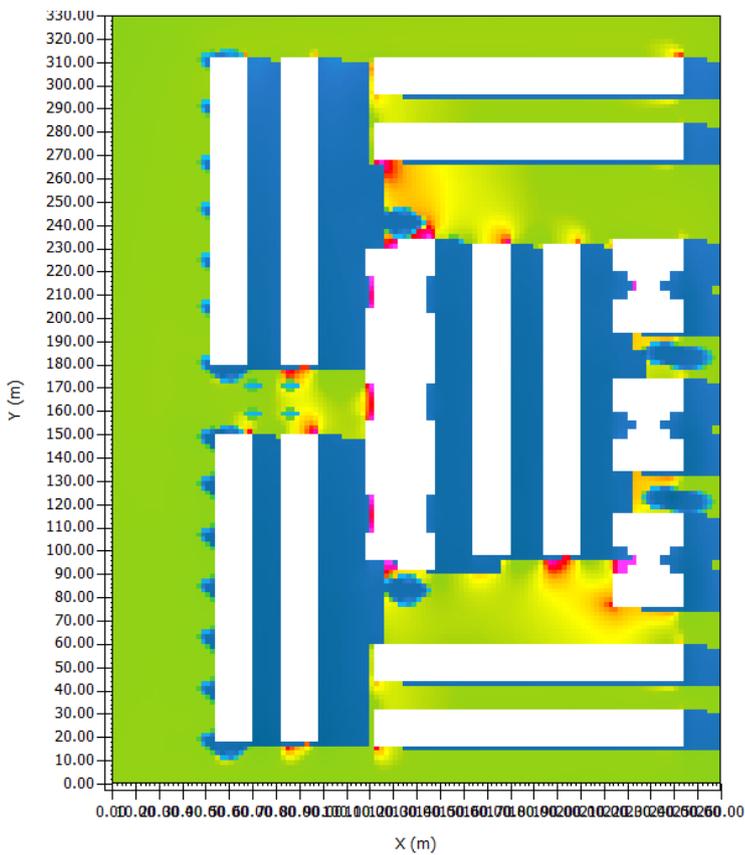
Piano x/y (z = 1,5 m)

22.07.2019, ore 18

Proposta progettuale



Stato di fatto



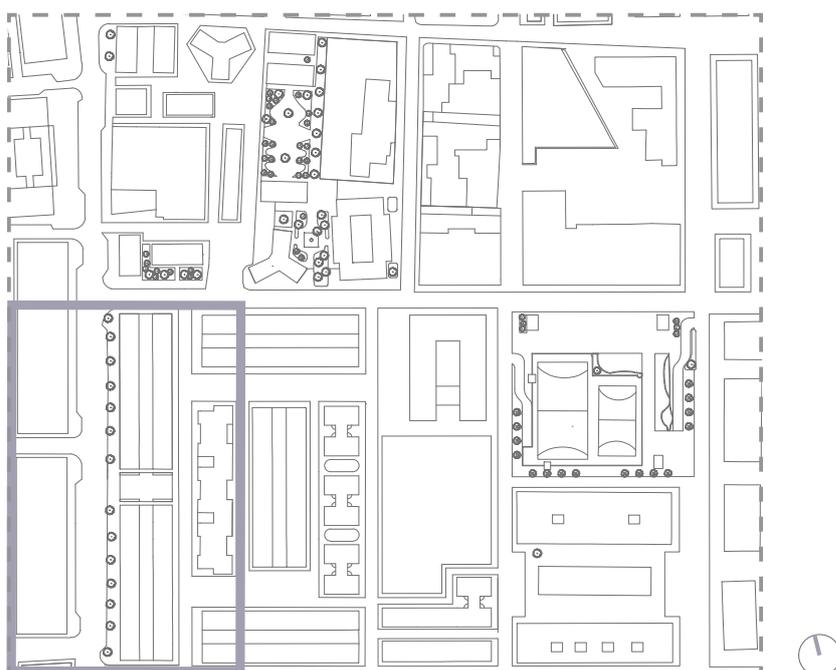
## Simulazione 3

### *Sezione stradale*

L'ultima area sulla quale ci focalizziamo corrisponde alla strada presente al limite della zona residenziale, dove abbiamo previsto l'inserimento della pista ciclabile e il ridisegno della sezione stradale.

Le principali strategie adottate sono state le seguenti:

- Ampliamento dei marciapiedi e zona pedonale (superficie in calcestruzzo chiaro con albedo di 0,6) con conseguente riduzione delle corsie veicolari e, quindi, della superficie asfaltata.
- Inserimento pista ciclabile in asfalto rosso ( $a=0,4$ ).
- Inserimento di corridoi verdi ai margini delle corsie veicolari e viali alberati.
- Predisposizione di vasche d'acqua lungo i percorsi.



La strada nello stato attuale si compone di due corsie veicolari, più due corsie riservate agli stalli di sosta, posizionate lateralmente e confinanti con i marciapiedi. Questi ultimi non sono molto estesi, ma dispongono, in entrambi i sensi di marcia, di un filare di alberi, che verrà mantenuto in fase di progetto.

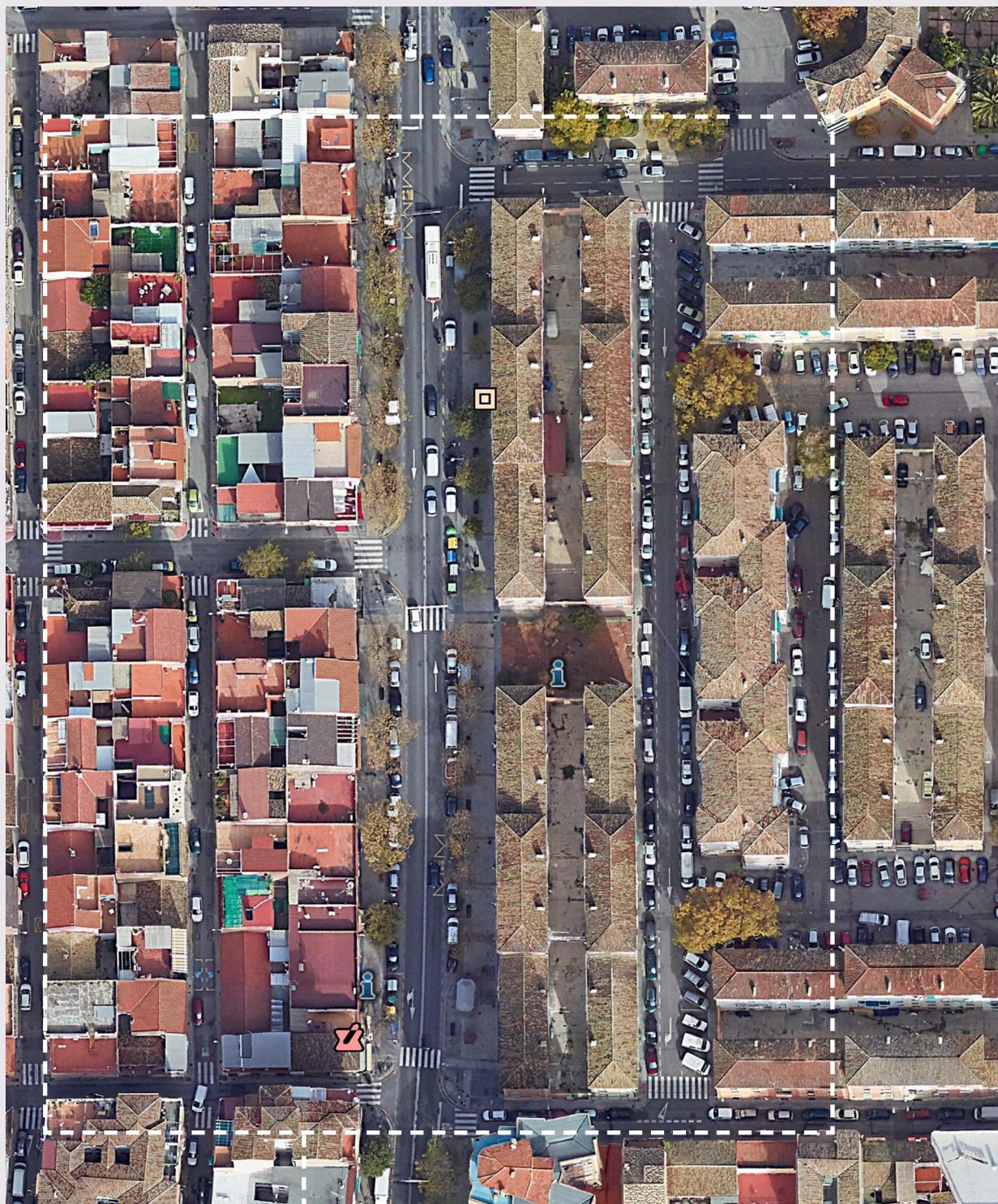
Le corsie destinate al transito veicolare si riducono da quattro a due, in seguito all'eliminazione delle corsie di sosta: in modo tale è possibile ampliare la superficie pedonale.

L'inserimento di corridoi verdi delimitanti le corsie veicolari, l'aggiunta di lame d'acqua lungo i percorsi pedonali e l'incremento di alberi, contribuiscono ad abbattere le temperature e a migliorare la sensazione di comfort termico. Come si vede dagli output, le temperature potenziali dell'aria tendono a diminuire nei valori minimi e massimi e l'andamento termico si distribuisce sul piano x/y in modo più uniforme.

Nelle mappe relative all'indice PET della proposta progettuale, si vede come siano maggiori le aree con una colorazione più fredda (e quindi più fresche) rispetto allo stato di progetto, in corrispondenza soprattutto delle zone alberate, il che indica un miglioramento del livello di comfort termico.

I nuovi materiali adottati presentano valori di temperatura nettamente inferiori rispetto ai persistenti: il raffrescamento delle superfici è determinante nell'aumento del benessere termoigrometrico.

# Simulazione 3



Area soggetta a simulazione (125 x 168 m)  
Stato di fatto



Area soggetta a simulazione (130 x 165 m)  
Proposta progettuale



Scala 1:1000



Ampliamento area  
pedonale. Sostituzione  
materiale presistente  
con pavimentazione in  
calcestruzzo chiaro

Corridoio verde  
+ filare alberato



Restringimento  
carreggiata

Pista ciclabile in  
cls colorato

Ampliamento area  
pedonale. Sostituzione  
materiale persistente  
con pavimentazione in  
calcestruzzo chiaro

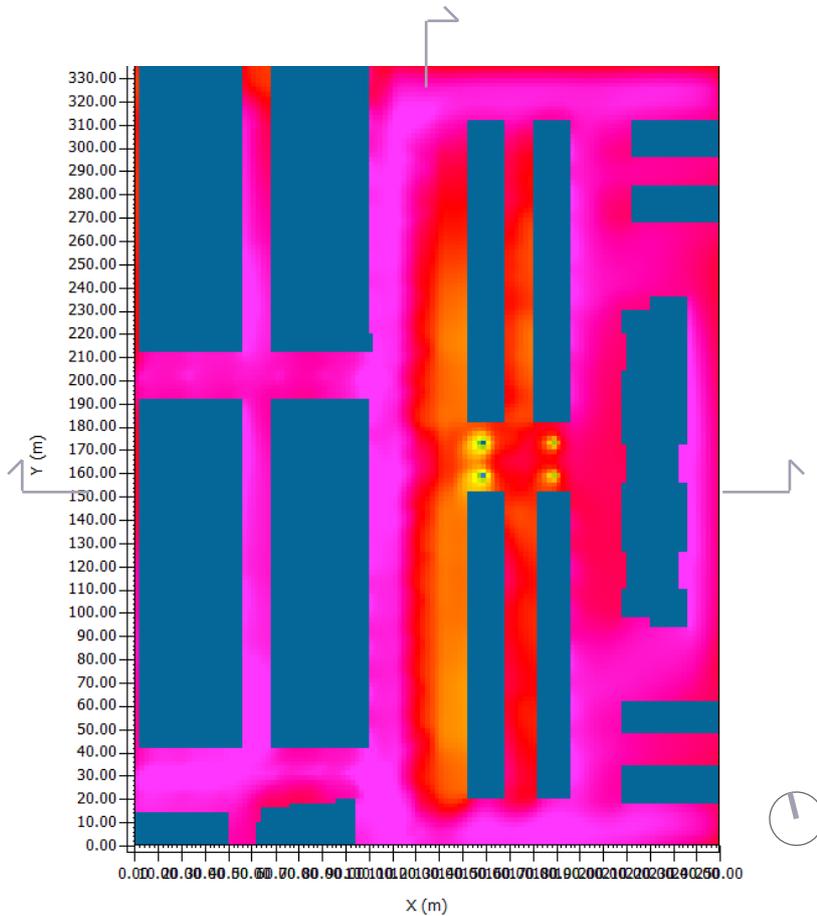
Vasche d'acqua  
e fontane

Lame d'acqua  
lungo il percorso

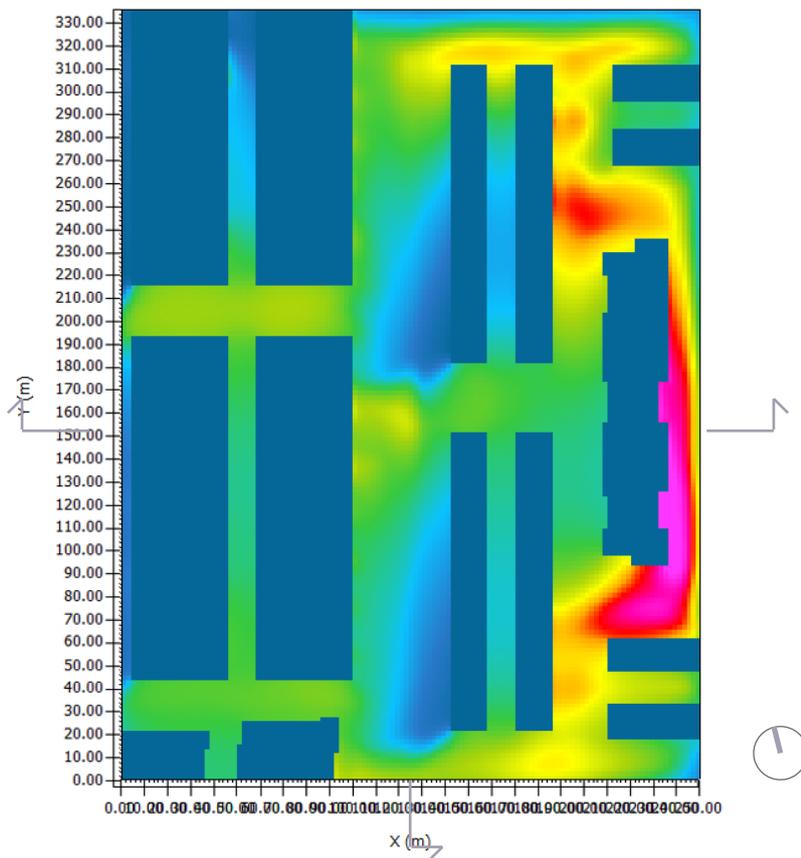
# Temperatura dell'aria

Piano x/y (z = 1,5 m)

22.07.2019, ore 10



Proposta progettuale



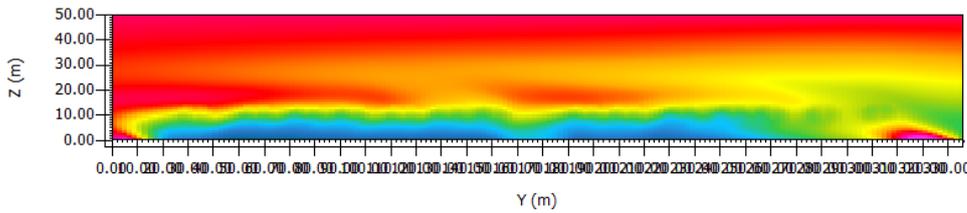
Stato di fatto

# Temperatura dell'aria

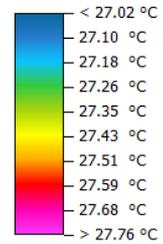
22.07.2019, ore 10

Piano y/z (x = 133 m)

Proposta progettuale

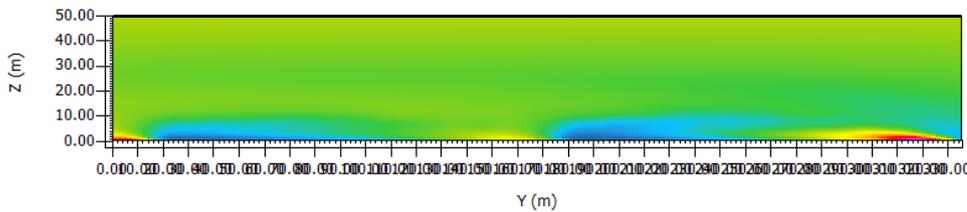


Potential Air Temperature

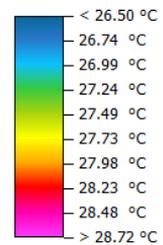


Min: 27.02 °C  
Max: 27.84 °C

Stato di fatto



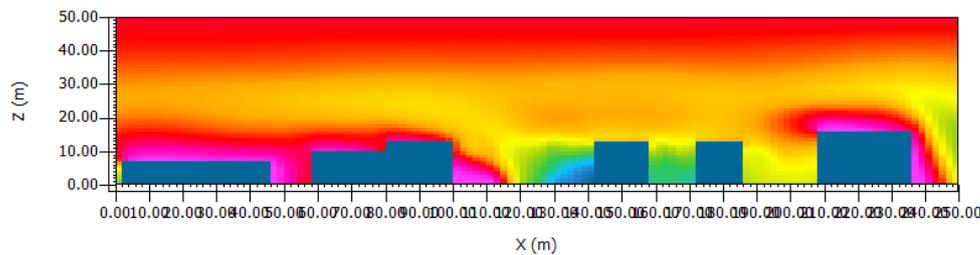
Potential Air Temperature



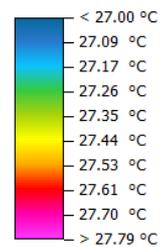
Min: 26.50 °C  
Max: 28.97 °C

Piano x/z (y = 151 m)

Proposta progettuale

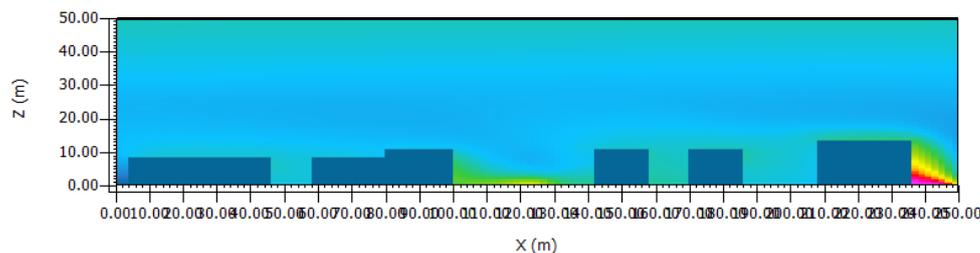


Potential Air Temperature

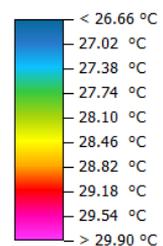


Min: 27.00 °C  
Max: 27.88 °C

Stato di fatto



Potential Air Temperature

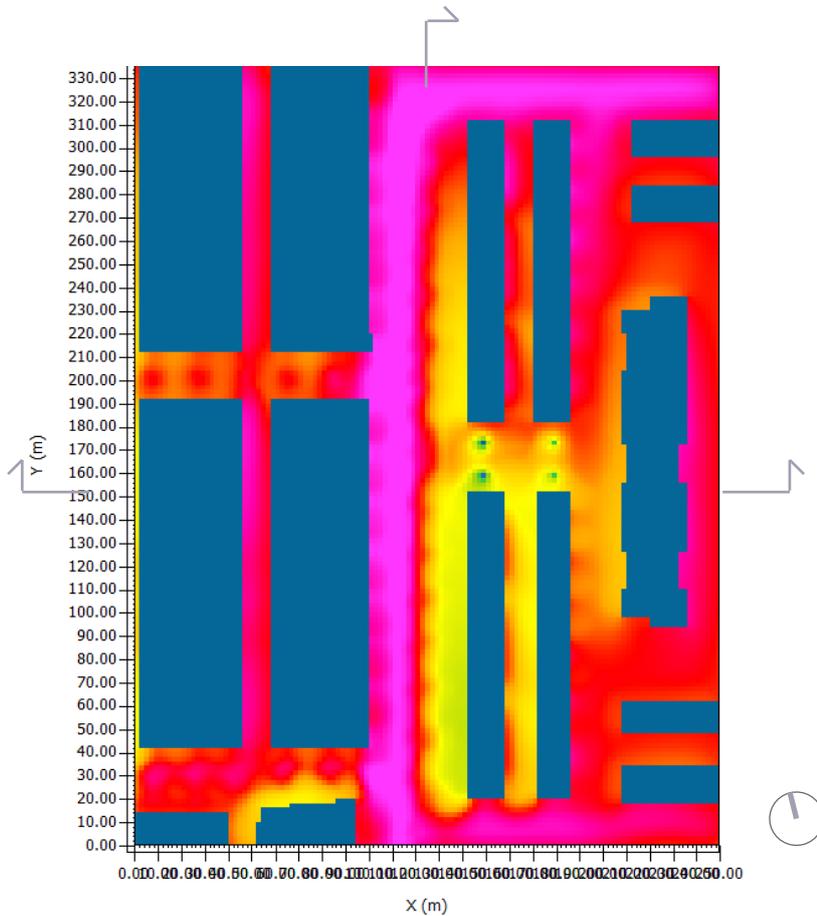


Min: 26.66 °C  
Max: 30.26 °C

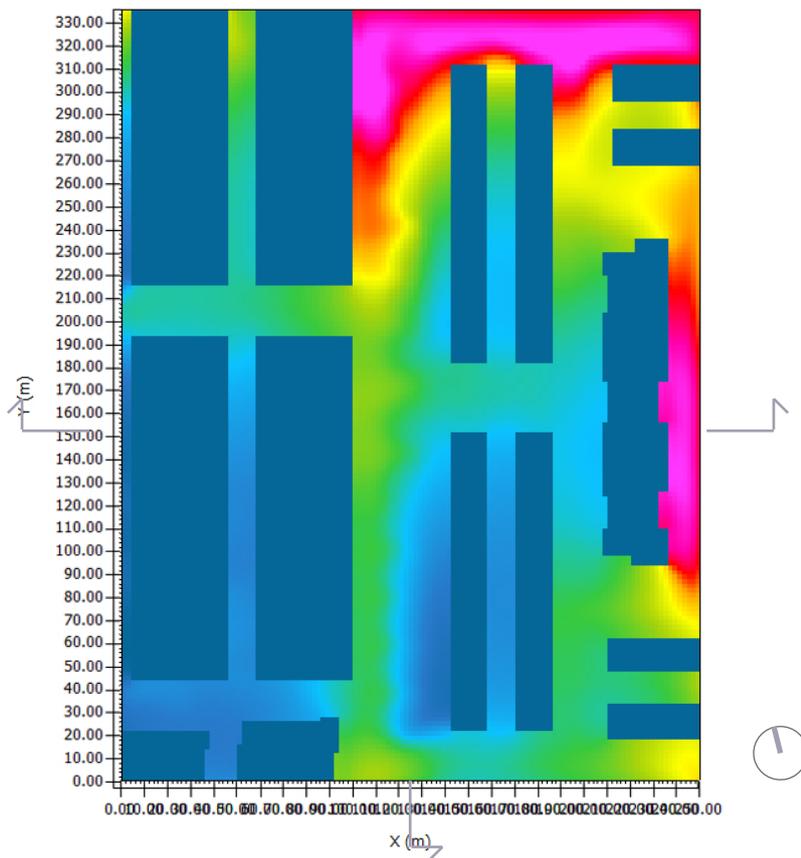
# Temperatura dell'aria

Piano x/y (z = 1,5 m)

22.07.2019, ore 12



Proposta progettuale



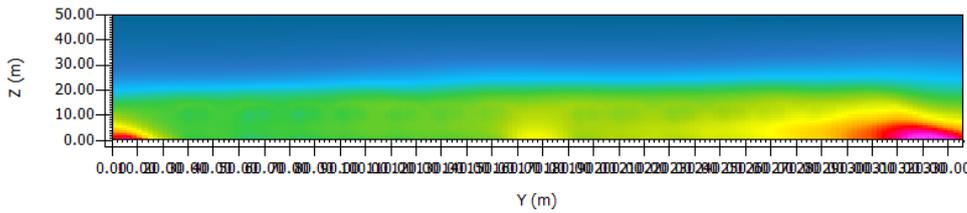
Stato di fatto

# Temperatura dell'aria

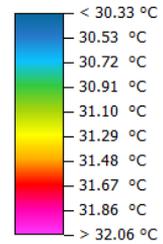
22.07.2019, ore 12

Piano y/z (x = 133 m)

Proposta progettuale

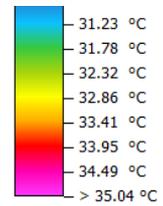
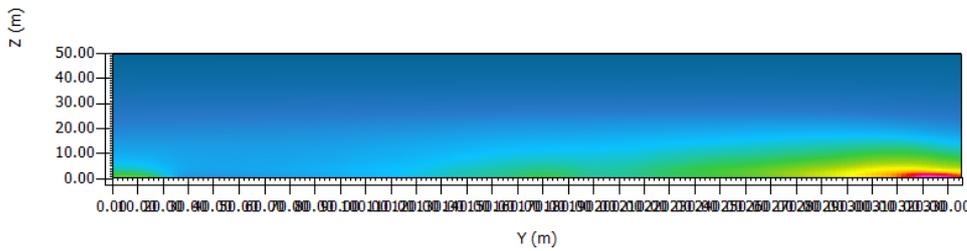


Potential Air Temperature



Min: 30.33 °C  
Max: 32.25 °C

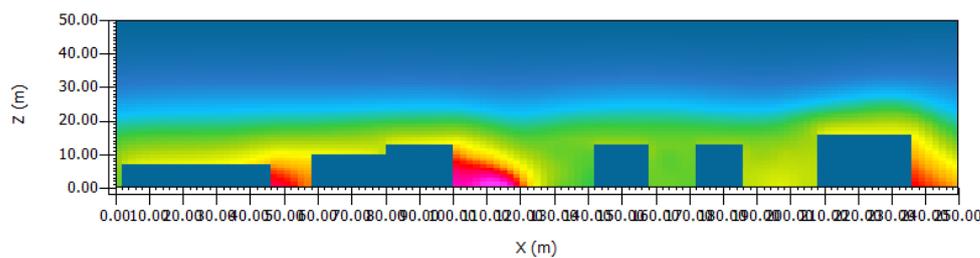
Stato di fatto



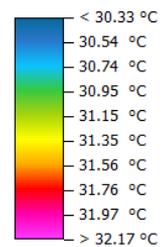
Min: 30.15 °C  
Max: 35.58 °C

Piano x/z (y = 151 m)

Proposta progettuale

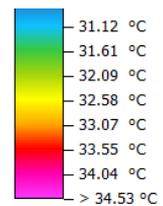
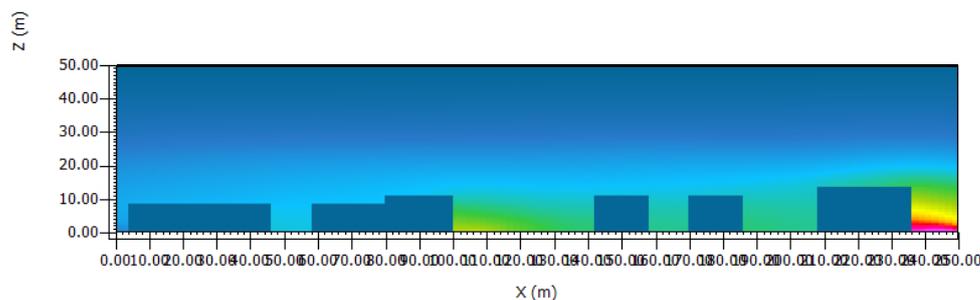


Potential Air Temperature



Min: 30.33 °C  
Max: 32.37 °C

Stato di fatto

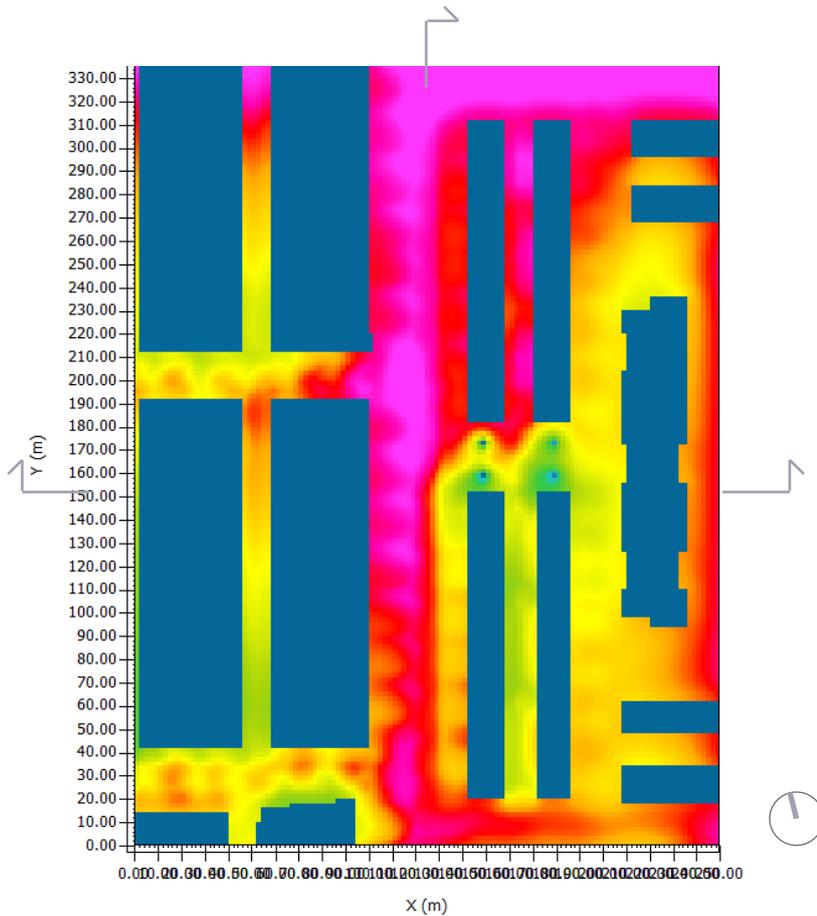


Min: 30.15 °C  
Max: 35.01 °C

# Temperatura dell'aria

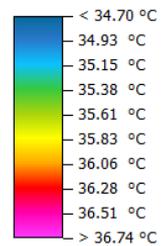
Piano x/y (z = 1,5 m)

22.07.2019, ore 15

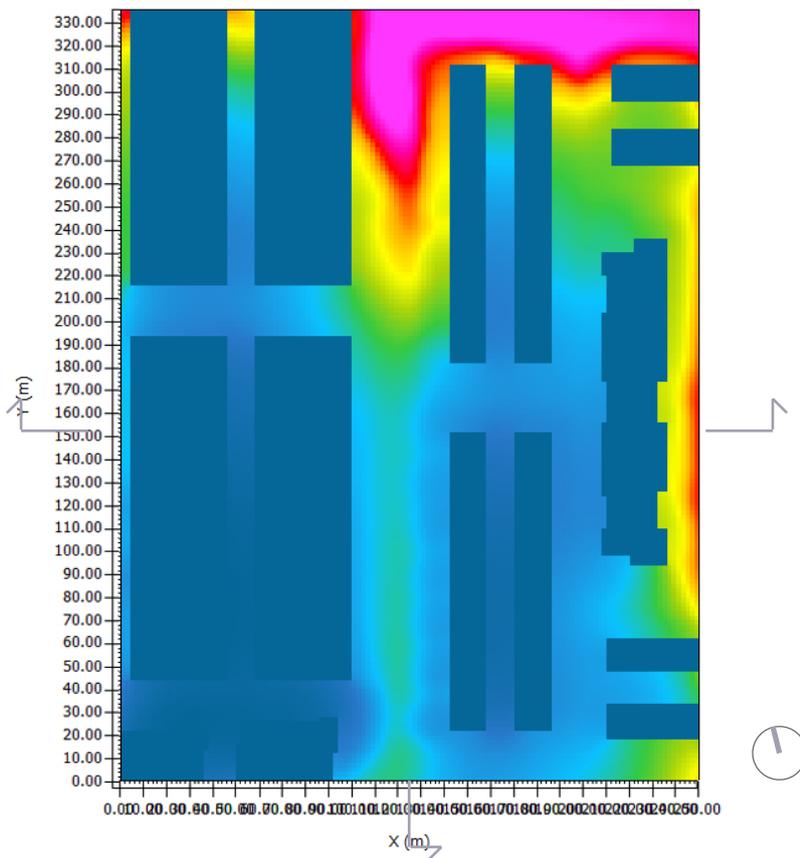


*Proposta progettuale*

Potential Air Temperature

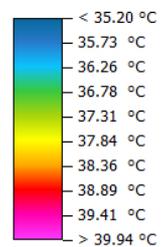


Min: 34.70 °C  
Max: 36.96 °C



*Stato di fatto*

Potential Air Temperature



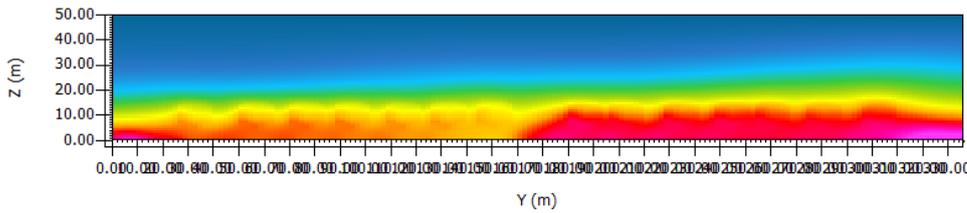
Min: 35.20 °C  
Max: 40.47 °C

# Temperatura dell'aria

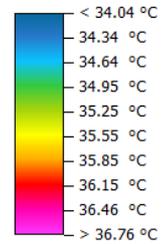
22.07.2019, ore 15

Piano y/z (x = 133 m)

Proposta progettuale

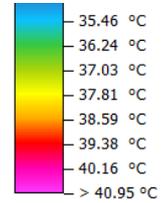
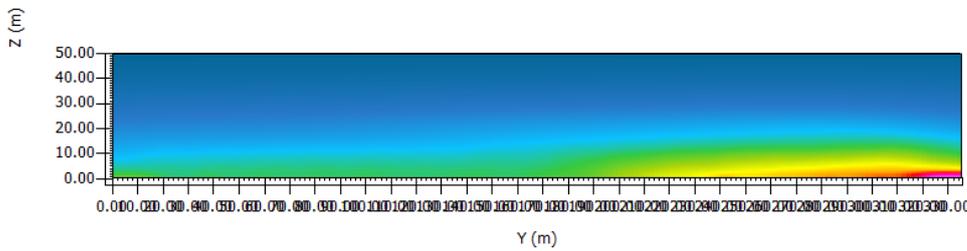


Potential Air Temperature



Min: 34.04 °C  
Max: 37.06 °C

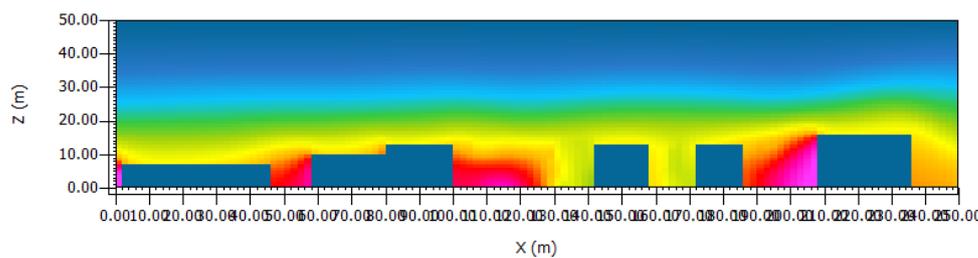
Stato di fatto



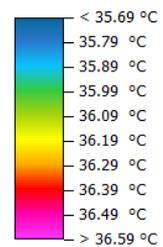
Min: 33.89 °C  
Max: 41.73 °C

Piano x/z (y = 151 m)

Proposta progettuale

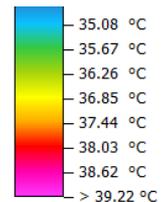
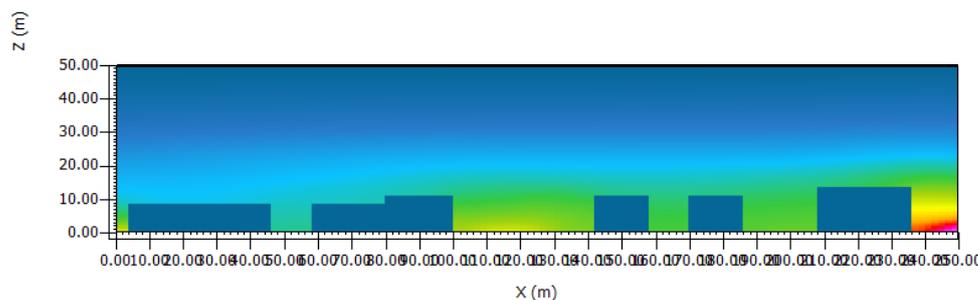


Potential Air Temperature



Min: 35.69 °C  
Max: 36.69 °C

Stato di fatto

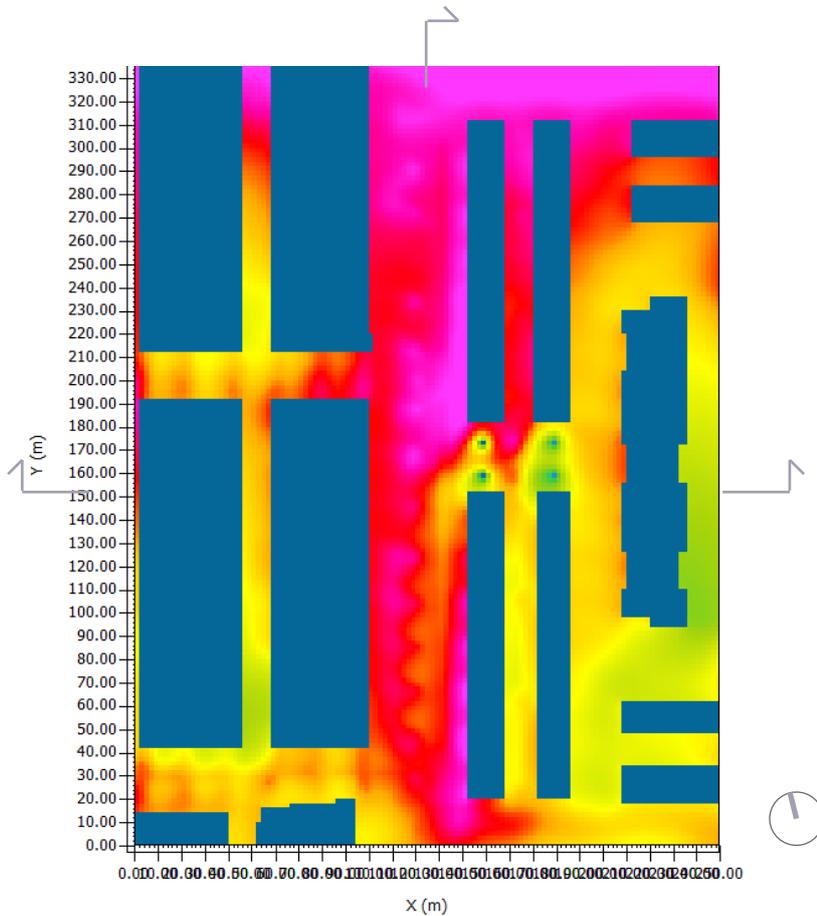


Min: 33.89 °C  
Max: 39.81 °C

# Temperatura dell'aria

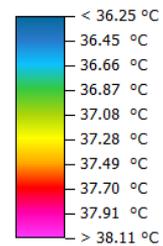
Piano x/y (z = 1,5 m)

22.07.2019, ore 18

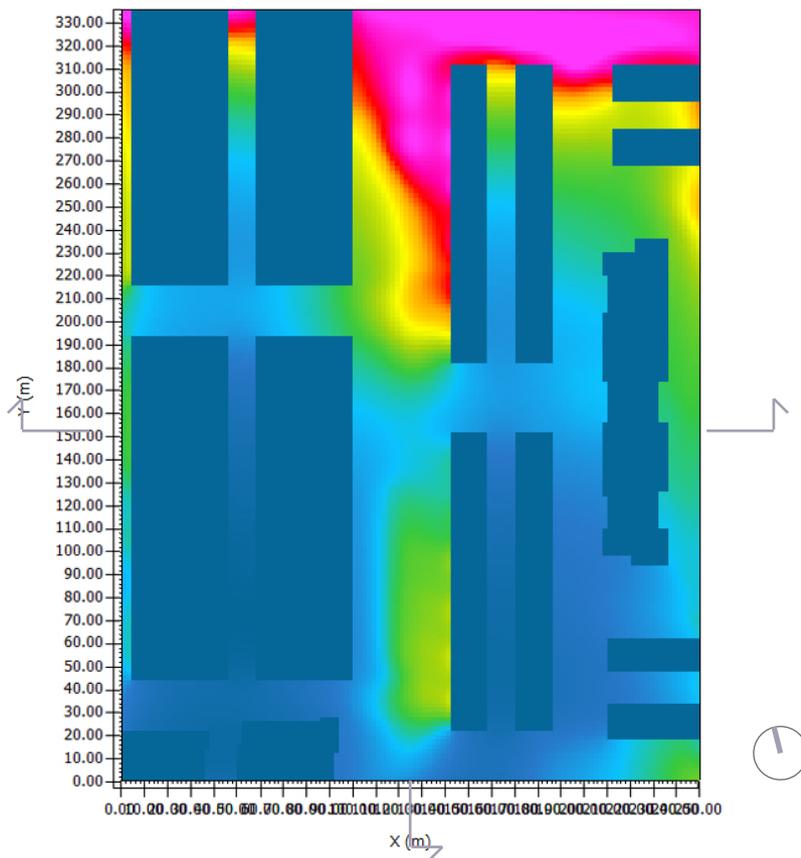


*Proposta progettuale*

**Potential Air Temperature**

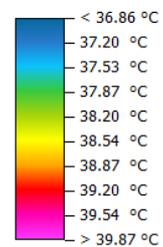


Min: 36.25 °C  
Max: 38.32 °C



*Stato di fatto*

**Potential Air Temperature**



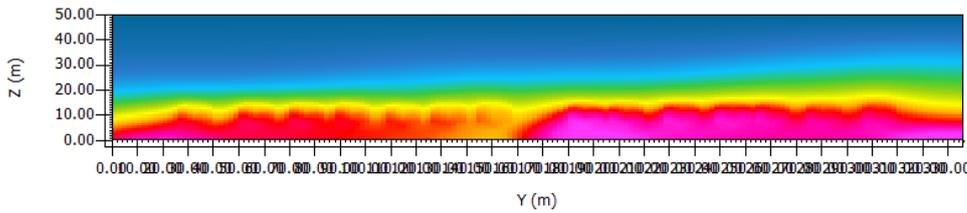
Min: 36.86 °C  
Max: 40.21 °C

# Temperatura dell'aria

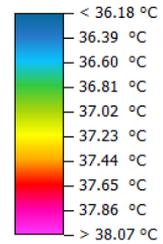
22.07.2019, ore 18

Piano y/z (x = 133 m)

Proposta progettuale

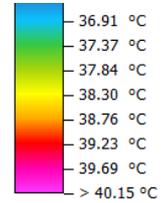
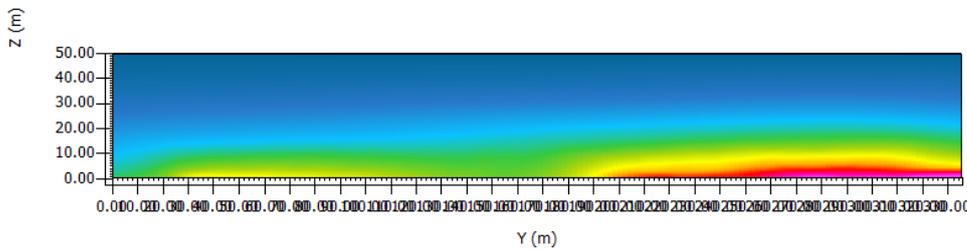


Potential Air Temperature



Min: 36.18 °C  
Max: 38.28 °C

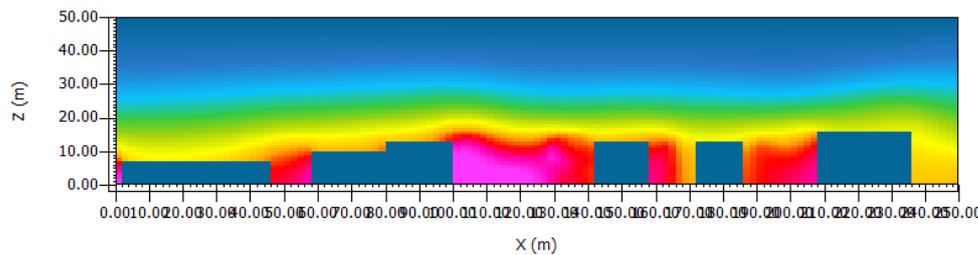
Stato di fatto



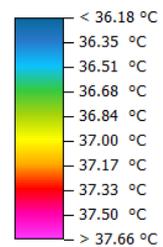
Min: 35.98 °C  
Max: 40.62 °C

Piano x/z (y = 151 m)

Proposta progettuale

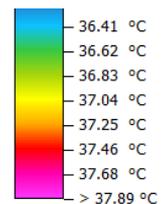
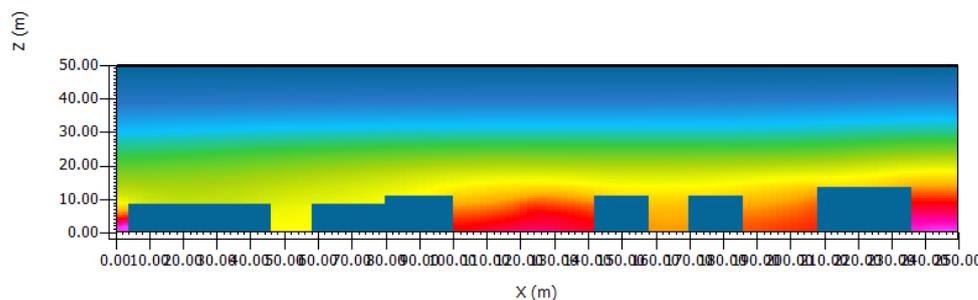


Potential Air Temperature



Min: 36.18 °C  
Max: 37.83 °C

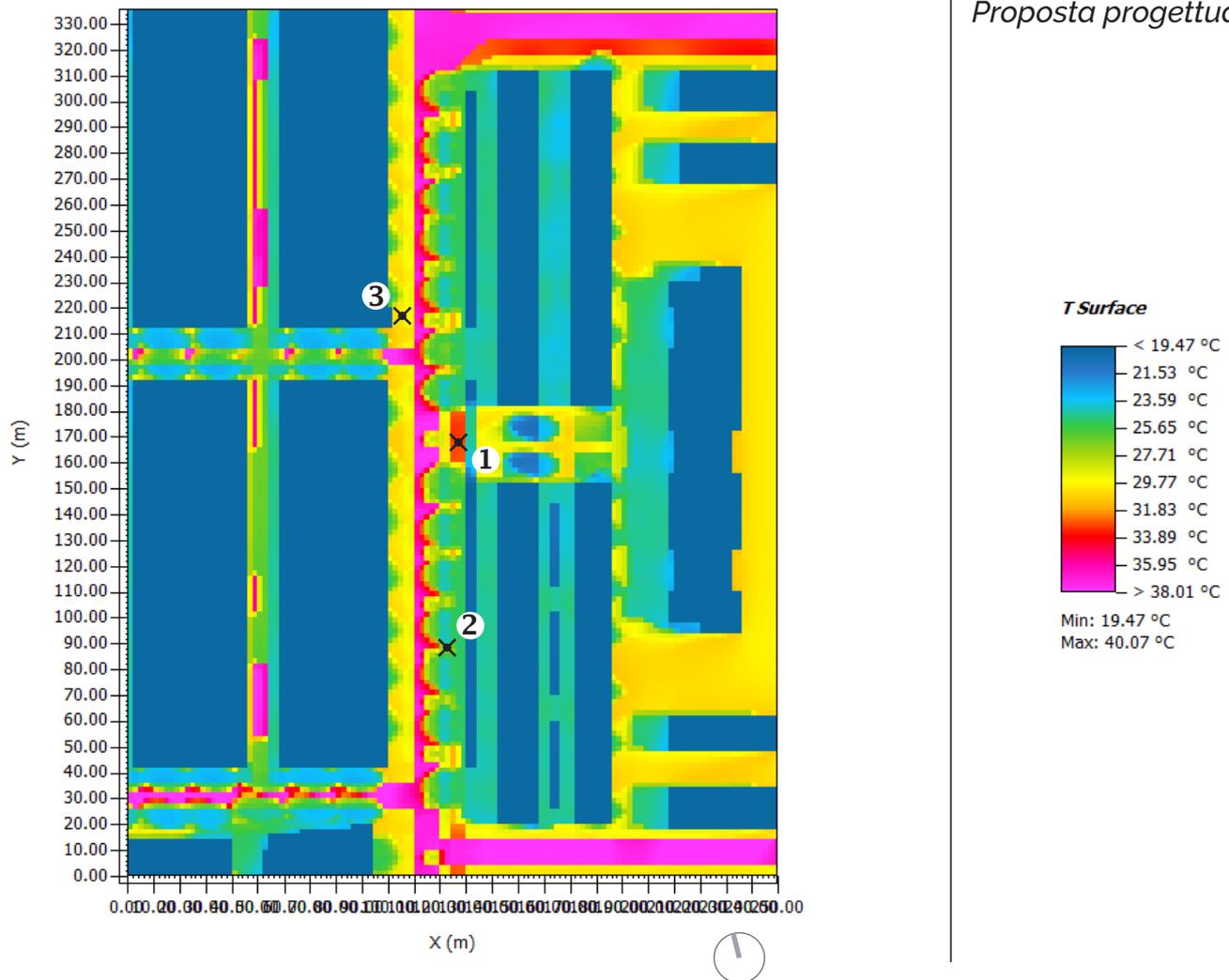
Stato di fatto



Min: 35.98 °C  
Max: 38.10 °C

22.07.2019, ore 10

Piano x/y



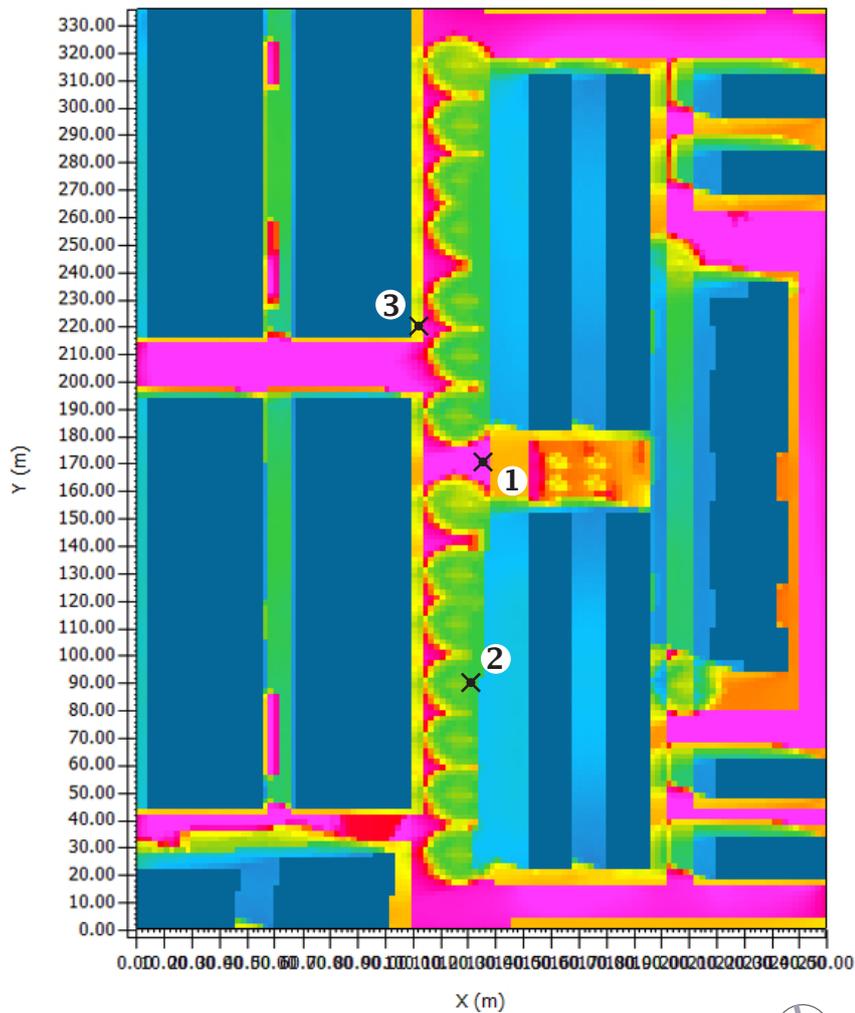
### Temperature puntuali

- ① 33,25 °C    \_Asfalto rosso pista ciclabile (a = 0,4)
- ② 27,31 °C    \_Prato (a = 0,2)
- ③ 29,68 °C    \_Calcestruzzo chiaro (a = 0,6)

# Temperatura superficiale

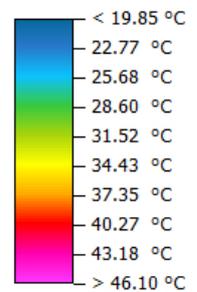
Piano x/y

22.07.2019, ore 10



Stato di fatto

T Surface



Min: 19.85 °C  
Max: 49.02 °C

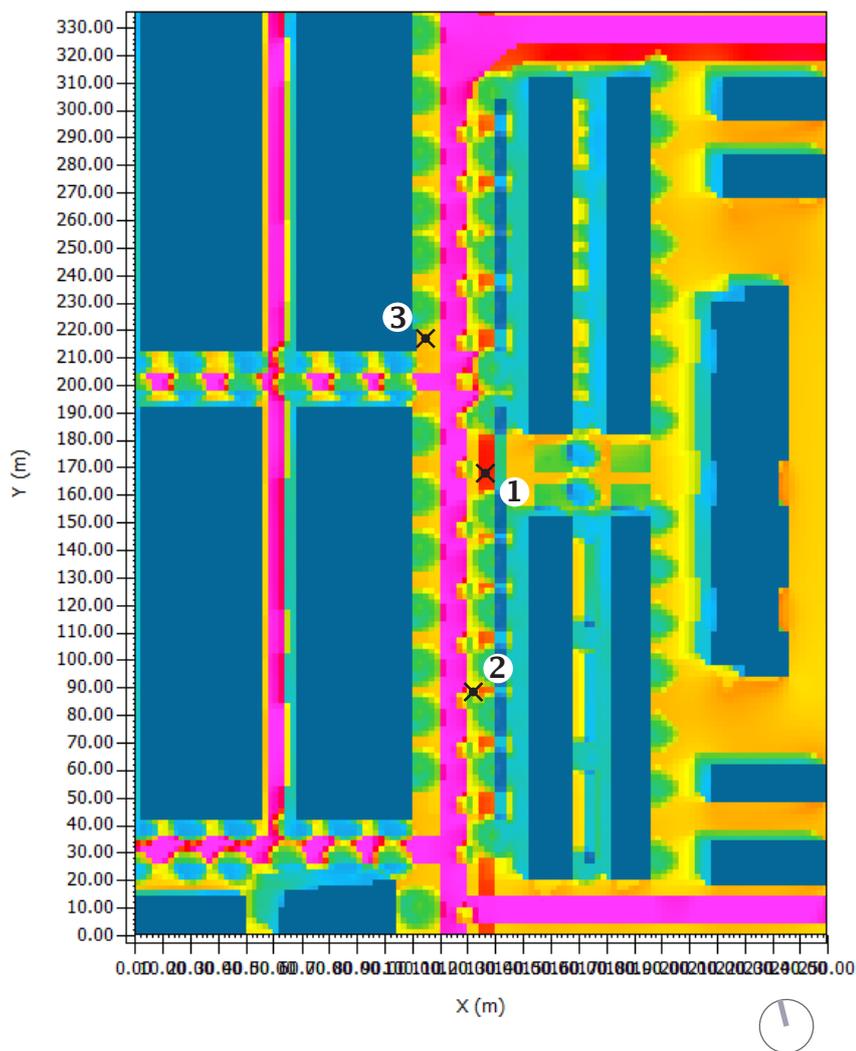
## Temperature puntuali

- ① 40,05 °C Asfalto (a = 0,1)
- ② 28,56 °C Asfalto (a = 0,1)
- ③ 32,6 °C Pav. in granito (a = 0,3)

# Temperatura superficiale

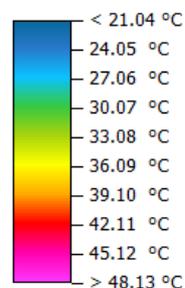
22.07.2019, ore 12

Piano x/y



Proposta progettuale

T Surface



Min: 21.04 °C  
Max: 51.14 °C

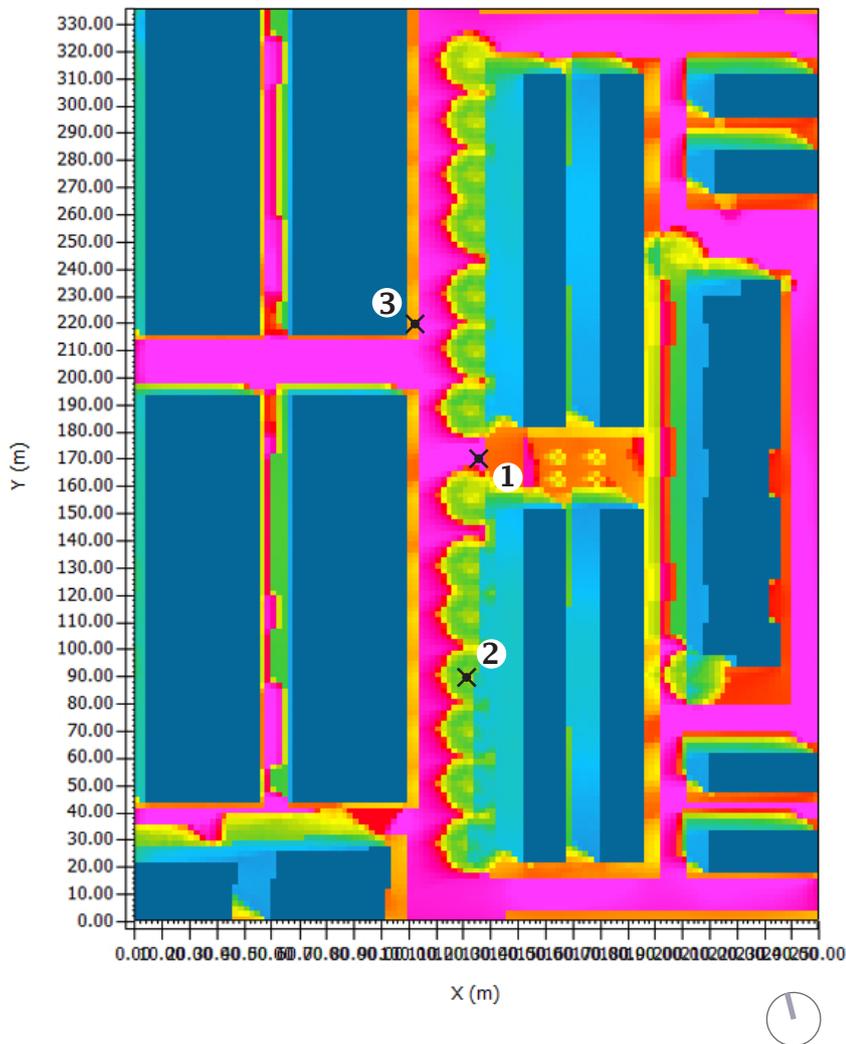
Temperature puntuali

- ① 41,73 °C    \_Asfalto rosso pista ciclabile (a = 0,4)
- ② 31,47 °C    \_Prato (a = 0,2)
- ③ 29,94 °C    \_Calcestruzzo chiaro (a = 0,6)

# Temperatura superficiale

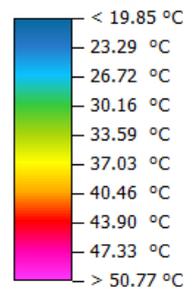
Piano x/y

22.07.2019, ore 12



Stato di fatto

T Surface



Min: 19.85 °C  
Max: 54.20 °C

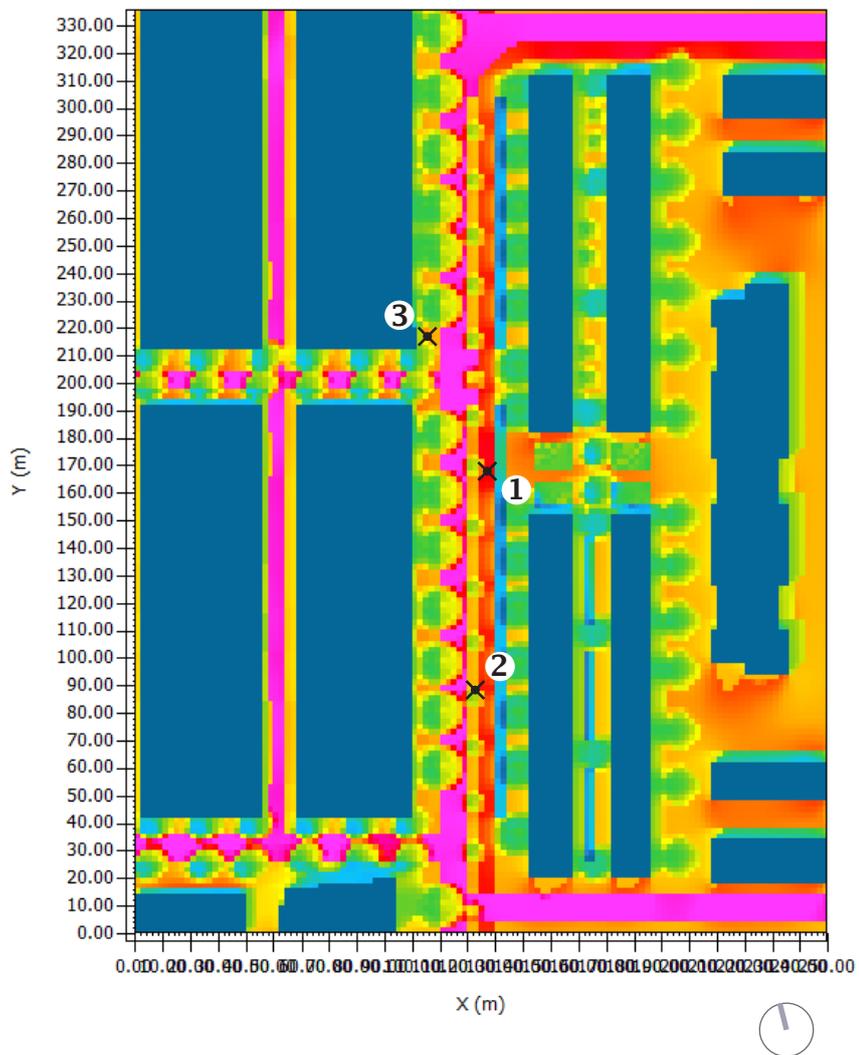
## Temperature puntuali

- ① 51,49 °C Asfalto (a = 0,1)
- ② 34,24 °C Asfalto (a = 0,1)
- ③ 39,57 °C Pav. in granito (a = 0,3)

# Temperatura superficiale

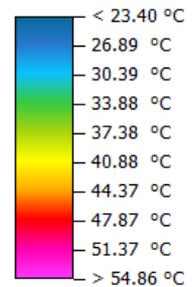
22.07.2019, ore 15

Piano x/y



Proposta progettuale

T Surface



Min: 23.40 °C  
Max: 58.36 °C

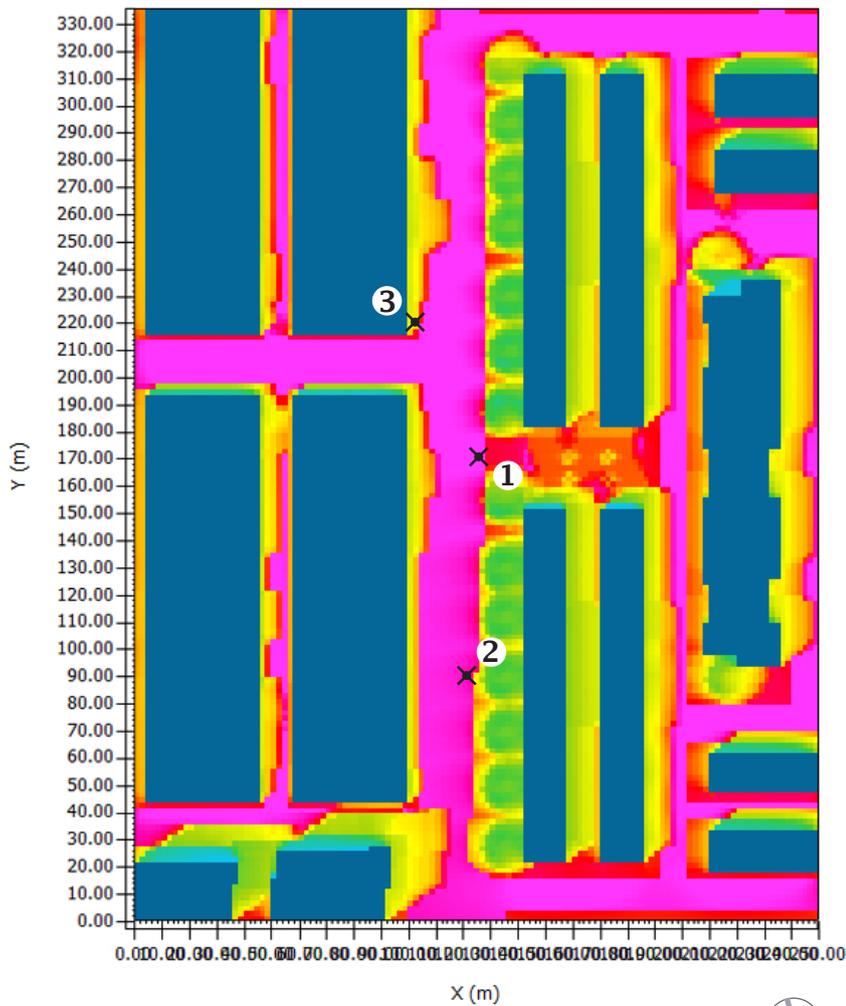
Temperature puntuali

- ① 48,32 °C    \_Asfalto rosso pista ciclabile (a = 0,4)
- ② 36,98 °C    \_Prato (a = 0,2)
- ③ 34,55 °C    \_Calcestruzzo chiaro (a = 0,6)

# Temperatura superficiale

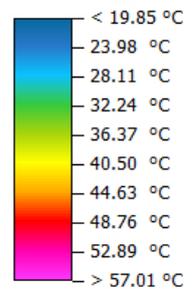
Piano x/y

22.07.2019, ore 15



Stato di fatto

T Surface



Min: 19.85 °C  
Max: 61.14 °C

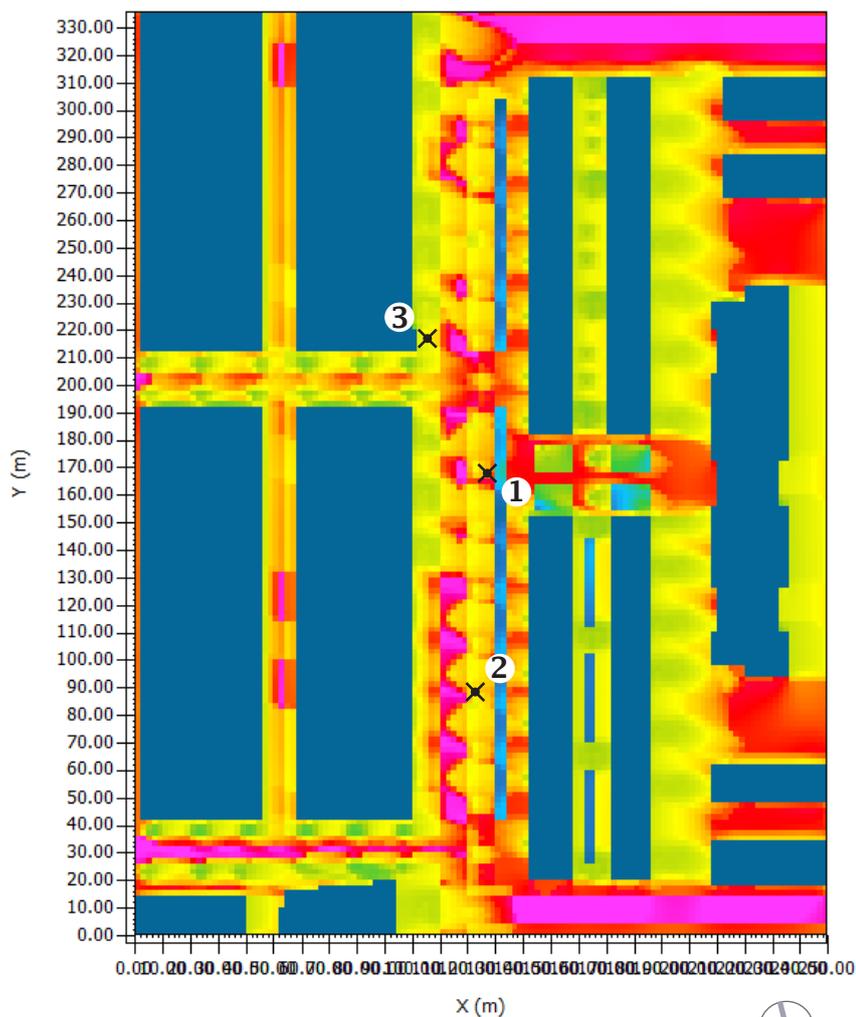
## Temperature puntuali

- ① 58,25 °C Asfalto (a = 0,1)
- ② 53,04 °C Asfalto (a = 0,1)
- ③ 41,61 °C Pav. in granito (a = 0,3)

# Temperatura superficiale

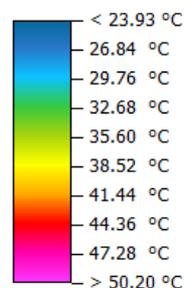
22.07.2019, ore 18

Piano x/y



Proposta progettuale

T Surface



Min: 23.93 °C  
Max: 53.12 °C

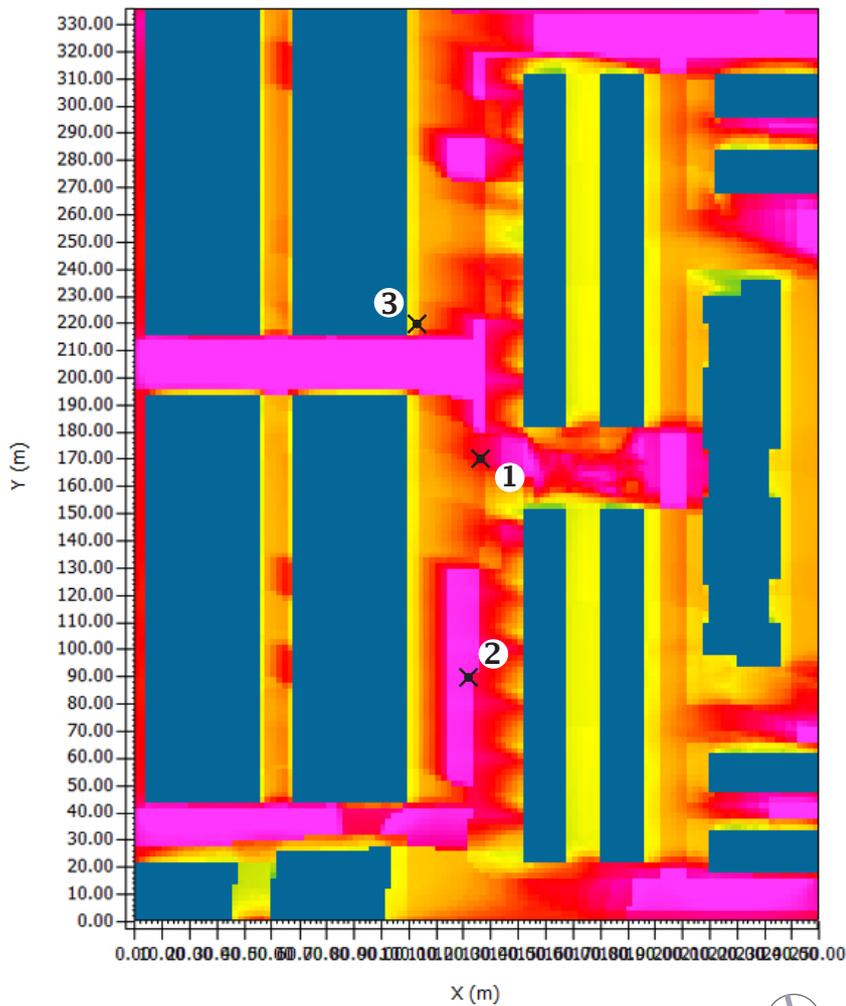
Temperature puntuali

- ① 41,52 °C    \_Asfalto rosso pista ciclabile (a = 0,4)
- ② 39,91 °C    \_Prato (a = 0,2)
- ③ 36,45 °C    \_Calcestruzzo chiaro (a = 0,6)

# Temperatura superficiale

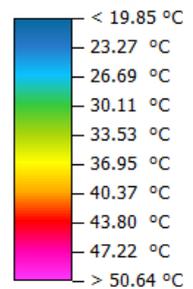
Piano x/y

22.07.2019, ore 18



Stato di fatto

T Surface

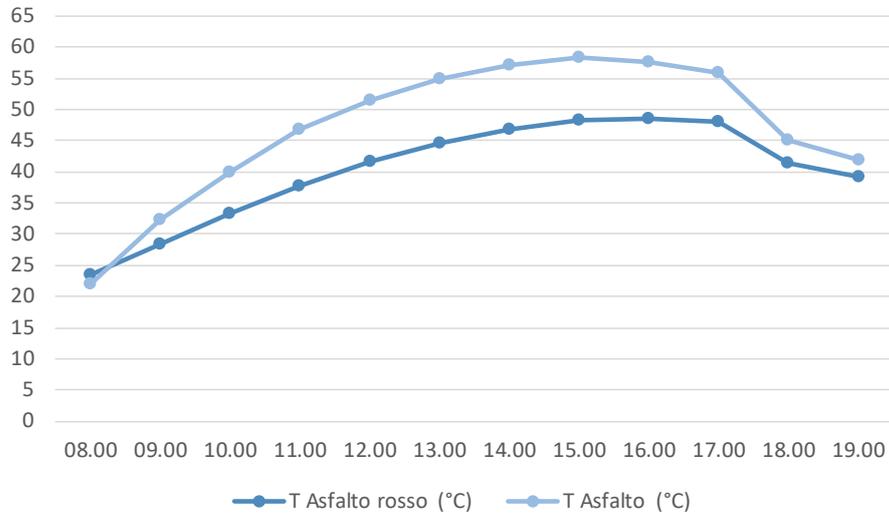


Min: 19.85 °C  
Max: 54.06 °C

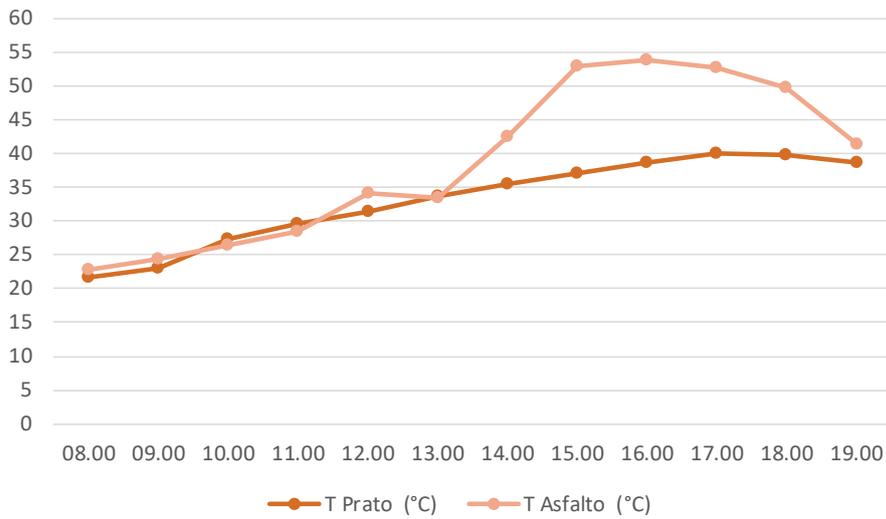
## Temperature puntuali

- |   |          |                           |
|---|----------|---------------------------|
| ① | 45,06 °C | Asfalto (a = 0,1)         |
| ② | 42,83 °C | Asfalto (a = 0,1)         |
| ③ | 38,44 °C | Pav. in granito (a = 0,3) |

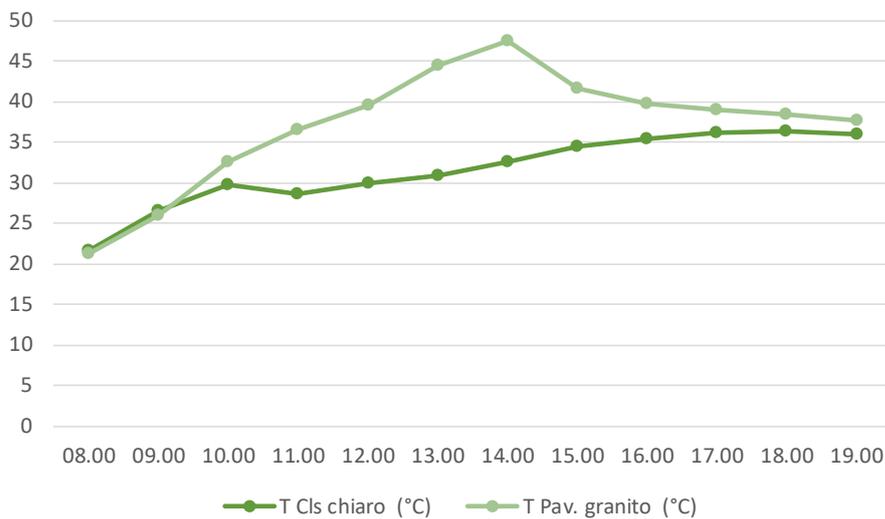
Punto 1



Punto 2



Punto 3



Il punto analizzato appartiene alla superficie dove, in fase di progetto, si propone l'inserimento della pista ciclabile, mediante la sostituzione dell'asfalto stradale con un asfalto di colore rosso. Il valore di albedo più alto che contraddistingue quest'ultimo fa sì che la curva relativa alla temperatura superficiale si abbassi di circa 10 °C durante le ore centrali, pur mantenendo un andamento molto simile all'altra curva nelle ore precedenti.

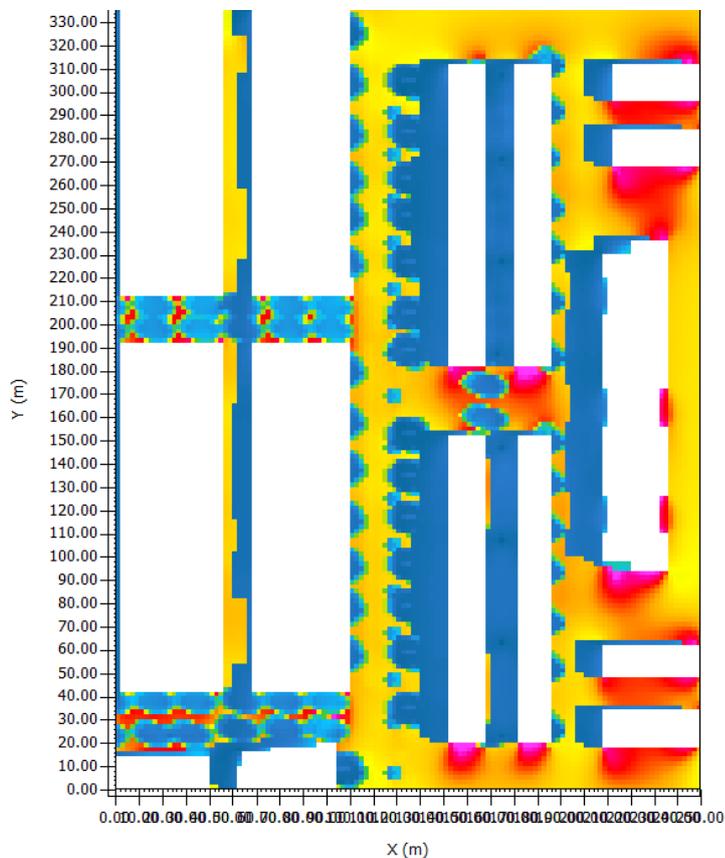
Il ridisegno della sezione stradale prevede l'inserimento di corridoi verdi lungo i limiti della strada carrabile, provvisti di filari di alberi. Allo stato attuale, questa porzione è completamente asfaltata. Osservando le due curve si nota come, a partire dalle ore centrali della giornata, la temperatura superficiale dell'asfalto cresce notevolmente a causa del basso valore di albedo (0,1); al contrario, la temperatura del prato, pur caratterizzata da valori di albedo prossimi a quelli dell'asfalto (0,2), mantiene una lieve crescita costante. La coincidenza delle due curve fino alle ore 13 si deve al fatto che il punto in analisi si trovi in un'area che gode di ombreggiamento durante le ore mattutine: per questa ragione la temperatura dell'asfalto stradale mantiene valori contenuti. In aggiunta, il depaving consente di adattare il costruito mediante una gestione migliore delle acque, incrementando le superfici permeabili del lotto.

La proposta progettuale prevede, per quanto riguarda le zone pedonali, l'impiego di una pavimentazione in calcestruzzo chiaro (albedo: 0,6), in sostituzione di quella attuale in granito (albedo: 0,3).

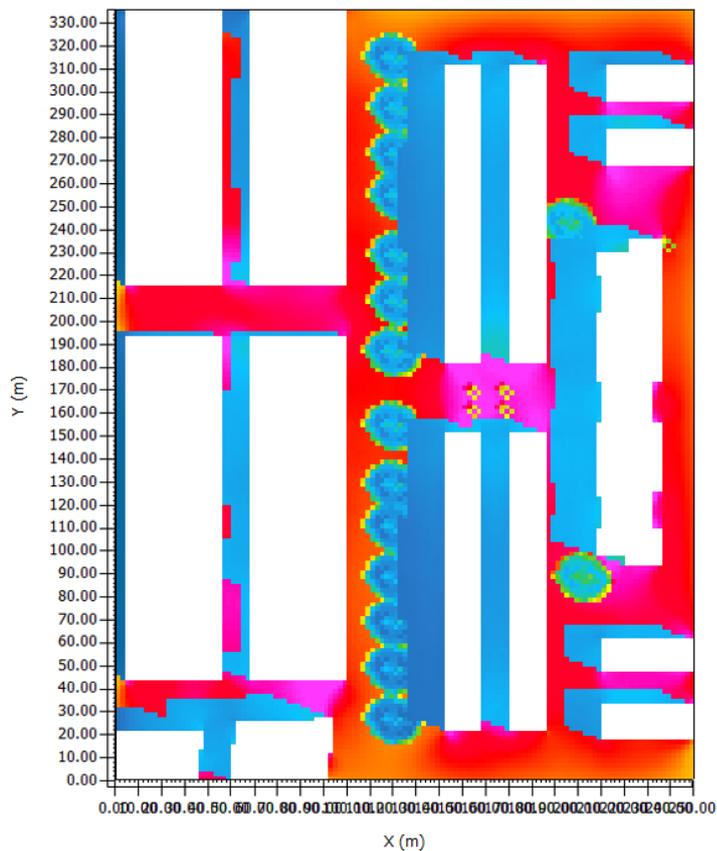
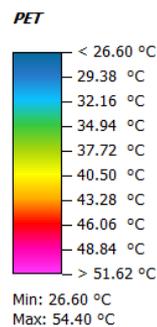
L'analisi delle temperature superficiali (nello specifico dei punti presi in considerazione) mostra come questa strategia ci consenta di ottenere temperature superficiali inferiori, soprattutto durante le ore più calde della giornata, come si può osservare dal grafico.

22.07.2019, ore 10

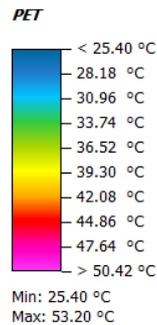
Piano x/y (z = 1,5 m)



Proposta progettuale



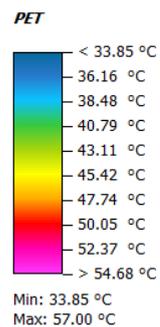
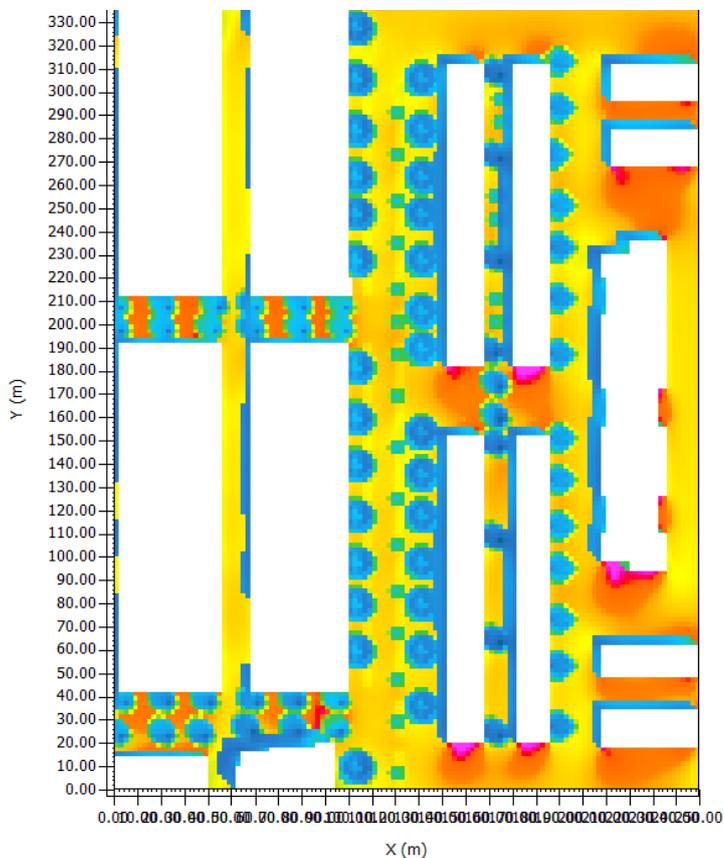
Stato di fatto



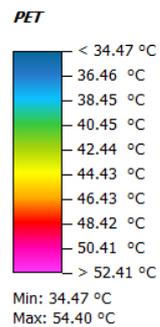
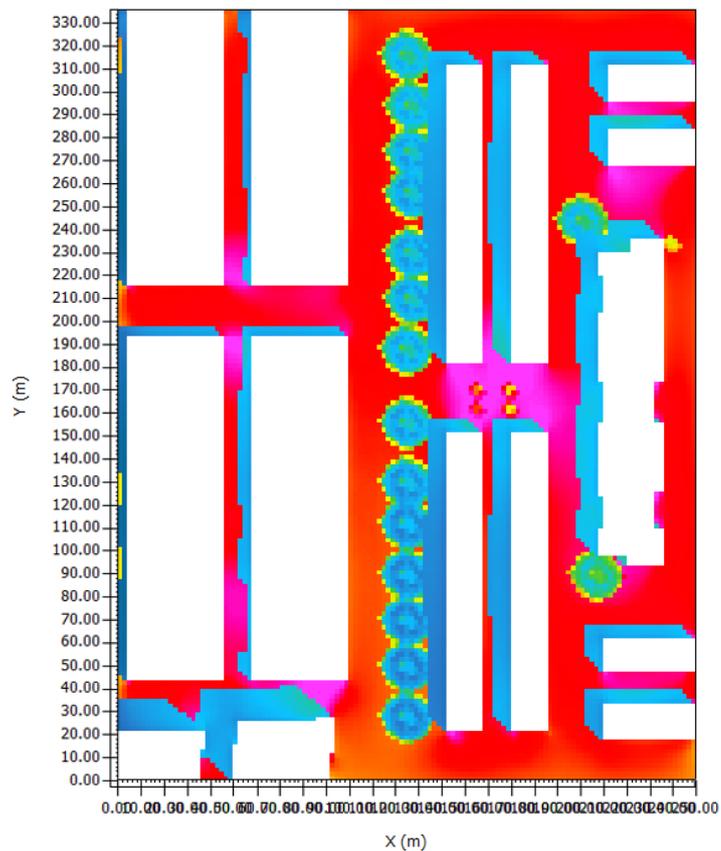
Piano x/y (z = 1,5 m)

22.07.2019, ore 12

Proposta progettuale



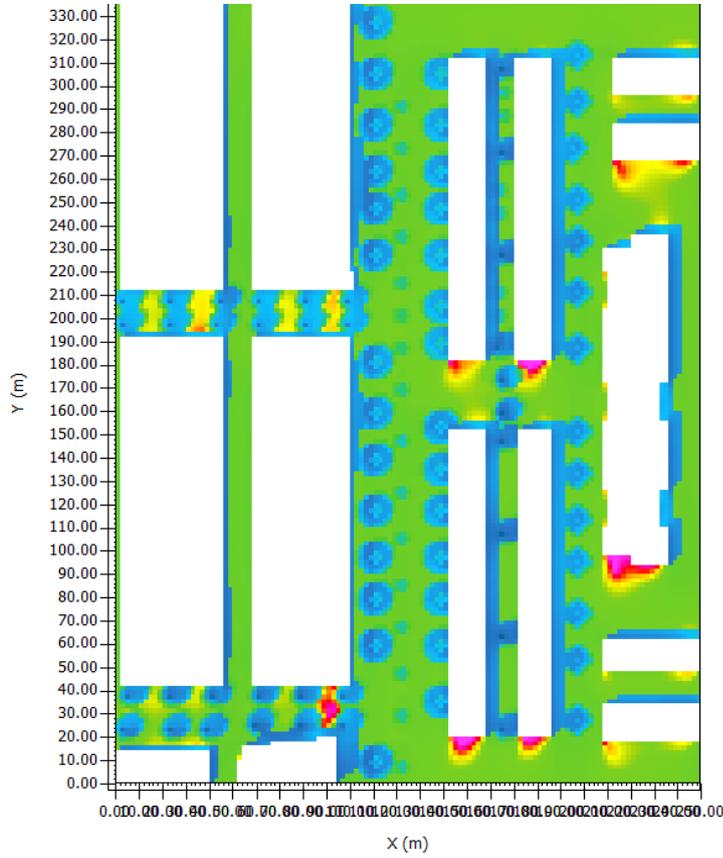
Stato di fatto



# PET

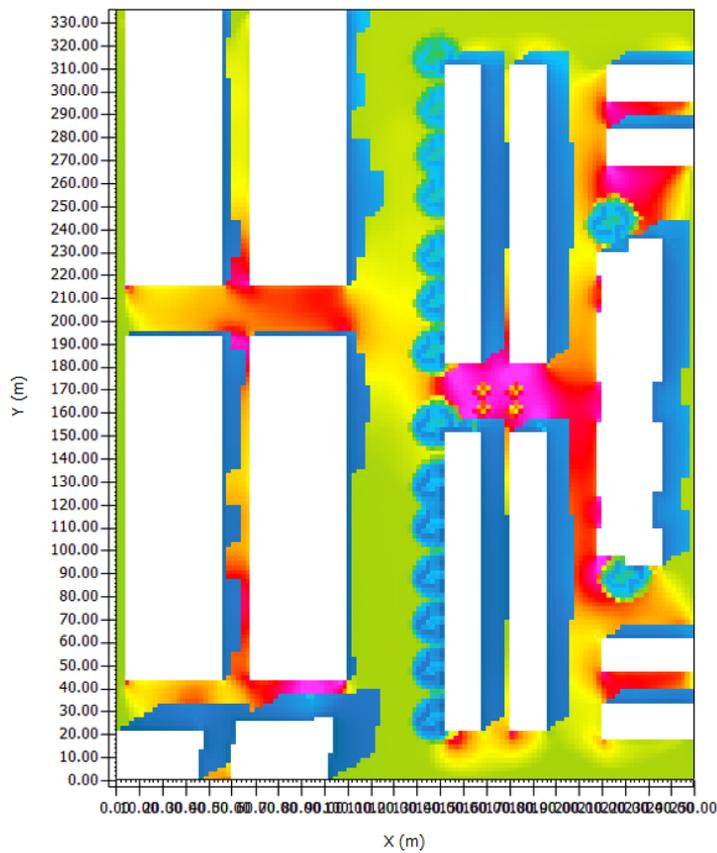
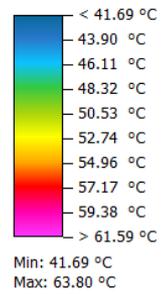
22.07.2019, ore 15

Piano x/y (z = 1,5 m)



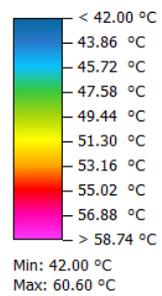
*Proposta progettuale*

**PET**



*Stato di fatto*

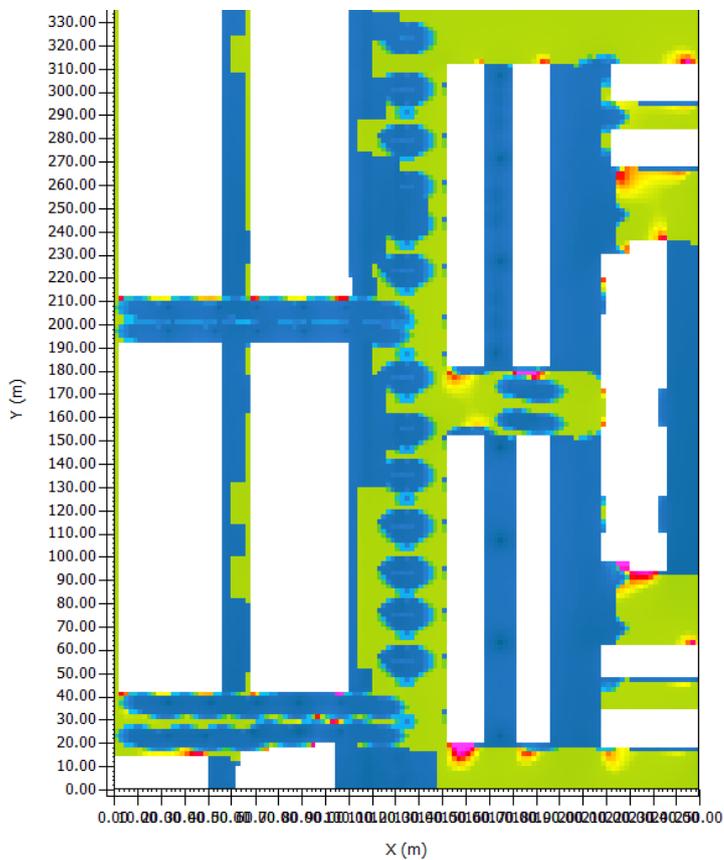
**PET**



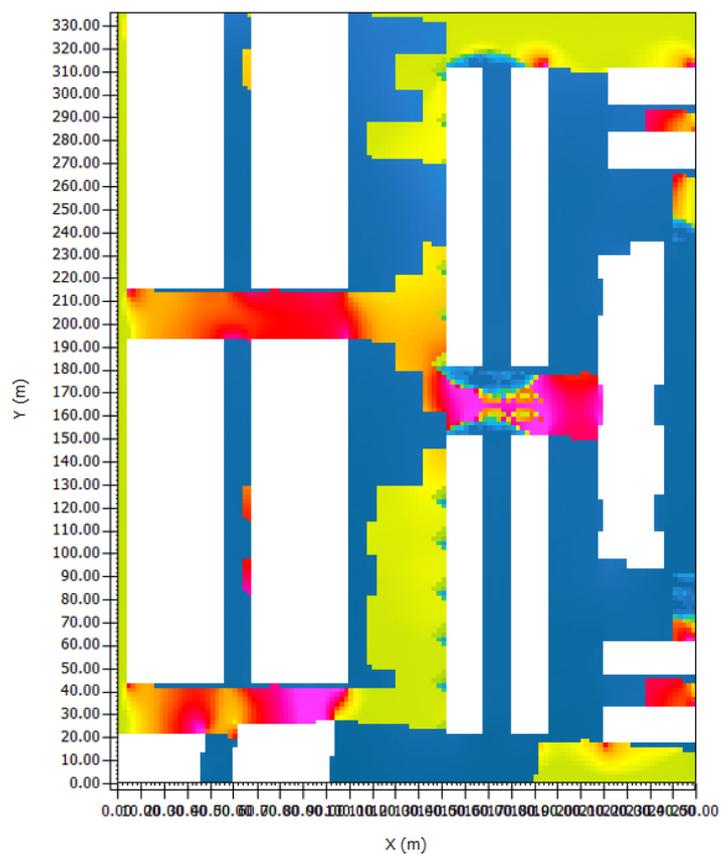
Piano x/y (z = 1,5 m)

22.07.2019, ore 18

*Proposta progettuale*



*Stato di fatto*



# Conclusioni

Attraverso l'utilizzo del software Envi-met, è stato possibile valutare le condizioni microclimatiche e di comfort termico, relative al caso studio preso in analisi, e indagarne le potenziali variazioni, con il fine di verificare l'efficacia delle soluzioni progettuali proposte, in seguito alle modifiche effettuate sul modello della città attuale. I risultati delle simulazioni ci permettono di confermare le ipotesi contenute all'interno della letteratura scientifica di riferimento: il microclima urbano è fortemente influenzato da elementi quali la morfologia urbana, i materiali superficiali impiegati nelle costruzioni, la densità del costruito, la presenza di vegetazione, acqua e schermature.

Le analisi sul clima locale e l'inquadramento territoriale hanno permesso di individuare più efficacemente le strategie progettuali adatte al miglioramento del comfort ambientale dell'area di intervento. Trovandoci in un clima caldo secco temperato, le azioni proposte hanno avuto come principale finalità quella di contrastare il fenomeno di isola di calore urbano, mediante alcune specifiche strategie di adattamento e mitigazione delle cause del cambiamento climatico. A questo scopo, le variabili del clima locale sono state messe in relazione con il comportamento del costruito, delle forme urbane, dei materiali e degli elementi naturali (Pollo et al., 2020).

Come si è potuto constatare attraverso l'analisi degli output delle simulazioni condotte, la **densità e la morfologia del costruito** sono fattori determinanti rispetto al microclima urbano, in quanto responsabili dell'ombreggiamento di strade e spazi tra gli edifici, nonché della diminuzione del traffico veicolare a seguito della riduzione delle distanze da percorrere, con evidenti ripercussioni in termini di qualità dell'aria e, dunque, rispetto

ai determinanti di salute. Questo aspetto si è reso evidente, ad esempio, nella prima simulazione: l'inserimento di un edificio pluripiano adibito a parcheggio, laddove attualmente è presente un grande vuoto urbano, produce un ombreggiamento sul suolo circostante che, in combinazione con le altre strategie - tra cui sostituzione dei materiali e incremento del verde - contribuisce a ridurre i valori di temperatura dell'aria e ad accrescere il livello di comfort termico outdoor. D'altro canto, si vede come l'aver modellato un piano terra "pieno" abbia provocato un aumento delle temperature sul lato est, in corrispondenza della strada asfaltata. Per questa ragione, si propone di realizzare il nuovo edificio su pilotis, permeabile al piano terra, in modo da consentire un maggiore passaggio del vento, che incrementerebbe il raffrescamento delle aree circostanti. Si suggerisce inoltre di condurre ulteriori simulazioni, al fine di ottimizzare e individuare la forma migliore per l'edificio previsto, ai fini di un ulteriore miglioramento del microclima.

Anche l'orientamento delle strade rappresenta un elemento decisivo rispetto alla schermatura dei raggi solari: strade orientate secondo l'asse nord-sud forniscono un ombreggiamento più prolungato durante il giorno rispetto a quelle orientate secondo l'asse est-ovest. Una prima verifica di ciò la troviamo nello studio solare iniziale (paragrafo 4.3.6), dove gli scenari di simulazione delle ombre, esportati a partire dal modello 3D dei blocchi residenziali, dimostrano come i cortili interni con asse nord-sud siano completamente irraggiati solamente intorno alle ore 14, mentre quelli orientati secondo l'asse est-ovest siano soggetti a radiazione solare anche durante le ore mattutine e pomeridiane, con ripercussioni

rispetto al fabbisogno energetico estivo degli edifici e a un maggiore discomfort indoor-outdoor. Il software di simulazione Envi-met ci permette di confrontare i valori di temperatura relativi alle due tipologie e confermare con maggior precisione l'ipotesi di partenza: in ciascuno degli output sullo stato di fatto (in particolar modo in quelli delle ore 10 e delle ore 18) i cortili con asse nord-sud sono interessati da valori di temperatura inferiori, con una differenza di 8-10 gradi per quanto riguarda la temperature superficiali e arrivando fino a una variazione di 15 relativamente all'indice PET. Le strategie impiegate in fase di progetto rendono queste differenze tra strade orientate secondo assi differenti meno evidenti e consentono la riduzione dei valori minimi e massimi di temperatura dell'aria e delle superfici, con notevoli ripercussioni, infine, in termini di riqualificazione ambientale, sociale ed economica dell'intera area.

**I materiali di finitura delle superfici** rappresentano un ulteriore variabile rispetto alla determinazione del micro-clima. Mediante le simulazioni, è stato possibile confermare quanto riporta la letteratura scientifica di riferimento: materiali riflettenti sono soggetti a un minor assorbimento di calore, consentendo quindi di ottenere temperature superficiali minori, con ripercussioni notevoli anche in termini di temperatura dell'aria, a tutte le ore del giorno. Questo aspetto è particolarmente evidente, ad esempio, laddove è stata prevista la sostituzione dell'asfalto stradale, di albedo uguale a 0,1, con una pavimentazione in calcestruzzo chiaro, utilizzata per le zone pedonali, con valore di albedo pari a 0,6. La temperatura superficiale del materiale di progetto è sempre inferiore a quella esistente (anche fino a 10 gradi in meno), soprattutto durante le ore più calde della giornata.

La **vegetazione** è uno dei fattori più importanti per i suoi effetti sul microclima. Gli alberi riducono efficacemente la radiazione negli spazi aperti urbani. Oltre a consentire un raffrescamento dell'aria mediante il meccanismo di evapotraspirazione, permettono l'ombreggiatura delle superfici al suolo. Per riflessione e assorbimento, infatti, gli alberi possono schermare una grande quantità di radiazione solare ad onde corte in arrivo (Pollo et al., 2020). I risultati delle simulazioni confermano l'effettivo contributo in termini di miglioramento del livello di comfort termico, generato dall'incremento di alberi e superfici verdi. Soprattutto in corrispondenza delle superfici attualmente asfaltate ed esposte alla radiazione solare durante gran parte della giornata (situazione riscontrabile in ciascuno dei modelli relativi allo stato di fatto), si può notare come l'inserimento di alberi e superfici permeabili influisca positivamente sul miglioramento delle condizioni microclimatiche, determinando un generale raffrescamento delle temperature e un aumento del livello di comfort termico. L'inserimento di nuove superfici permeabili è, per altro verso, determinante rispetto all'adattamento ai cambiamenti climatici, poiché consente una gestione decentralizzata delle acque.

L'impiego di questa strategia, combinata all'inserimento di **lame d'acqua e fontane**, e all'installazione di **schermature solari**, favorisce ancor di più il contenimento delle temperature dell'aria e delle superfici nei periodi estivi più svantaggiosi. Gli effetti benefici dell'acqua in ambiente urbano, come riscontrato in letteratura, sono stati verificati attraverso la lettura degli output ottenuti. Le temperature superficiali corrispondenti

alle lame d'acqua si riferiscono sempre ai valori minimi riportati in legenda: la loro elevata capacità termica permette di mantenere una temperatura inferiore rispetto a quella degli edifici e dei terreni circostanti, fornendo un gradiente di temperatura più elevato tra l'aria e la superficie dell'acqua per il trasferimento di calore convettivo, provocando così il raffrescamento dell'ambiente termico. Vasche d'acqua e fontane sono state affiancate ai percorsi pedonali per raffrescare l'ambiente e aumentare la sensazione di benessere termico, con il fine di rendere attrattivi gli spazi urbani esterni ed incentivare gli spostamenti a piedi.

L'insieme degli interventi proposti ha come finalità ultima quella di offrire luoghi di qualità, per agevolare e incentivare l'utilizzo degli spazi urbani esterni, sfruttando quelle che sono le potenzialità dell'area. L'obiettivo è il miglioramento della percezione e dell'utilizzo dello spazio urbano ad uso pubblico e semi-privato tra le corti. Liberando lo spazio urbano dalla diffusa presenza delle automobili e restituendolo ai cittadini, mediante la pedonalizzazione e il cambiamento funzionale di alcuni spazi, si intende offrire luoghi che possano essere realmente vissuti, favorendo lo svolgimento di attività all'aperto e la socialità tra gli individui. L'incentivazione alla mobilità sostenibile attraverso il ridisegno della sezione stradale, l'inserimento della pista ciclabile e l'ampliamento delle aree pedonali, oltre a favorire il processo di adattamento del costruito e di mitigazione in ottica futura, sono funzionali al raggiungimento di questo obiettivo.

Dopo aver descritto brevemente le principali strategie adottate e i loro possibili risvolti sullo stato attuale, è importante riportare alcune criticità riscontrate durante lo svolgimento delle

simulazioni. Per ragioni legate ai tempi di calcolo del software, non è stato possibile lavorare su un modello urbano più esteso, che tenesse conto dei contributi dati dall'ambiente circostante sul bilancio termico. I modelli elaborati di dimensioni ridotte, pertanto, trascurano l'effetto di isola di calore urbano nella sua complessità.

In ogni caso, i risultati ottenuti ci permettono di affermare che intervenire attraverso strategie sull'edificato in termini di densità e morfologia, spazi urbani entro il costruito, materiali impiegati, progettazione del verde e di elementi idrici, può essere decisivo, sia sui processi di mitigazione delle cause del cambiamento climatico, seppur indirettamente e su tempi lunghi, sia sugli adattamenti necessari a fronteggiare, nel breve periodo, i fenomeni di riscaldamento globale.

Azioni di adattamento e mitigazione si configurano, dunque, come volano della riqualificazione sociale, urbana, economica ed ambientale delle città del XXI secolo, dove, si stima, nel 2050 vivrà il 70% della popolazione mondiale e che devono fronteggiare, in tempi rapidi e anche mediante le risposte che il progetto di architettura può fornire loro, una sfida senza precedenti: quella del riscaldamento globale. L'uso di software per la simulazione del microclima urbano quali ENVI MET possono aiutare i progettisti architetti nel progetto sia dello spazio aperto tra gli edifici sia della morfologia urbana nel suo complesso, agendo sulle variabili che sono in grado di controllare a partire dalla conoscenza del clima locale. In particolare, forma e orientamento dei volumi edificati che determinano i "canyon" urbani, materiali impiegati nel progetto delle superfici del suolo, colori e superfici delle facciate, utilizzo di aree verdi orizzontali e verticali, di

alberi e acqua. Tutte queste scelte, che coinvolgono spesso competenze con le quali l'architetto si deve confrontare, quali il botanico, l'agronomo, il chimico o il climatologo, influenzano la qualità dello spazio urbano, la sua salubrità e l'avvenire delle città.



# Bibliografia

AA.VV. (2004), Progetto RUROS, *Progettare gli spazi aperti nell'ambiente urbano: un approccio bioclimatico*, CRES (Centre for Renewable Energy Sources, Department of Buildings).

Ahmad, K., Khare, M., Chaudhry, K., (2005) *Wind tunnel simulation studies on dispersion at urban street canyons and intersections*, J. Wind Eng. Ind. Aerodyn., 93 (9), pp. 697-717

Bencardino, M. (2015). *Consumo di suolo e sprawl urbano. Drivers e politiche di contrasto*. Bollettino della Società Geografica Italiana, 8(13), pp. 217-237

Bates, B., Kundzewicz, Z., Wu, S., Palutikof, J. (2008). *El cambio climático y el agua. Documento técnico VI del IPCC*, OMM

Bosque, J. (2011). *Granada historia y cultura*. Granada, Spagna: Diputación de Granada.

Brueckner, J. (2001). *Urban sprawl: lessons from urban economics*. Brookings-Wharton Papers on Urban Affairs, Washington DC: Brookings Institution.

Cangelli, E., Vettori, M.P. (2019) *L'architettura tra orizzontalità e Verticalità*. Techne, 17, pp. 16-21.

Celestini, G. (2017) *La città può essere pensata come un paesaggio? Nuovi statuti tra naturale ed artificiale stimolano approcci e categorie operative per agire nella città contemporanea*. Ri-vista, 01, pp. 14-21.

Charalampopoulos, I., Tsiros, I., Chronopoulou-Sereli, A., Matzarakis, A. (2013) *Analysis of thermal bioclimate in various urban configurations in Athens, Greece*, Urban Ecosyst., 16 (2), pp. 217-233.

Chatzidimitriou, A., Yannas, S. (2017) *Street canyon design and improvement potential for urban open spaces: the influence of canyon aspect ratio and orientation on microclimate and outdoor comfort*. Sustain. Cities Soc., 33, pp. 85-101

Cheema S. (1993). *The challenge of urban management: Some issues*. Urban management policies and innovations in developing countries. London: Praeger Westport.

Commissione Europea. (2002) *Verso una strategia tematica per la protezione del suolo*. COM(2002), Bruxelles, 16.4.2002

Commissione Europea. (2013) *Superfici impermeabili, costi nascosti. Alla ricerca di alternative all'occupazione e all'impermeabilizzazione dei suoli*. Lussemburgo

Crisci, M. (2010) *Italiani e stranieri nello spazio urbano. Dinamiche della popolazione di Roma*. Milano: Franco Angeli.

Milošević, D., Bajšanski, I., Savic, S., (2017) *Influence of changing trees locations on thermal comfort on street parking lot and footways*, Urban For. Urban Green., 23, pp. 113-124

Dessi, V. (2007) *Progettare il comfort urbano: soluzioni per un'integrazione tra società e territorio*. Sistemi Editoriali, Napoli

Dessi, V. (2015) *Sostenibilità ambientale vs vivibilità della città compatta?*. *Techne*, 10, pp. 77-84.

EEA. (European Environmental Agency). (2006) *Urban sprawl in Europe: the ignored challenge*.

EEA. (European Environmental Agency). (2017) *Landscapes in transition. An account of 25 years of land cover change in Europe*, EEA Report n. 10/2017, European Environment Agency, Copenhagen.

El Pais. (2017) *25 años de urbanización en España*. Disponibile 15 ottobre 2020 da: <https://www.scribbr.it/stile-apa/riferimenti-bibliografici-seguendo-le-regole-apa/>

Errell, E., Pearlmutter, D., Williamson, T. (2011) *Urban microclimate, designing the spaces between buildings*, Earthscan, UK.

Gehl, J. (2011) *Life between buildings : using public space*, Washington: Island Press.

Gómez, F., Pérez Cueva, A., Valcuendec, M., Matzarakis, A. (2013) *A Research on ecological design to enhance comfort in open spaces of a city (Valencia, Spain). Utility of the physiological equivalent temperature (PET)*. Ecological Engineering, 57, pp. 27-39.

Grasso, D., Andrino, B., Llaneras, K., & Troya, M. (2020) *Así ha cambiado la población en España desde 2009, por municipios y distritos*. Disponible 24 aprile, 2020, da [https://elpais.com/sociedad/2020/01/22/actualidad/1579682422\\_850330.html](https://elpais.com/sociedad/2020/01/22/actualidad/1579682422_850330.html)

Jerez, C. (2001) *La forma del centro histórico de Granada*. Universidad de Granada

Junta de Andalucía. (2015) *Plan hidrológico. Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas*. Fondo Europeo di sviluppo regionale

Isac, A. (2008). *Historia Urbana de Granada*. Granada, Spagna: Diputación de Granada

Istat. (2017) *Forme, Livelli e Dinamiche dell'urbanizzazione In Italia*. Roma.

Istat. (2018) *L'evoluzione demografica dell'Italia*. Roma.

Lai, Y., Constantine, E. (2019) *Topic modeling to discover the thematic structure and spatial-temporal patterns of building renovation and adaptive reuse in cities*. Computers, Environment, and Urban Systems, 78.

Leone, G. (2012, gennaio 9) *Temperatura media radiante e ambienti esterni*. [https://www.casaclima.com/ar\\_8814\\_\\_QUESITI-TECNICI-FAQ-INVOLUCRO-Giuliana-Leone--temperatura-media-radiante-Temperatura-media-radiante-e-ambienti-esterni.html](https://www.casaclima.com/ar_8814__QUESITI-TECNICI-FAQ-INVOLUCRO-Giuliana-Leone--temperatura-media-radiante-Temperatura-media-radiante-e-ambienti-esterni.html)

Lepore, M., Chella, F. (2012) *Il ruolo dello spazio esterno nel contenimento dei consumi energetici dell'edificio*. *Techne*, 04, pp. 315-324

Marchesi, S. Sajani, S., Lauriola, P. (2013) *Isole di calore e misure di mitigazione*. *Ecoscienza*, 5, pp. 72-73

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (2017) *Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile*, approvata dal CIPE il 22 dicembre 2017. Report, n.10. Copenhagen. [https://www.eea.europa.eu/publications/eea\\_report\\_2006\\_10/eea\\_report\\_10\\_2006.pdf/view](https://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2006_10/eea_report_10_2006.pdf/view)

Moscattelli, M. (2019) *Il progetto contemporaneo di edificio alto residenziale, tra densità e intensità*. *Techne*, 10, pp. 92-99

Ocaña, M. (1972) *La Vega de Granada. Síntesis geográfica*, Cuadernos geográficos de la Universidad de Granada, 2, pp. 5-40

Oke, T. (1988) *Street design and urban canopy layer climate*, *Energ. Buildings*, 11, pp. 103-113

Oke, T., Mills, G., Christen, A., Voogt, J., (2017) *Urban Climates*, Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.

Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE). (2006) *Cambios de ocupación del suelo en España, Implicaciones para la sostenibilidad*. Universidad de Alcalá

Perrone C., Zetti I. (2010) *Il valore della terra. Teoria e applicazioni per il dimensionamento della pianificazione territoriale*, Milano: Franco Angeli.

Pollo R., Biolchini E., Squillacioti G., Bono R. (2020) *Progettare la città che produce salute: un approccio interdisciplinare*. *Sustainable mediterranean construction*, 12, pp. 54-58

Puertas, M. (2012) *La vivienda Social en la Granada de la postguerra*. Universidad de Granada.

Scalzo, I. (2019) *Il comfort termoigrometrico nel progetto di riqualificazione dei cortili scolastici: implicazioni pedagogiche, sociali e ambientali. Due casi studio nel quartiere Lingotto di Torino*. Politecnico di Torino

SNPA. (2019) *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*. Roma.

Trane M. (2020) *Metodologia e strumenti per una valutazione dei flussi di materia e di energia alla scala micro-urbana*. In Perriccioli M., Rigillo M., Russo Ermolli S., Tucci F., *Design In The Digital Age*. Technology, Nature, Culture, Maggioli Editore, Sant'arcangelo Di Romagna

UN. (2012) *The Future We Want*, A/RES/66/288, United Nations.

UN. (2015) *Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*, A/RES/70/1, United Nations.

UN. (2018) *World Urbanization Prospect: The 2018 Revision*. <https://population.un.org/wup/Download/>

Wiersinga, W. (1997) *Compensation as a strategy for improving environmental quality in compact cities*, Amsterdam, NL: Bureau SME