

# ***Cambiamenti climatici ed impatti ambientali sugli insediamenti***



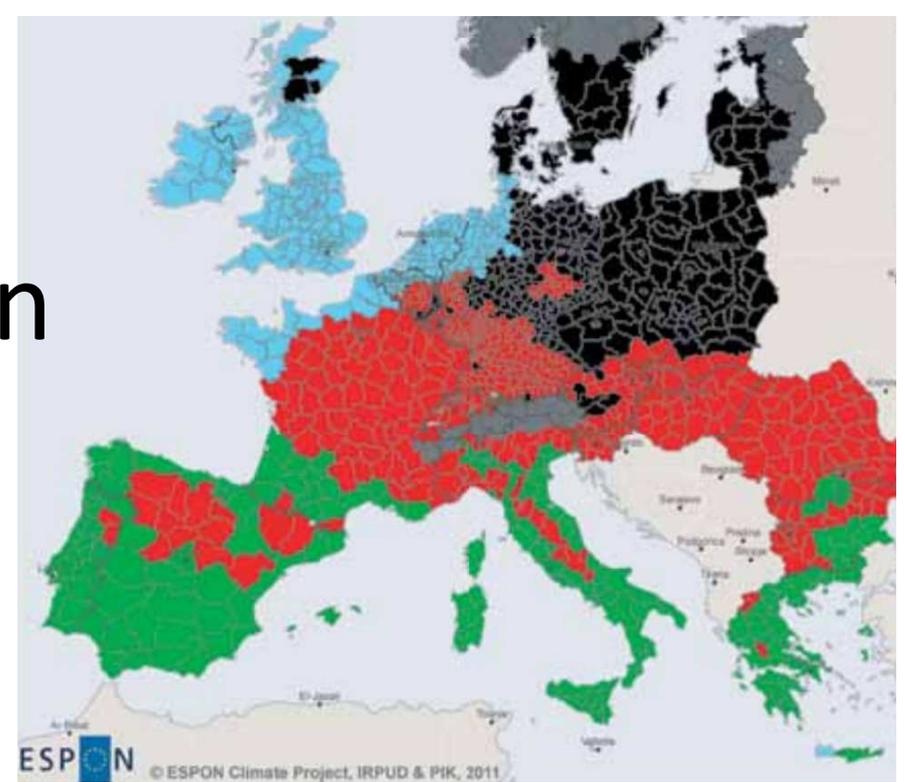
Cambiamenti climatici e gestione del rischio nelle città,  
Ferrara, 20/11/2018

Paolo Cagnoli

(ARPAE - Centro tematico regionale energia e valutazioni ambientali complesse)



# Impatti principali del cambiamento climatico in Europa



Cluster / stimoli	Europa centro-nord	Europa nord-occidentale	Nord Europa	Europa centro-sud	Europa mediterr.
Aumento temperatura	+	+	++	++	++
Riduzioni di giorni sotto-zero	--	-	--	--	-
Aumento dei giorni caldi	+	+	0	++	++
Aumento precipitazioni invernali	+	+	++	0	-
Riduzione precipitazioni estive	-	-	0	--	--
Aumento precipitazioni intense	0	+	+	0	-
Aumento dell'evanotraspirazione	+	0	+	0	-
Riduzione copertura nevosa	-	0	--	0	0

# Aumento della temperatura

- I cambiamenti climatici si tradurranno in un southern-shift delle condizioni climatiche delle regioni di circa 500 km
- E' quindi necessario incrementare la resilienza urbana



# Isola di calore urbana

L'impatto termico  
può raggiungere i  
+5 °C

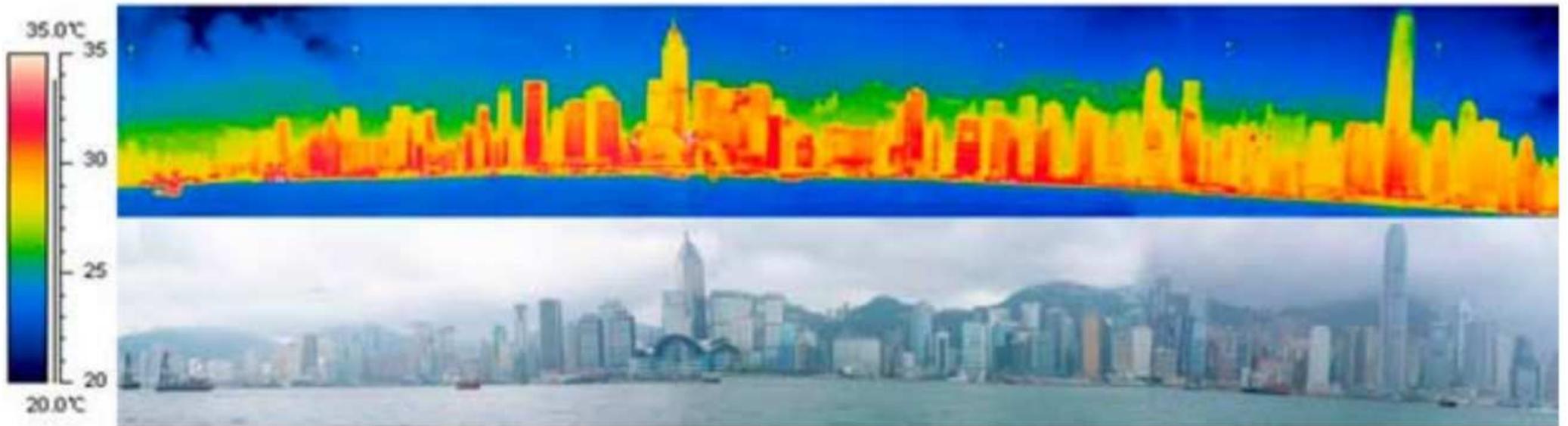
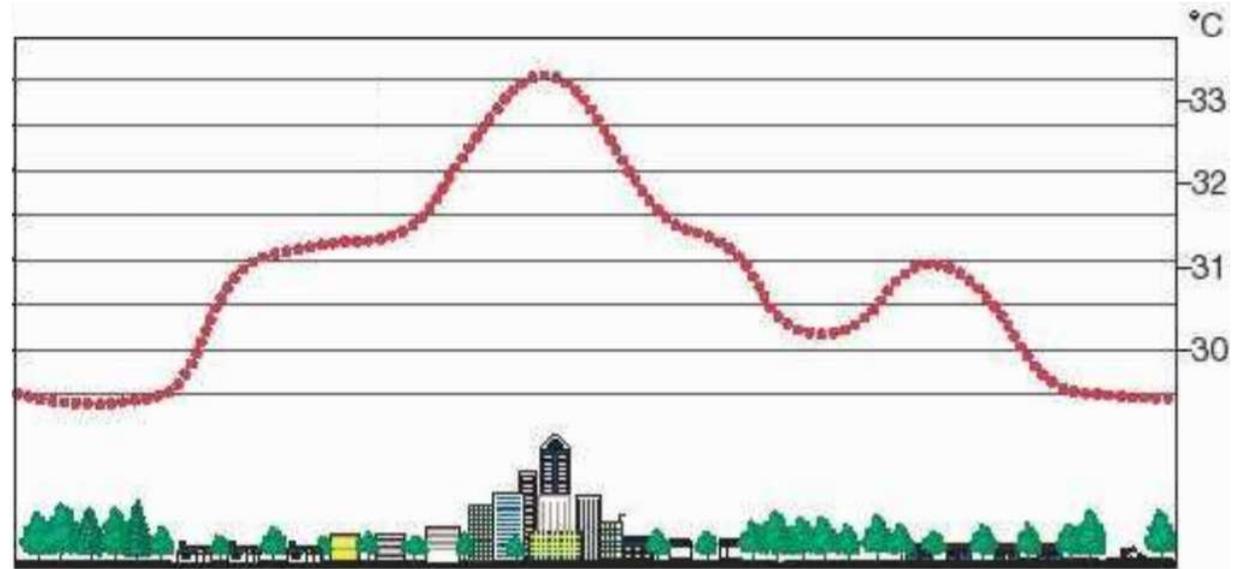
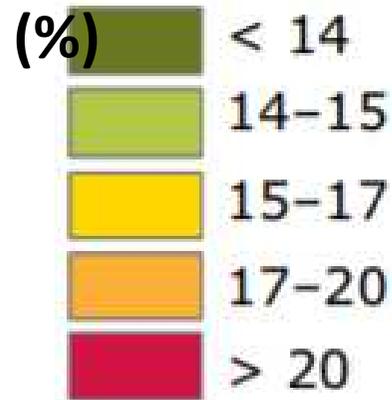


Immagine termica e fotografica di Hong Kong (Tratto da: [www.yugo.hk](http://www.yugo.hk))

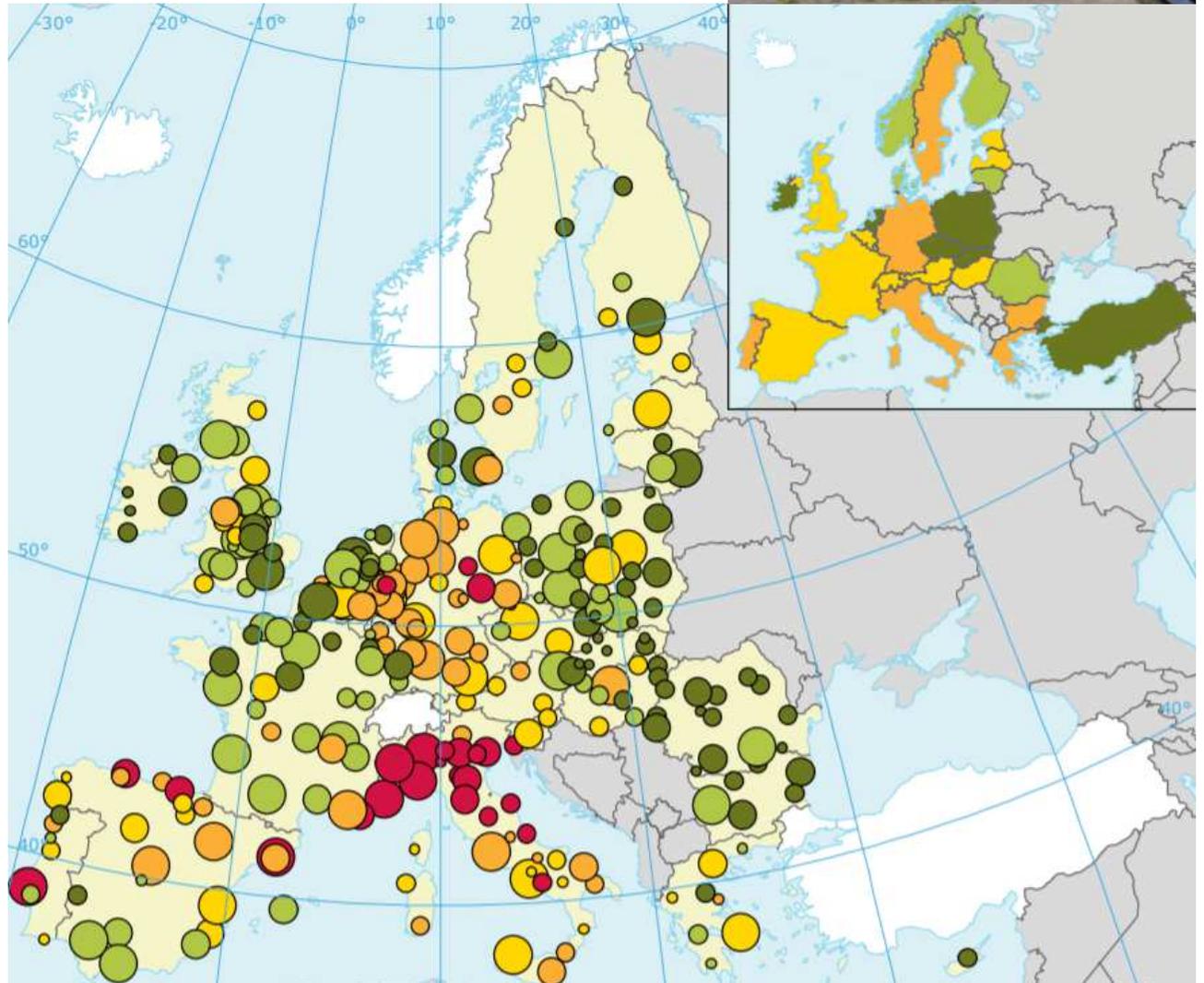
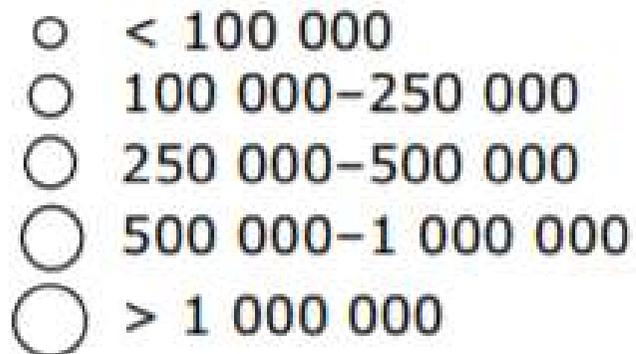
# Persone vulnerabili agli stress climatici in Europa



## Popolazione oltre i 65 anni

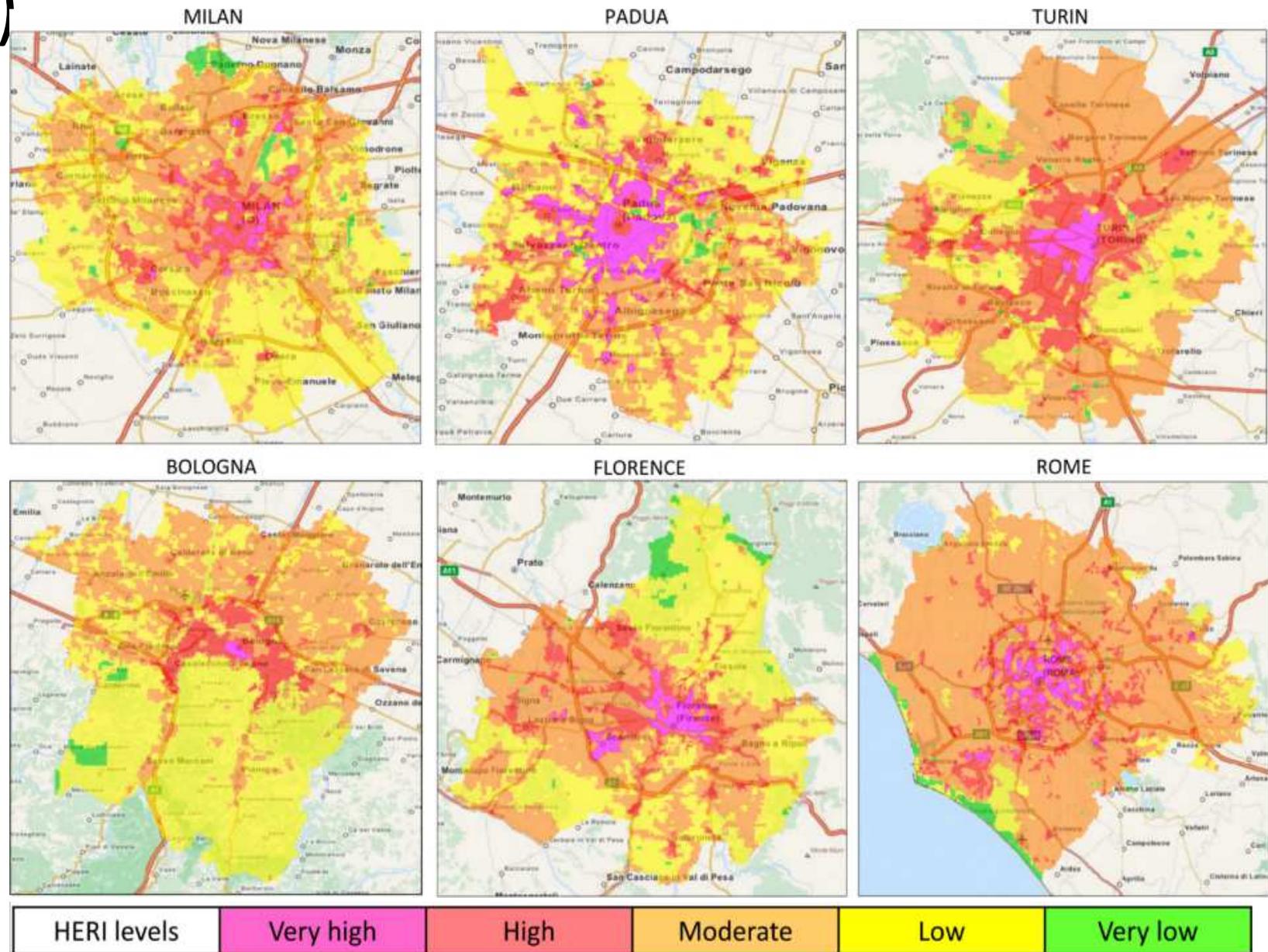


## Popolazione urbana

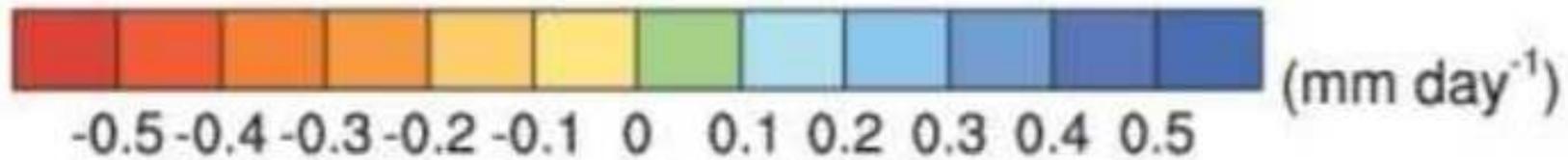
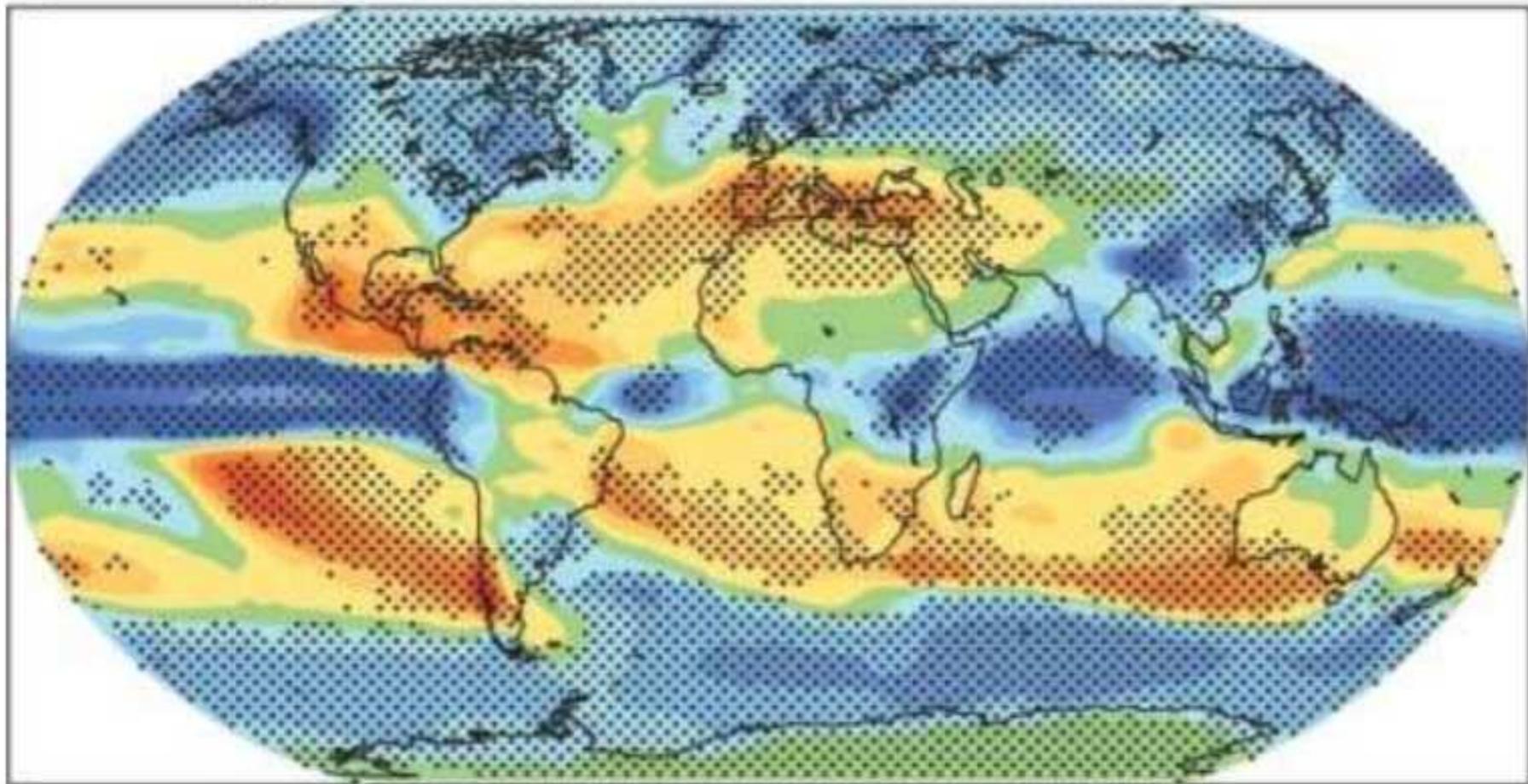


(Tratto da: EEA, "Urban adaptation to climate change in Europe")

# Rischio correlato al calore per gli anziani in alcune città italiane (periodo estivo 2001-2014)

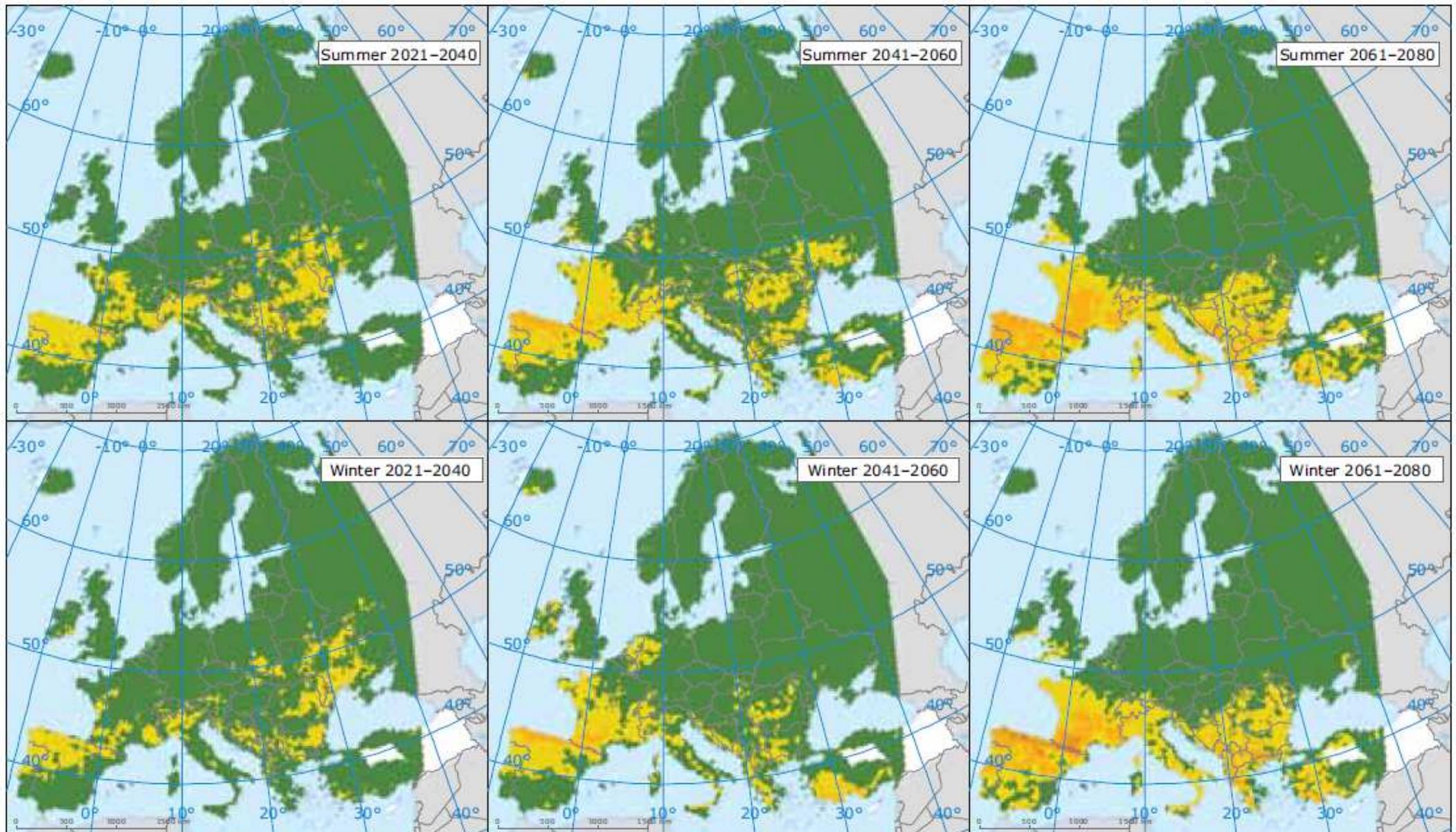


# Scenari di variazione delle precipitazioni (IPCC)



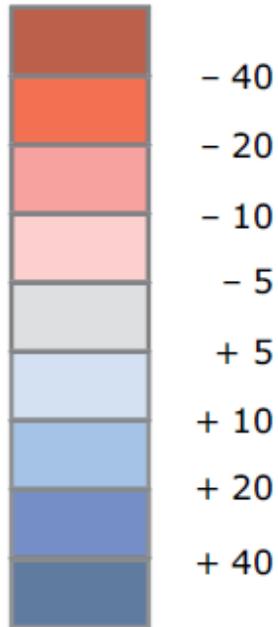
# Stima del deficit di precipitazioni estive ed invernali

Probabilità degli eventi siccitosi

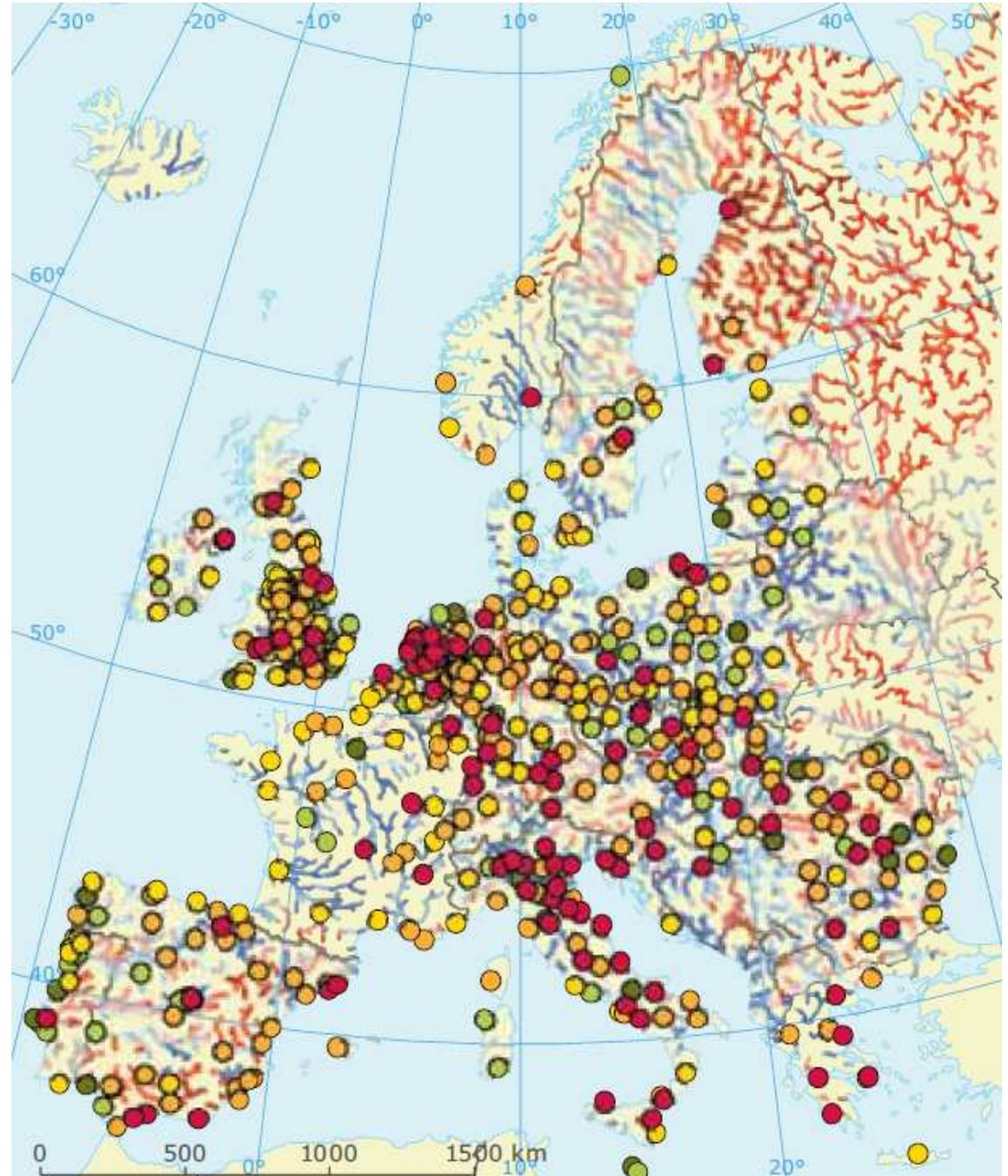


# Rischio di esondazione di aree urbane in Europa

**Indice di variazione delle piene centinarie nel periodo 2071-2100 rispetto al periodo 1961-1990**



**Città inondate con incrementi idrometrici di 1m (%)**



(Tratto da: EEA, "Urban adaptation to climate change in Europe")<sup>10</sup>

# Mitigazione-adattamento ai cambiamenti climatici

- La “*mitigazione*” agisce sulle cause del cambiamento climatico (ad. es. riduzione di emissioni serra; aumento delle aree verdi funzionali al sequestro netto del carbonio)
- L’*adattamento*” agisce sui effetti in atto del cambiamento climatico (ad es. aumentare zone umide funzionali al riequilibrio del drenaggio urbano)

# Ruolo dei differenti livelli di governo nella mitigazione-adattamento al cambiamento climatico

Livello locale	Livello Regionale	Livello Nazionale	Livello Europeo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Progettazione e realizzazione di strategie di locali</b></li> <li>• <b>L'integrazione – Mainstreaming di adattamento mitigazione in altre politiche di settore</b></li> <li>• <b>Integrazione spaziale delle priorità di adattamento attraverso la pianificazione urbana</b></li> <li>• <b>Costruzione di Piani di emergenza locali</b></li> <li>• <b>Assegnazione delle risorse comunali e raccolta di altri fondi</b></li> <li>• <b>Aggiornamento infrastrutture locali per renderle più resilienti ai cambiamenti climatici</b></li> <li>• <b>Coinvolgere la società civile e gli attori privati</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fornire incentivi, finanziamenti e autorizzazioni per consentire l'azione locale</b></li> <li>• <b>Affrontare le relazioni inter-municipali e urbano-rurali in relazione a vulnerabilità e impatti dei cambiamenti climatici</b></li> <li>• <b>Sviluppare e attuare con le città approcci di tipo macro-regionale (ad esempio, la pianificazione di bacino fluviale)</b></li> <li>• <b>Garantire una coerenza regionale di piani e misure locali / provinciali</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fornire un quadro giuridico nazionale di sostegno, ad esempio, adeguati standard di costruzione</b></li> <li>• <b>Mainstreaming dell'adattamento urbano nelle politiche settoriali nazionali e nella strategia nazionale di adattamento</b></li> <li>• <b>Finanziamento delle misure di adattamento locali</b></li> <li>• <b>Fornire informazioni relative ai cambiamenti climatici a livello nazionali e supportare il downscaling dell'informazione a livello regionale</b></li> <li>• <b>Finanziamento della ricerca e dello sviluppo delle conoscenze per mitigazione - adattamento in ambito urbano</b></li> <li>• <b>Sostenere le organizzazioni che collegano ambito scientifico e politiche settoriali alle esigenze di adattamento locali</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fornire un framework europeo di sostegno</b></li> <li>• <b>Mainstreaming dell'adattamento nelle politiche di settore europee, ad esempio, le politiche di coesione</b></li> <li>• <b>Finanziamento delle misure di mitigazione - adattamento locali nonché lo sviluppo delle conoscenze per l'adattamento urbano;</b></li> <li>• <b>Fornire informazioni a livello internazionale ed europeo legate ai cambiamenti climatici</b></li> <li>• <b>Supportare e coordinare lo scambio di conoscenze ed esperienze oltre i confini nazionali</b></li> <li>• <b>Affrontare e coordinare questioni di adattamento transnazionali</b></li> </ul>

# Ruolo locale nella mitigazione- adattamento al cambiamento climatico

- Progettazione e realizzazione di strategie locali
- Integrazione di azioni adattamento-mitigazione in altre politiche locali di settore
- Integrazione spaziale delle priorità di adattamento-mitigazione attraverso la pianificazione urbana
- Piani di emergenza locali
- Assegnazione di risorse e raccolta di altri fondi locali
- Adattamento di infrastrutture locali
- Coinvolgimento di società civile e attori privati

# Dai PAES ai PAESC (https://climate-adapt.eea.europa.eu/)

https://climate-adapt.eea.europa.eu



Climate-ADAPT - Sharing adaptation information across Europe

## European Climate Adaptation Platform

Log in

Search:

[About](#) [Database](#) [EU policy](#) [Countries, regions, cities](#) [Knowledge](#) [Network](#) [Help](#)



## Covenant of Mayors for Climate & Energy

### Covenant of Mayors: Promoting local leadership in climate change adaptation and mitigation

The Covenant of Mayors Initiative has been set up by the European Commission to engage cities in taking action on climate change adaptation and mitigation. It provides a platform to support adaptation measures, networking and public awareness at the local level where the impacts of climate change will be felt most.

[→ Want to join the initiative?](#)



Adaptation support tool

New to adaptation?  
Use the Adaptation Support Tool

What are European countries doing?

Choose a country ▾

Find case studies on adaptation in Europe

Share your information

News

Events

Newsletter

Latest updates

# Approcci 'no-regret basati sulla natura'

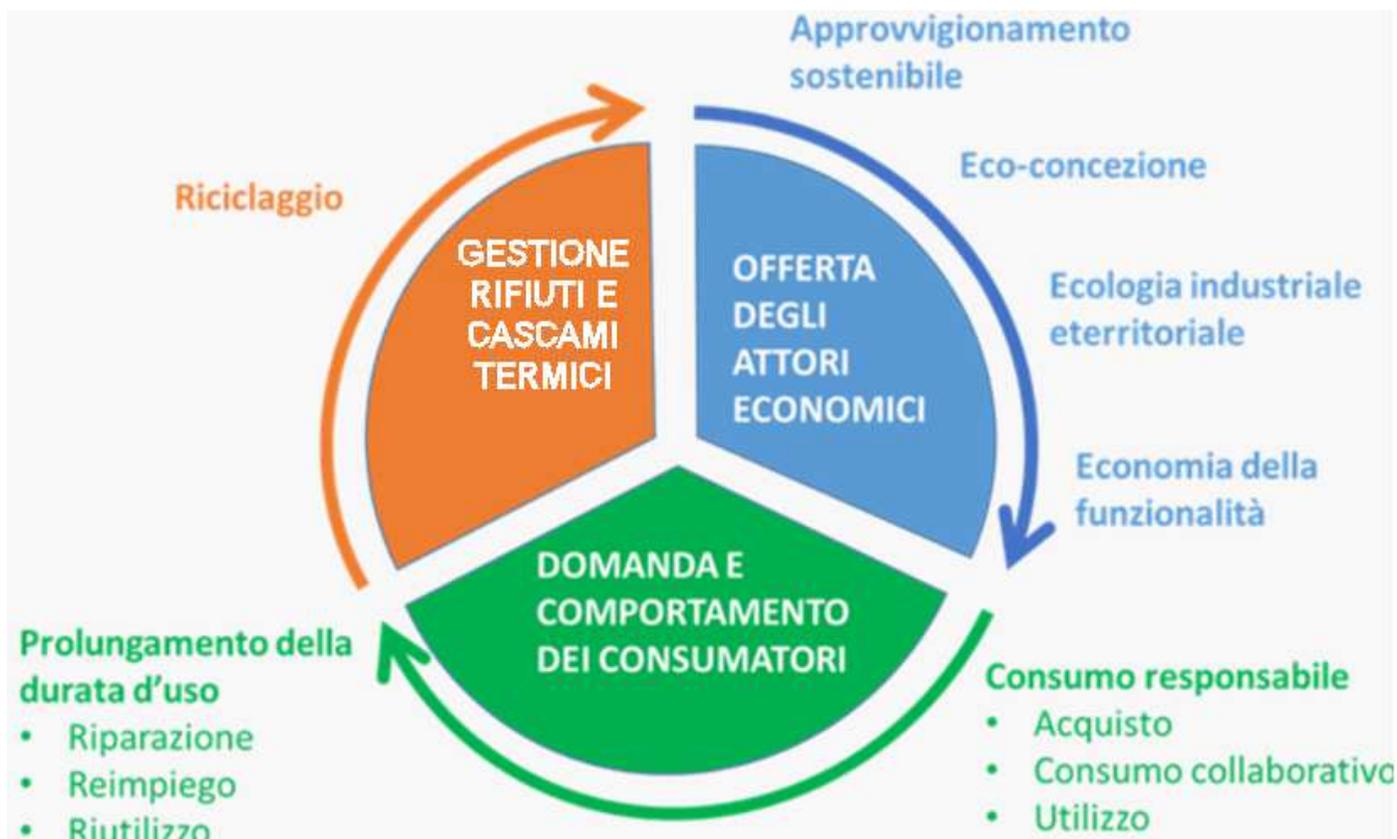
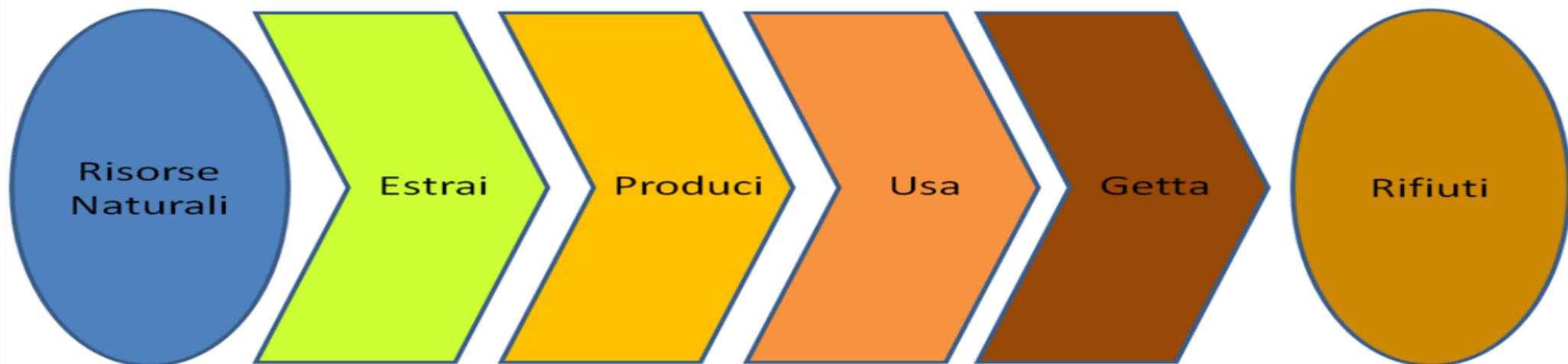
Imitare la natura:

- Le città moderne e ricche di oggi hanno un metabolismo essenzialmente lineare, mentre gli ecosistemi naturali hanno un *metabolismo circolare*. La natura non conosce sprechi, ogni uscita di un ecosistema contribuisce al continuo rinnovarsi di tutto l'ambiente di vita di cui fa parte: la rete della vita è appesa in una catena di reciproco vantaggio. Per diventare sostenibili, le città devono imitare il *metabolismo circolare* della natura, utilizzando-riutilizzando le risorse in modo efficiente, eliminando scarichi di rifiuti non compatibili con i sistemi naturali (Herbert Girardet, 1992)

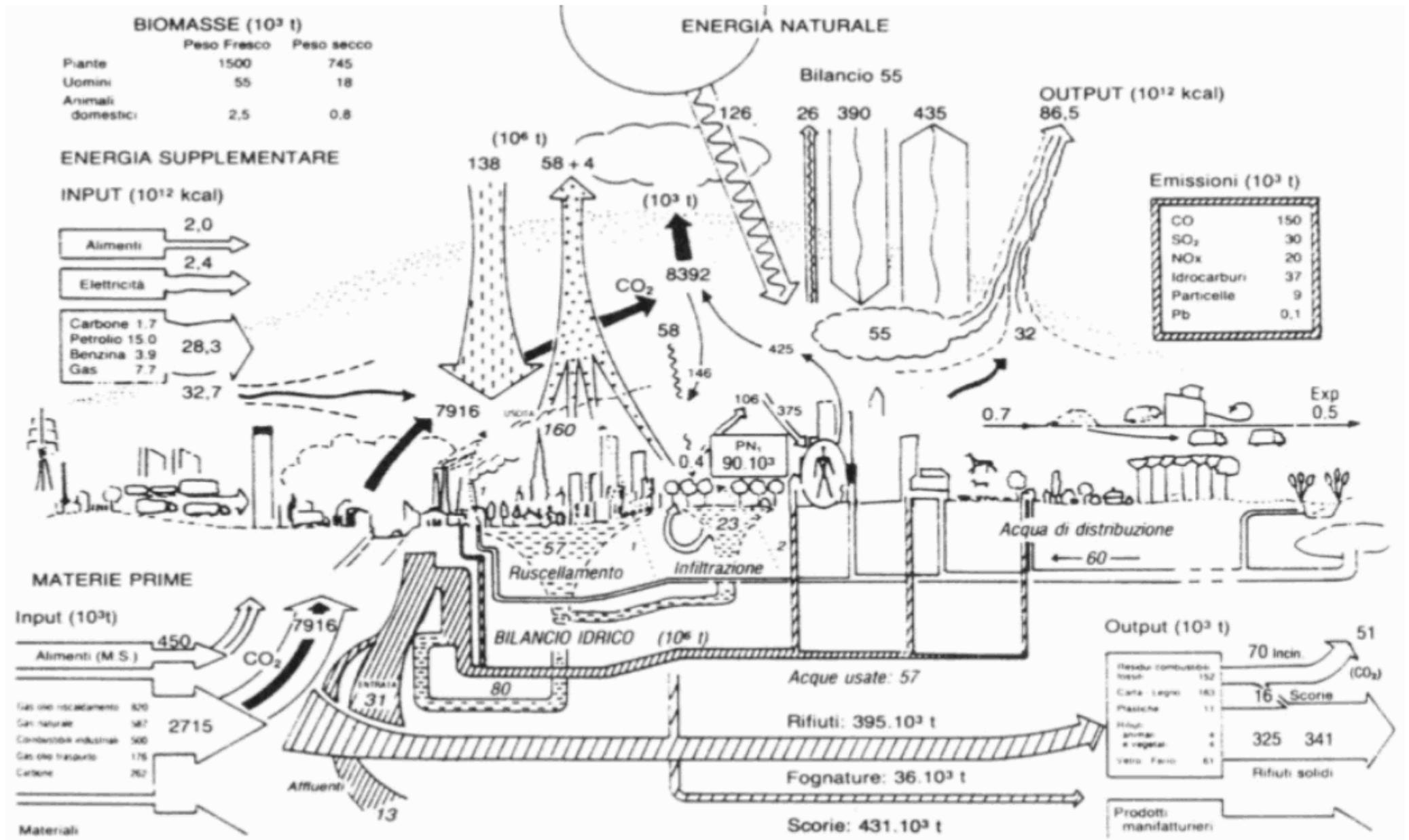
No-regret:

- In condizioni d'incertezza sugli scenari futuri è opportuno considerare misure no-regret (nessun rimpianto), cioè in grado di offrire benefici immediati a breve termine e, contemporaneamente, anche a lungo termine, indipendentemente da come si modificherà il clima (ad es. l'incremento del verde urbano, l'arresto del consumo di suolo, la mobilità sostenibile, l'informazione ai cittadini sulle buone pratiche di sviluppo sostenibile, ecc.)

# Metabolismo lineare vs circolare



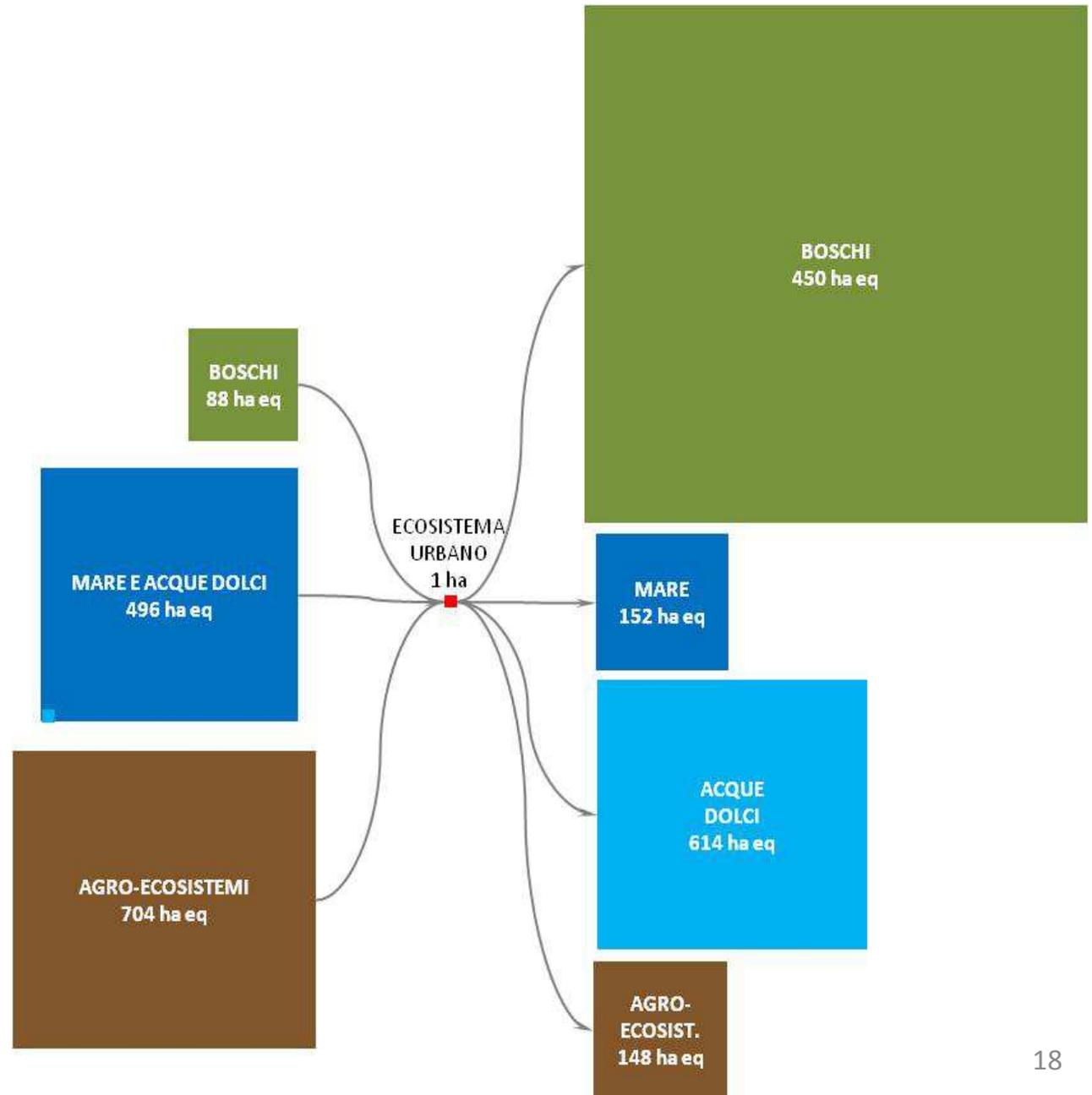
# Metabolismo urbano di Bruxelles negli anni '70



(Tradotto da: Duvigneaud e Denaeyer-De Smet, 1977) 17

# Impronta ecologica unitaria degli ecosistemi urbani dell'Emilia-Romagna (2014)

- La differenza tra la superficie urbana, in rosso, e la sua impronta riflette il metabolismo lineare delle città emiliano-romagnole
- Il contributo più evidente è relativo al metabolismo energetico (superficie dei boschi necessari ad assorbire le emissioni serra)
- Non sono stati considerati i consumi d'acqua per usi produttivi e civili e le emissioni inquinanti



# Condizioni necessarie per sviluppare un metabolismo urbano circolare

1. Densificazione-concentrazione: promuovere standard minimi di densità nei nuovi quartieri e nella ristrutturazione di quartieri esistenti a bassa densità nelle aree con un trasporto pubblico attrattivo e di alto livello.
2. Accesso a servizi di trasporto pubblico di qualità elevata: concentrare gli sviluppi urbani ad alta densità (soprattutto in termini di posti di lavoro e funzioni di servizio) esclusivamente in aree vicine a reti di trasporto pubblico
3. Mix di funzioni nei quartieri: provvedere mix di funzioni (ad esempio residenze, posti di lavoro e servizi) in stretta prossimità tra di loro a livello locale
4. Integrare la ristrutturazione dello spazio urbano con quella degli edifici: migliorare le prestazioni termiche degli edifici e farne occasione per migliorare la qualità dello spazio urbano dei quartieri

# Servizi ecosistemici

*“Sono i servizi ed i beni prodotti dagli ecosistemi che contribuiscono al benessere umano”*

I benefici possono essere:

- tangibili (ad es. verde urbano riduce il rischio di esondazione) o intangibili (ad es. verde urbano genera benessere psicofisico degli individui)
- diretti (ad es. il verde urbano abbellisce il paesaggio urbano) o indiretti (ad es. vicinanza a spazi verdi incrementa il valore degli edifici)

# Esempio di benefici dei servizi ecosistemici della vegetazione in ambito urbano

## TREE FUNCTIONS



## INTERACTING WITH

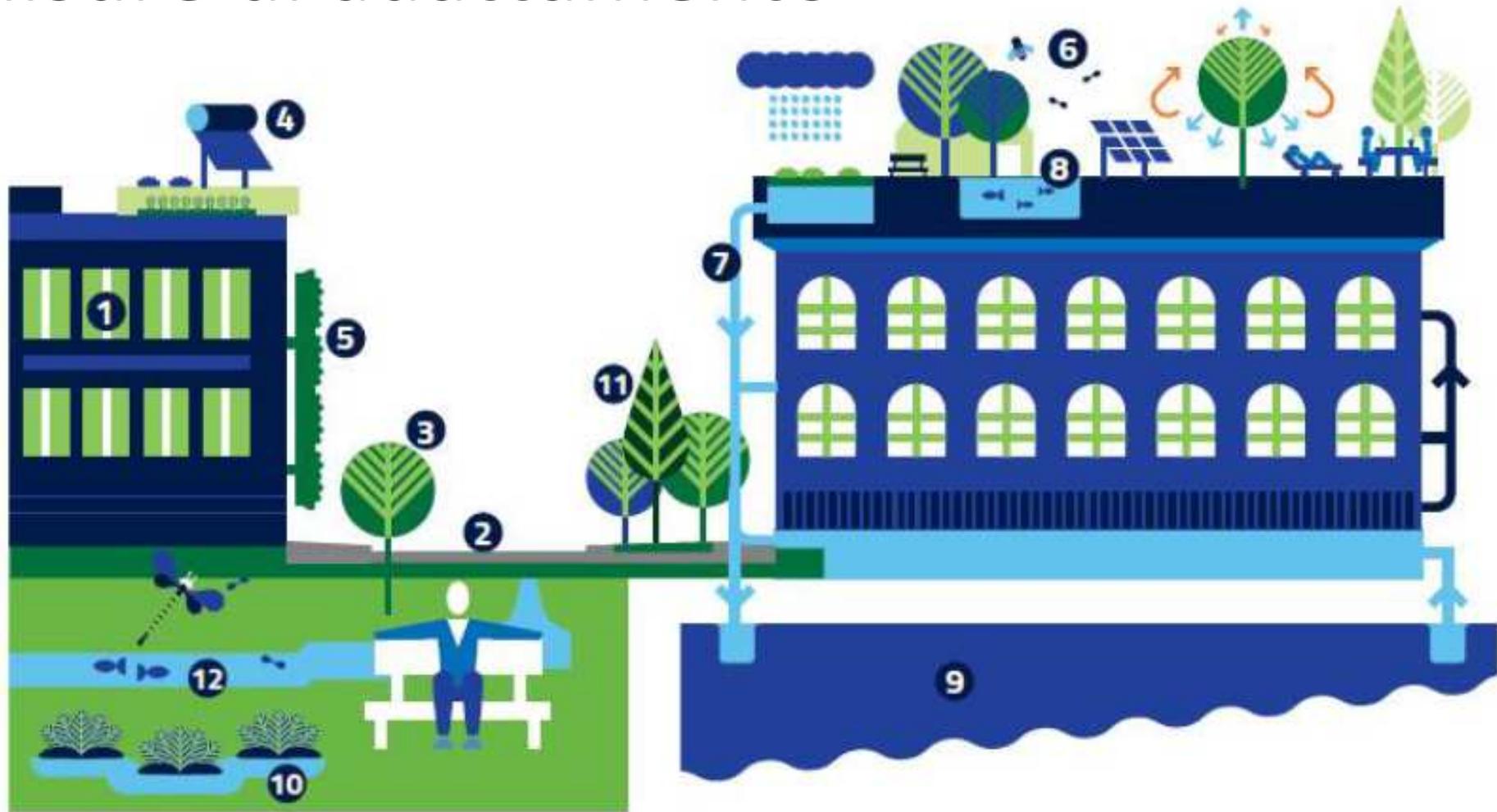


## RESULTING SYNERGY BENEFITS

Urban heat island effect reduced	Building envelope cheaper	Reduced noise and air pollution
Outdoor air evaporative cooling	Surface flood risk reduction	Better conditions for pedestrians
Buildings more comfortable	Higher property value	Enhanced scope for socialising
Buildings using less energy	Healthier environment	Water management more effective



# Componenti urbane su cui applicare misure di adattamento



- ① Building
- ② Street
- ③ Trees
- ④ Solar water heating
- ⑤ "Multi-functional" green wall
- ⑥ "Multi-functional" roof garden
- ⑦ Storm water harvesting and recycling
- ⑧ Food production
- ⑨ Ground water aquifer
- ⑩ Constructed wetland
- ⑪ Pocket park
- ⑫ Urban streams and ponds

# The Edge (Amsterdam)

- Edificio intelligente: impianti ad alto risparmio energetico, pannelli solari invisibili, simili a finestre, che ricoprono la facciata rivolta a sud; pompa di calore geotermica, illuminazione e LED, sistema complesso di sensori per trasmettere dati a centrale di gestione dell'energia
- Edificio a controllo passivo dei consumi: design ad alto risparmio energetico; ventilazione passiva, raccolta di acqua piovana per sanitari ed irrigare



# Rigenerare la città con la natura

(Regione Emilia-Romagna, Strumenti per la progettazione degli spazi pubblici tra mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici; <http://territorio.regione.emilia-romagna.it/riqualificazione-urbana>)



# Rigenerare la città con la natura

## INDICE

### MATERIALI VEGETALI/MINERALI

- 1 PRATI GRASS
- 2 TERRENO LOAMY SOIL
- 3 TERRA BATTUTA - CALCESTRE TERRE BATTUE
- 4 LEGNO WOOD
- 5 PAVIMENTAZIONI DRENANTI GRASS
- 6 VERDE PENSILE GRASS
- 7 VERDE VERTICALE GRASS
- 8 ASFALTO CONCRETE ASPHALT ROAD
- 9 ASFALTO COLORATO CONCRETE ASPHALT ROAD
- 10 ASFALTO LUMINOSO CONCRETE ASPHALT ROAD
- 11 COOL MATERIALS REFLECTIVE SURFACES
- 12 CLS IN OPERA CONCRETE PAVEMENT LIGHT/DARK
- 13 CLS PIASTRELLE CONCRETE PAVEMENT
- 14 PAVIMENTAZIONI FOTOCATALITICHE CONCRETE PAVEMENT
- 15 CERAMICA - GRÈS TILES PAVEMENT GRAY/RED
- 16 LATERIZI BRICK ROAD YELLOW/RED STONES
- 17 MATERIALI LAPIDEI PORPHYRY/BASALT/MARBLE PAVEMENT/DARK GRANIT PAVEMENT
- 18 PAVIMENTAZIONI ANTI-TRAUMA RUBBER

### ACQUA

- 19 CASCATE / VASCHE / FONTANE D'ACQUA WATER
- 20 NEBULIZZAZIONE D'ACQUA
- 21 ACQUA LUNGO I PERCORSI
- 22 LAME D'ACQUA

### ALBERI E INFRASTRUTTURA VERDE

- 23 ALBERI OMBRA ED EVAPOTRASPIRAZIONE VEGETATION
- 24 CRESCITA E PORTAMENTO
- 25 VENTO / INFLUENZARE LO STATO TERMICO
- 26 SPECIE AUTOCTONE / SPECIE ALIENE
- 27 EFFETTI DI MITIGAZIONE DELLE PIANTE / ASSORBIMENTO E CATTURA INQUINANTI E FITORIMEDIO
- 28 COMPOSTI ORGANICI VOLATILI / ASSORBIMENTO INQUINANTI
- 29 PIANTAGIONE PREVENTIVA
- 30 INFRASTRUTTURA VERDE
- 31 GIARDINI TASCABILI
- 32 GIARDINI CONDIVISI - ORTI URBANI
- 33 STRADA ALBERATA MULTIFUNZIONALE
- 34 PARCHEGGI ALBERATI

### REGIMAZIONE DELLE ACQUE

- 35 GESTIONE SOSTENIBILE DELLE ACQUE PLUVIALI
- 36 RESTITUIRE SPAZI PERMEABILI / DESEALING-DEPAVING
- 37 GIARDINI DELLA PIOGGIA / RAIN GARDEN
- 38 FOSSATI INONDABILI
- 39 BACINI INONDABILI
- 40 PIAZZE DELLA PIOGGIA

### ATTRATTIVITÀ DEGLI SPAZI PUBBLICI

- 41 SPAZI PUBBLICI MULTIFUNZIONALI
- 42 SPAZI PUBBLICI ALBERATI
- 43 SEDUTE PRIMARIE
- 44 SEDUTE SECONDARIE
- 45 PERGOLE
- 46 COPERTURE REMOVIBILI
- 47 COPERTURE RIGIDE

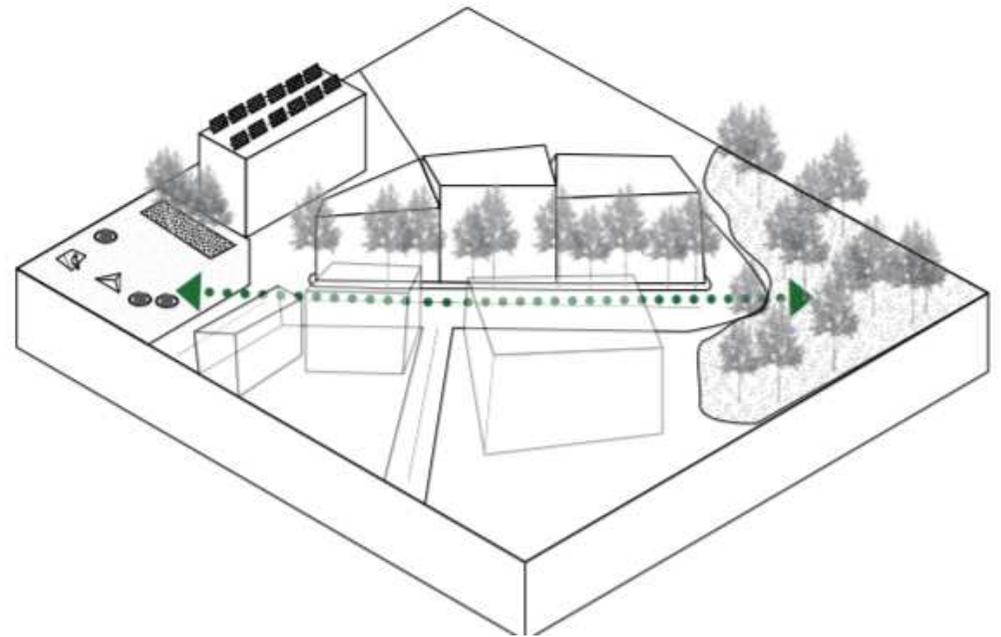
# Rigenerare la città con la natura

**MATERIALI MINERALI E VEGETALI**  
per suoli/pavimentazioni più comunemente usati negli  
spazi pubblici con l'indicazione delle proprietà (ottiche,  
termiche, fisiche e di permeabilità) che maggiormente  
influenzano il microclima urbano

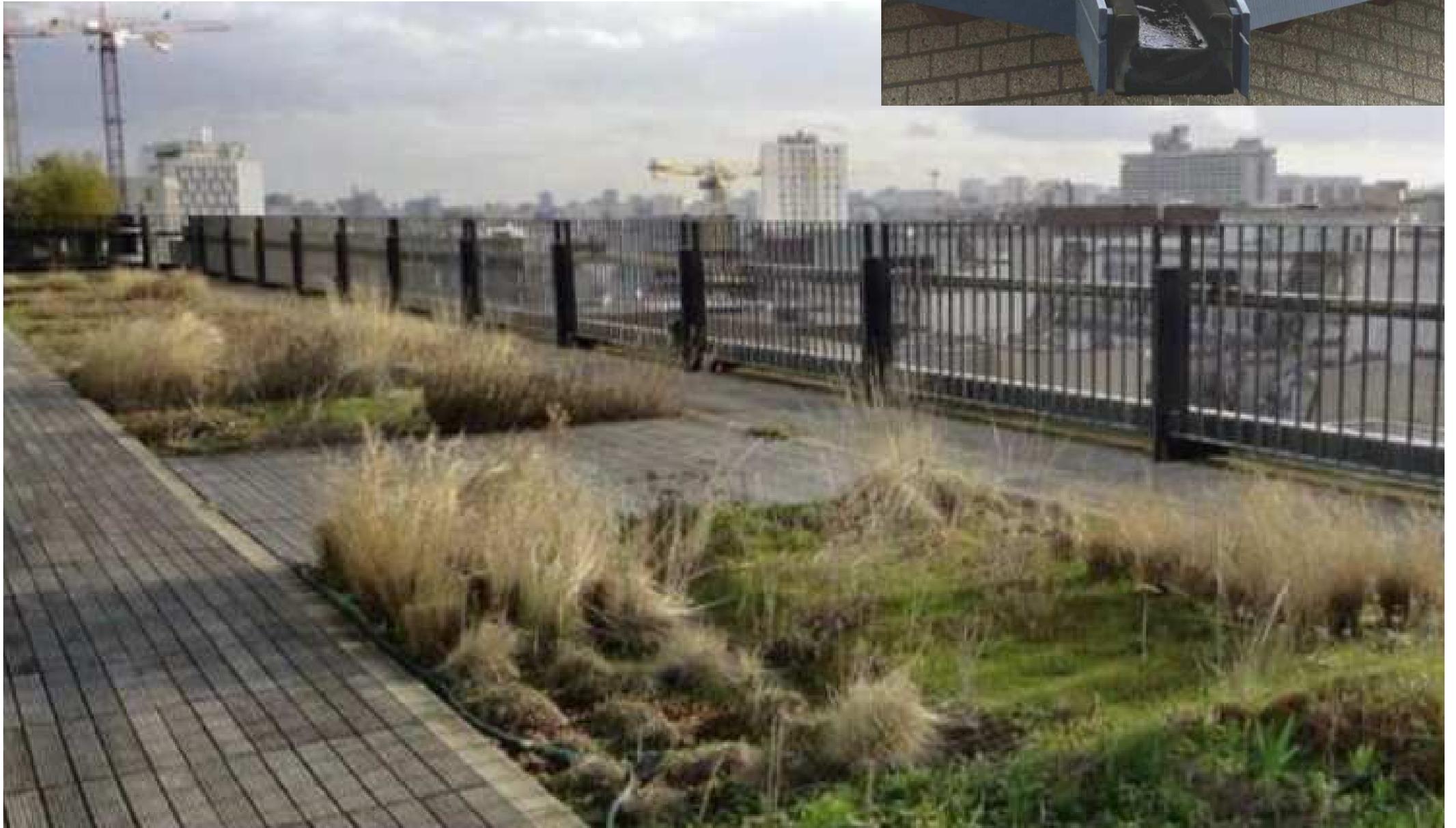


# Esempio per l'adattamento al deflusso difficoltoso ed all'isola di calore

- Preservare le zone verdi esistenti.
- Sostituzione dei tradizionali tetti a tegola o piani rivestiti di piastrelloni con materiali freddi (albedo  $> 0,3$ )
- Sostituire le pavimentazioni destinate a parcheggio con aumento di superficie verde.
- Realizzare *'tetti verdi'*
- Stivare volumi d'acqua nel substrato vegetale del tetto verde.



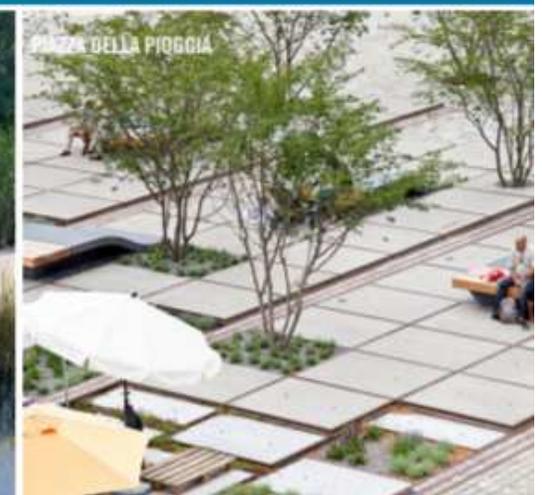
# Tetti verdi



# Rigenerare la città con la natura

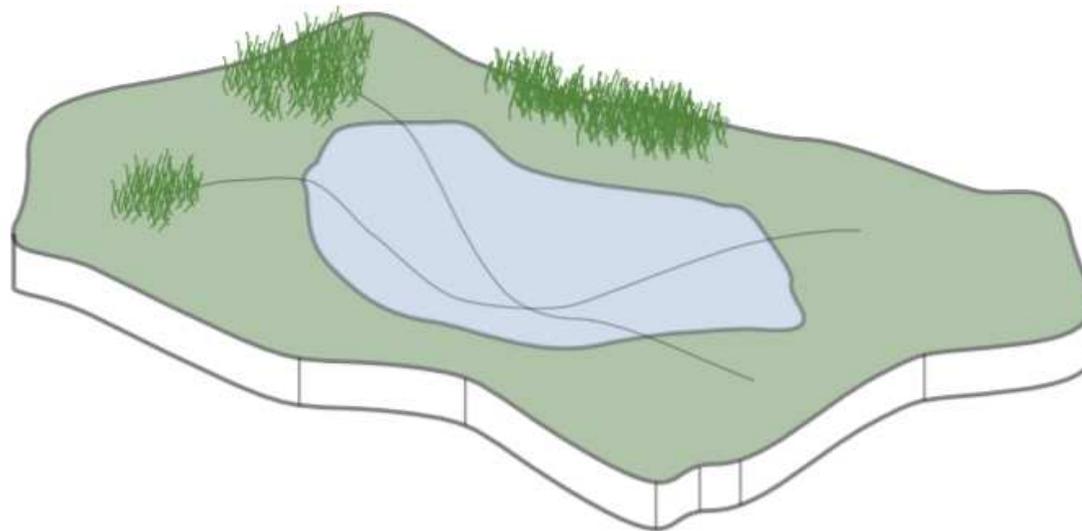
## GESTIONE SOSTENIBILE DELLE ACQUE PLUVIALI URBANE

con soluzioni che coniughino la riduzione del *runoff* con la creazione di spazi verdi multifunzionali, la permeabilità dei suoli, il miglioramento del microclima e la riduzione degli inquinanti



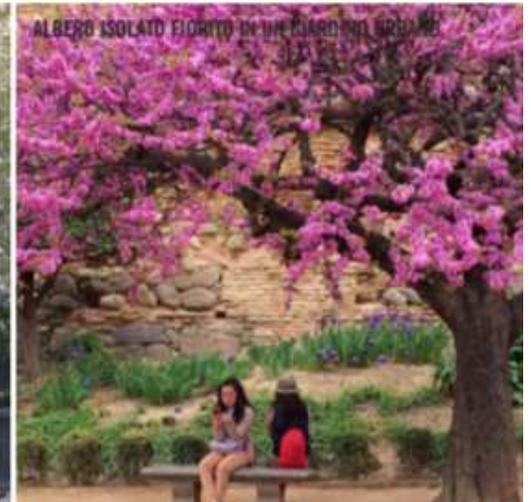
# Esempio per l'adattamento al deflusso difficoltoso ed all'isola di calore

- Sostituire pavimentazioni impermeabili (es. parcheggi) con tecniche che le rendano permeabili
- Vasche di laminazione presso grandi superfici pavimentate (es. rotonde, tangenziale, ecc.)



# Rigenerare la città con la natura

**ALBERI E INFRASTRUTTURA VERDE URBANA**  
per l'ombreggiamento degli spazi aperti, il miglioramento del *comfort* termico delle persone e la mitigazione dell'inquinamento per migliorare la vivibilità

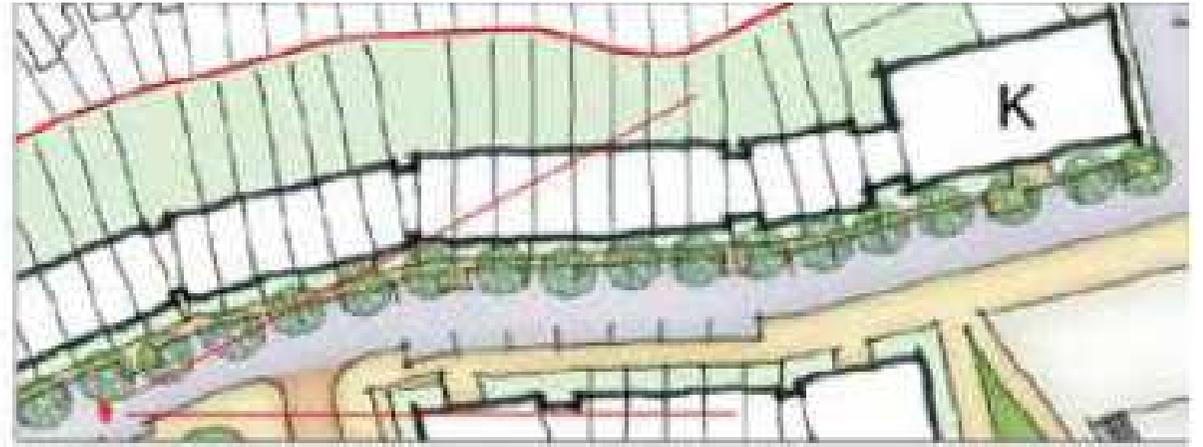


# Esempio: masterplan di area residenziale a Londra (41000 m<sup>2</sup> a Marlowe Road)



Esempio: area residenziale a Londra (41000 m<sup>2</sup> a Marlowe Road)

Alberi sul lato meridionale degli edifici; impatti per: isola di calore, microclima esterno, risparmio nel raffrescamento



# Rigenerare la città con la natura

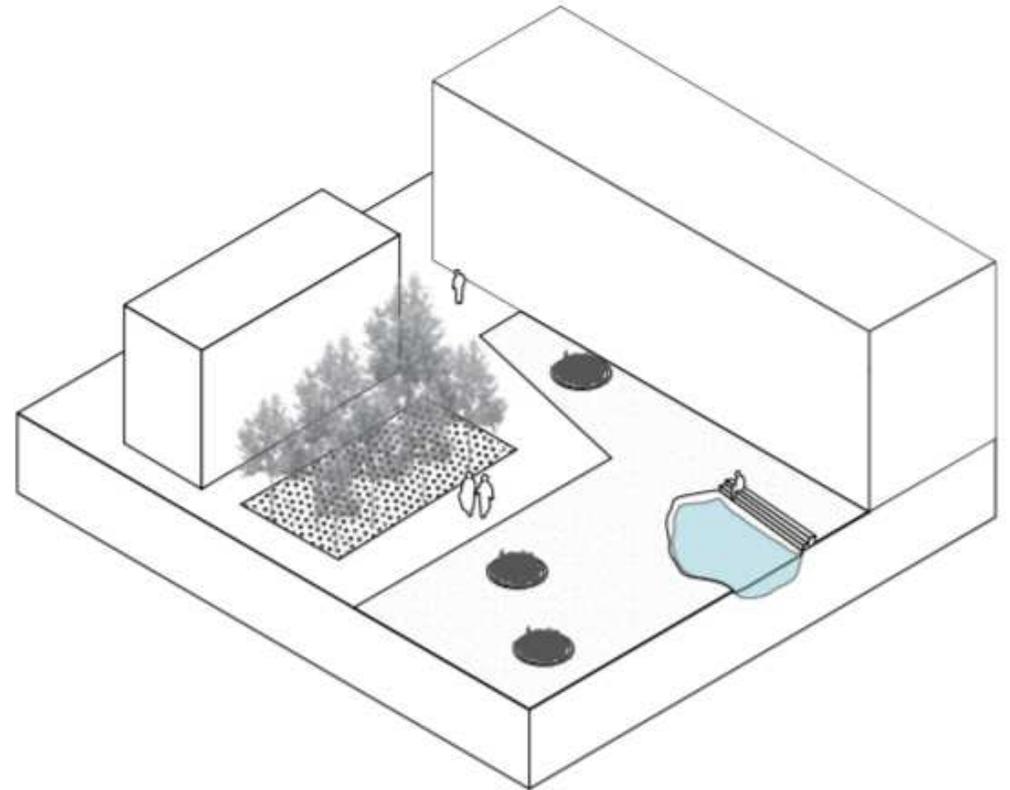
## ACQUA

come elemento di mitigazione della temperatura ed aumento del *comfort* termico degli spazi pubblici urbani



# Esempio per l'adattamento al deflusso difficoltoso ed all'isola di calore

- Creare pozzi e trincee di infiltrazione
- Incentivare l'installazione di giardini allagabili dove convogliare acque piovane provenienti dai tetti
- Incentivare installazione di cisterne di recupero dell'acqua piovana proveniente dai tetti
- Intercettare la radiazione solare con alberature



(Tratto da: *Comune di Padova,*

*"Linee guida per la costruzione del piano di adattamento al cambiamento climatico" ) 35*

# Rigenerare la città con la natura

**ATTRATTIVITÀ DEGLI SPAZI PUBBLICI  
attrezzati e multifunzionali con elementi per l'ombra e arredi  
urbani e affinché siano accoglienti e confortevoli.**

ALBERI E OMBRA AUMENTANO IL COMFORT  
DELLO SPAZIO PUBBLICO E INVITANO ALLA SOSTA



SEDUTE PRIMARIE E SECONDARIE  
PER RENDERE LO SPAZIO PUBBLICO ACCOGLIENTE



COPERTURE ESTIVE PER L'AUMENTO DEL COMFORT URBANO



GIUCHI D'ACQUA PER IL COMFORT URBANO



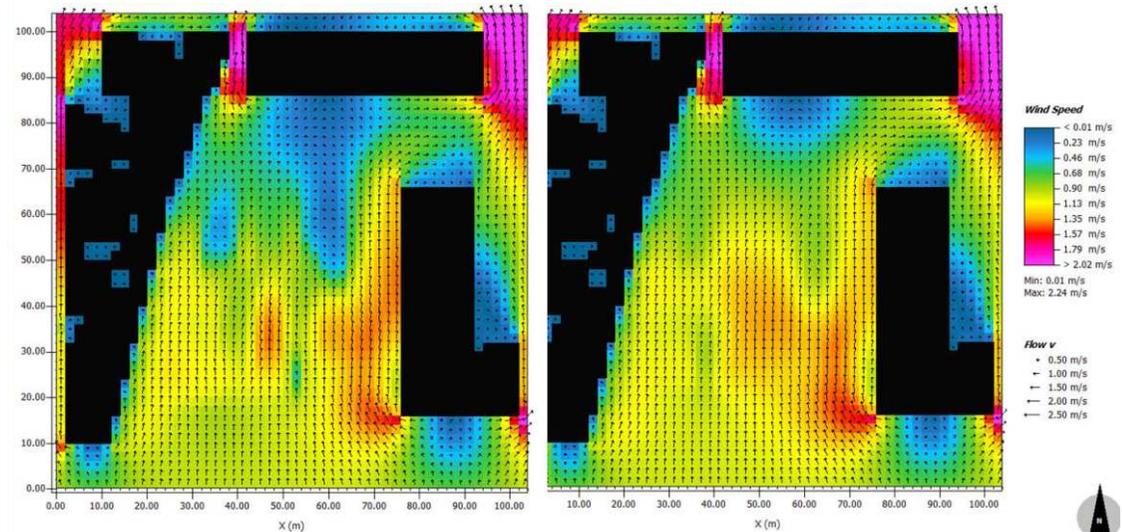
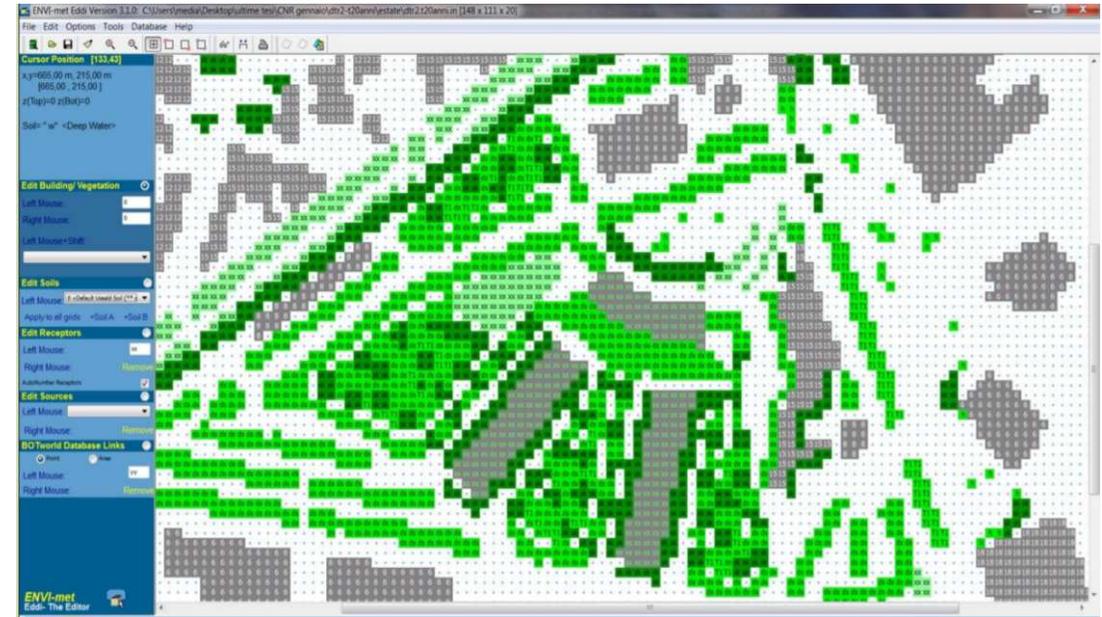
# Esempio di benefici dei servizi ecosistemici del verde urbano di Monaco



# ENVI-met: modello microclimatico tridimensionale

([www.envi-met.com](http://www.envi-met.com))

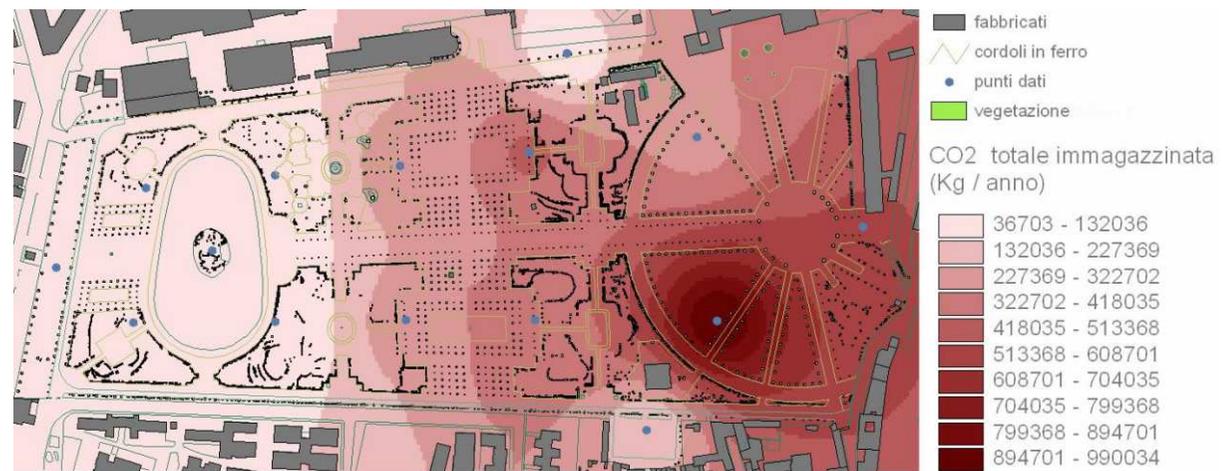
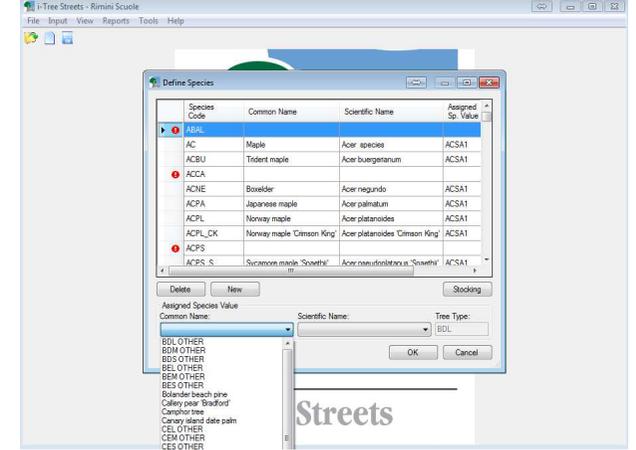
- Simula interazioni superficie-piante-aria in ambiente urbano per la valutazione di impatto a scala urbana di sistemi architettonici-paesaggistici
- Input: data, geografia, proprietà di edifici, vegetazione e suolo
- Output: mappe degli effetti microclimatici outdoor (temperature, vento, benessere)



# I-Tree: benefici del Verde urbano

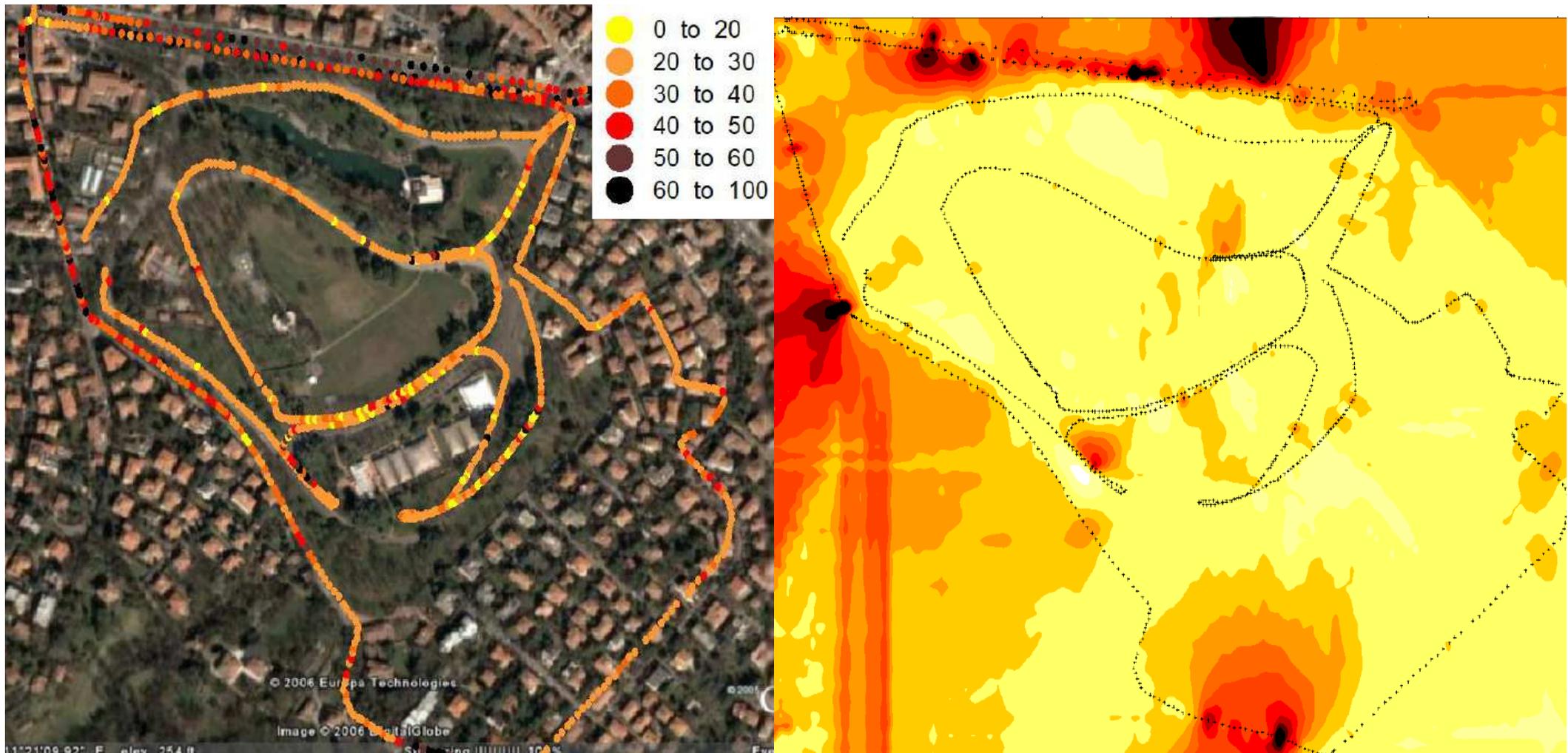
(www.itreetools.org)

- I-Tree è un insieme di software di screening approvati dal Servizio Forestale del Dipartimento Agricoltura degli Stati Uniti per valutare i benefici del verde urbano
- Input: inventari del verde
- Output: GIS, stime d'impatto su riduzione di deflussi (in mc/a), di concentrazione inquinanti aria, di consumi energetici (riscaldamento, raffrescamento), assorbimento di carbonio (t/a), aumento valore immobili, costi gestione verde



# Esempio: rilievo dell'inquinamento lungo alcuni percorsi urbani (mg/m<sup>3</sup> di PM10)

Sistema di monitoraggio della qualità dell'aria, basato su sensori mobili con capacità di rilevamento-mappatura di "punti caldi" inquinati (hotspot)



# Inquinamento atmosferico

- Molte città superano livelli massimi dell'inquinamento atmosferico per proteggere la salute umana
- Inquinamento del traffico è la fonte principale di inquinamento atmosferico urbano
- 50% della popolazione mondiale vive in aree urbane (70% entro il 2050)
- Rete di monitoraggio con centraline (fisse o mobili, costose)
- Evoluzione dei sistemi di monitoraggio della qualità dell'aria urbana con sensori mobili



# Governance e partecipazione: esempio di Helsinki, Finlandia

- Se i cittadini riconoscono, tutelano, mantengono le soluzioni basate sulla natura, queste non andranno perdute nel breve periodo
- Studio WEB-GIS per capire la qualità ambientali percepite dai cittadini (30000 residenti coinvolti 15-75 anni)
- Co-progettazione integrata con cittadini e dipartimenti responsabili di gestione-manutenzione degli spazi: decine di progetti su edifici pubblici, sistemi di trasporto sostenibili, verde urbano e spazi pubblici

# ***Cambiamenti climatici ed impatti ambientali sugli insediamenti***



Cambiamenti climatici e gestione del rischio nelle città,  
Ferrara, 20/11/2018

Paolo Cagnoli

(ARPAE - Centro tematico regionale energia e valutazioni ambientali complesse)