

REBUS®

REnovation of public Buildings and Urban Spaces

CITTÀ E CAMBIAMENTI CLIMATICI

Il progetto del benessere termico
nelle aree urbane
per l'urbanistica e l'architettura

Prof. Dr. Andreas Matzarakis



Projet cofinancé par le Fonds Européen
de Développement Régional (FEDER)
Project cofinanced by the European Regional
Development Fund (ERDF)

 Regione Emilia-Romagna



REPUBLIC-MED
RETROFITTING PUBLIC SPACES
IN INTELLIGENT MEDITERRANEAN CITIES

3.1
DISPENSA

[17-04-2015]

ASSESSORATO AI TRASPORTI, RETI INFRASTRUTTURE MATERIALI
E IMMATERIALI, PROGRAMMAZIONE TERRITORIALE
E AGENDA DIGITALE

D.G. PROGRAMMAZIONE TERRITORIALE E NEGOZIATA, INTESE.
RELAZIONI EUROPEE E RELAZIONI INTERNAZIONALI.

SERVIZIO PIANIFICAZIONE URBANISTICA, PAESAGGIO
E USO SOSTENIBILE DEL TERRITORIO

REPUBLIC-MED
REtrotfitting Public spaces
in MEDiterranean cities

REBUS®
REnovation of public Building
and Urban Spaces

REGIONE EMILIA-ROMAGNA
Assessorato ai trasporti,
reti infrastrutture materiali
e immateriali.
Programmazione territoriale
e agenda digitale.
Raffaële Donini
Assessore

**D.G. PROGRAMMAZIONE
TERRITORIALE E NEGOZIATA,
INTESE. RELAZIONI EUROPEE
E RELAZIONI INTERNAZIONALI.**
Enrico Cocchi
direttore

**SERVIZIO PIANIFICAZIONE
URBANISTICA,
PAESAGGIO E USO SOSTENIBILE
DEL TERRITORIO**

Roberto Gabrielli
dirigente

Luisa Ravanello
coordinamento progetto

Barbara Fucci
Laura Punzo
gruppo tecnico

Marisa Dalla Noce
Lorella Dalmonte
Enrica Massarenti
amministrazione e segreteria

Consulenti
Kristian Fabbri
esperto comfort indoor/outdoor

Elena Farnè
progetto formativo
comunicazione

Francesco Guaraldi
rendicontazione

Francesca Poli
immagine grafica coordinata
comunicazione

Silvia Rossi
esperta comfort outdoor

Partner tecnico
Fondazione Democenter-Sipe
Davide Fava
Chiara Pederzini
Matteo Serafini

Progetto a cura di
Regione Emilia-Romagna

**In collaborazione
con gli Enti locali**
Comune di Modena
Comune di Parma
Comune di Rimini
Piano Strategico Rimini

**In collaborazione con
gli Ordini professionali**
Ordini Architetti P.P.C. delle
province di Bologna, Modena,
Parma, Rimini
Federazione Emilia-Romagna
dei Dottori Agronomi
e Dottori Forestali
Ordine Dottori Agronomi
e Dottori Forestali
delle province di Bologna, Forlì-
Cesena-Rimini, Modena, Parma
Ordini degli Ingegneri
delle province di Bologna,
Modena, Parma, Rimini

**Per la lectio magistralis
in collaborazione**
Fondazione Cassa di Risparmio
di Bologna, Genus Bononiae

Media Partner
Maggioli Editore
Architetti Idee Cultura e Progetto
Architetti.com - Progetto e
immagine digitale
Paesaggio Urbano Urban Design
Planum. The Journal of Urbanism
www.planum.net

Gioco-simulazione

Ideazione/Coordinamento
Elena Farnè, Luisa Ravanello

Legge/Bando
Elena Farnè
Elettra Malossi
Luisa Ravanello

Carte da gioco
Valentina Dessì
Kristian Fabbri
Elena Farnè
Francesca Poli
Luisa Ravanello
Silvia Rossi
Maria Teresa Salomoni

Simulazioni Envi-Met
Kristian Fabbri, Silvia Rossi

Schede casi studio
Elena Farnè, Francesca Poli,
Luisa Ravanello
Con il contributo di
Costanza Barbieri,
Bianca Pelizza
(Comune di Parma);
Filippo Bonazzi, Marcello
Capucci, Catia Rizzo, Stefano
Savoia (Comune di Modena);
Chiara Dal Piaz, Remo
Valdisserrì, Daniele Fabbri
(Comune di Rimini);
Maurizio Ermeti, Filippo Boschi
(Piano Strategico di Rimini)

Modelli 3D
Montaggi video-fotografici
Francesca Poli

Giuria
Valentina Dessì - Politecnico di
Milano, Dipartimento DASTU
Roberto Gabrielli - Regione
Emilia-Romagna, Servizio
Pianificazione urbanistica,
Paesaggio e Uso sostenibile
del territorio
Teodoro Georgiadis - CNR
Bologna, IBIMET

Lectio Magistralis
Andreas Matzarakis
Università di Friburgo

 territorio.regione.emilia-romagna.it/paesaggio

 republicmed@regione.emilia-romagna.it

 **Eventi Paesaggio ER**

 **REBUS L'energia della città**

 issuu.com/paesaggioer

Docenti lezioni

Valentina Dessì - Politecnico di
Milano, Dipartimento DASTU
Kristian Fabbri - architetto
Elena Farnè - architetto
Roberto Gabrielli - Regione
Emilia-Romagna, Servizio
Pianificazione urbanistica,
Paesaggio e Uso sostenibile
del territorio
Teodoro Georgiadis - CNR
Bologna, IBIMET
Luisa Ravanello - Regione
Emilia-Romagna, Servizio
Pianificazione urbanistica,
Paesaggio e Uso sostenibile
del territorio

Esperti in aula

Gabriele Bollini - urbanista,
esperto in VAS
Elettra Malossi - esperta legge/
bando
Marianna Nardino - fisico
esperto ENVI-met, CNR Bologna,
IBIMET
Maria Teresa Salomoni
- agronomo paesaggista
ProAmbiente, CNR Bologna,
IBIMET

Tutor d'aula

Francesca Poli - architetto
Silvia Rossi - architetto
Antonello Di Nunzio - ENVI-met
Giulio Roberti - ENVI-met

Facilitatrici in aula

Elena Farnè
Silvia Givone - Sociolab
Margherita Mugnai - Sociolab

Video

Senape TV

LinkedIn

Kristian Fabbri, Silvia Rossi

Facebook

Francesca Poli

Segreteria organizzativa

Francesco Guaraldi

Stampa

Centro Stampa
Regione Emilia-Romagna
Stampato a Bologna

In copertina e a pag.5:
vista dall'alto della città
di Friburgo in Germania,
caso studio esemplare di
sviluppo ambientale, sociale
e culturale sostenibile
(© Google Earth)

indice

- 4 PROF. DR. ANDREAS MATZARAKIS**
- 6 IL BENESSERE TERMICO NELLE AREE URBANE**
- 14 CONTATTI**

Prof. Dr. Andreas Matzarakis

Dal 2006 dirige il Dipartimento di Meteorologia e Climatologia (precedentemente, Istituto di Meteorologia) della Facoltà di Risorse Ambientali e Naturali dell'Università Albert Ludwigs di Friburgo.

È nato a Pentalofos, nella regione di Evros, in Grecia, nel 1960. Ha conseguito una Laurea in Meteorologia nel 1989 presso il Dipartimento di Fisica dell'Università Ludwig Maximilians di Monaco ed un Dottorato di ricerca in Meteorologia e Climatologia presso l'Università Aristotele di Salonicco. Dal 1995 al 2001 è stato assistente scientifico presso l'Istituto di Meteorologia dell'Università Albert Ludwigs di Friburgo, ottenendo nel 2001 la sua abilitazione nel campo della 'componente termica del clima urbano'. Nel 2006 è stato nominato Professore presso tale Università.

La sua ricerca si concentra prevalentemente sulla climatologia urbana, sulla biometereologia umana, sulla climatologia del turismo e regionale, sulla meteorologia forestale e sull'impatto climatico. È fondatore e curatore di un sito web sul clima urbano e dal 1996 presiede la commissione sul clima e il turismo della Società Internazionale di Biometereologia, di cui è stato vice-presidente dal 2008 al 2011. Ha sviluppato svariati modelli e strumenti per la ricerca applicata in climatologia e biometereologia, quali il modello RayMan, il modello SkyHelios, il Climate Mapping Tool e lo Schema di trasferimento di informazioni Clima-Turismo (Climate-Tourism/Transfer-Information-Scheme - CTIS). È coordinatore di numerosi progetti di ricerca internazionali sul cambiamento climatico ed il turismo (KUNTIKUM, TOURKLIM, STARTCLIM), sul clima e la salute (MORTKLIM, DAAD/IKYDA), sul bioclima urbano e l'urbanistica (DAAD Taiwan, CENTRAL EUROPE, DAAD Brasil, KLIMOPASS), e su studi di mesoclima e microclima (STARTUP, RayMan).



il benessere termico nelle aree urbane

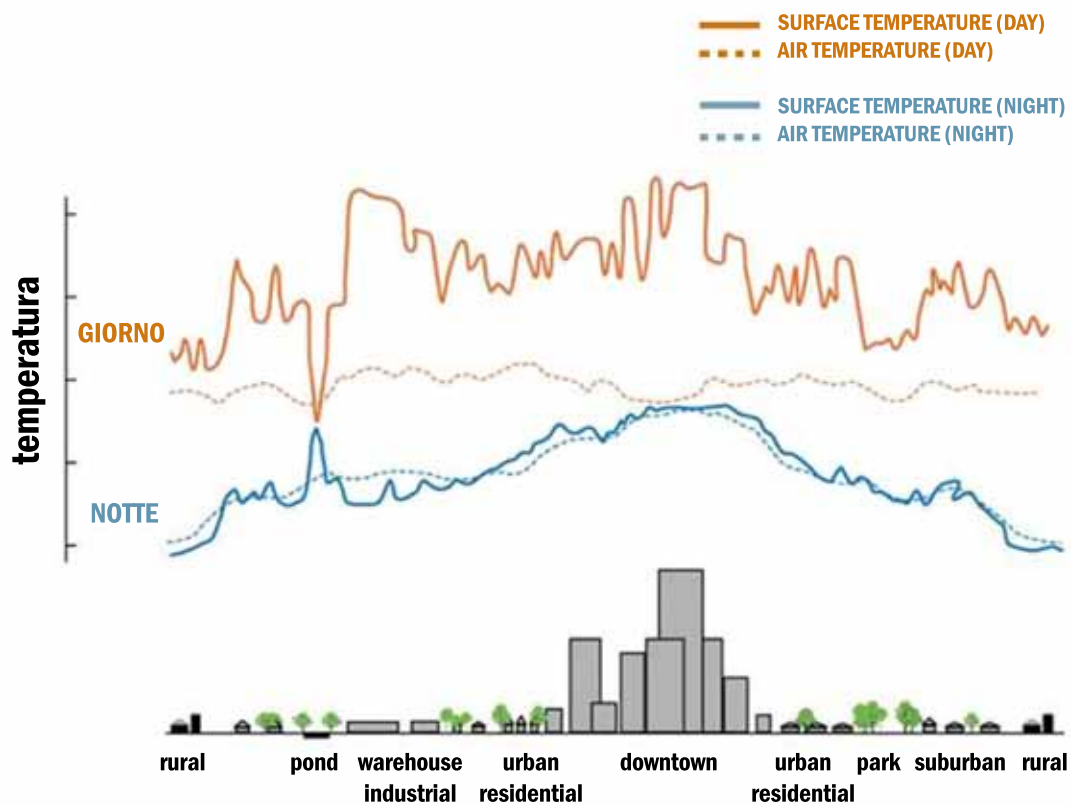
Il corpo umano non è dotato di sensori selettivi per la percezione dei singoli parametri climatici, neppure per quanto riguarda la temperatura dell'aria. Può quindi avvertire soltanto l'effetto congiunto di tutti i parametri. Indici di benessere termico fondati sul bilancio energetico umano possono offrire informazioni dettagliate sugli effetti degli ambienti termici complessi sugli esseri umani. Questi effetti sono strettamente connessi al legame che intercorre tra i meccanismi termo-regolatori e il sistema circolatorio degli uomini: i termo-recettori possono registrare la temperatura della pelle ed il flusso sanguigno attraverso l'ipotalamo, garantendo così la termoregolazione. Le temperature risentono però dell'impatto integrato di tutti i parametri climatici, che, essendo tra loro interconnessi, si influenzano a vicenda.

Basandosi sul bilancio energetico umano, è possibile derivare degli indici di benessere termico che catturino l'effetto complessivo che i fattori climatici hanno sugli esseri umani. Tutti gli indici di benessere termico richiedono l'utilizzo degli stessi parametri meteorologici – temperatura ed umidità dell'aria, velocità del vento e flussi radiativi ad onda corta (visibile) e lunga (infra-rosso) – che contribuiscono a definire la cosiddetta temperatura radiante media (sintetizzata con l'acronimo TMRT).

La maggior parte degli indici è espressa in termini di temperatura equivalente, raccogliendo cioè gli effetti di tutti i fattori meteo-climatici in un singolo valore di temperatura. Gli indici di benessere termico hanno quindi il vantaggio di fare uso di una unità di misura comunemente conosciuta e diffusa (i gradi Celsius), e rendono così i risultati delle misurazioni più comprensibili agli urbanisti, i quali non sono necessariamente in possesso di nozioni di biometeorologia umana.

La suddivisione degli indici di benessere termico in classi di valutazione può essere di grande utilità per descrivere gli effetti dei fattori meteo-climatici e per migliorare la qualità della vita nei contesti urbani. Tra gli indici di benessere termico che si basano sul bilancio energetico umano possiamo enumerare la Temperatura Fisiologica Equivalente (*Physiologically Equivalent Temperature* - PET), la Temperatura Percepita (*Perceived Temperature* - PT) e l'Indice Climatico Termico Universale (*Universal Thermal Climate Index* - UTCI). I parametri meteorologici che definiscono questi indici devono essere misurati e poi rapportati alla distanza media dal suolo del centro di gravità di un essere umano in posizione eretta, cioè 1,1 metri da terra. Inoltre questi parametri possono essere misurati direttamente od essere ricavati attraverso l'uso di specifici modelli di calcolo.

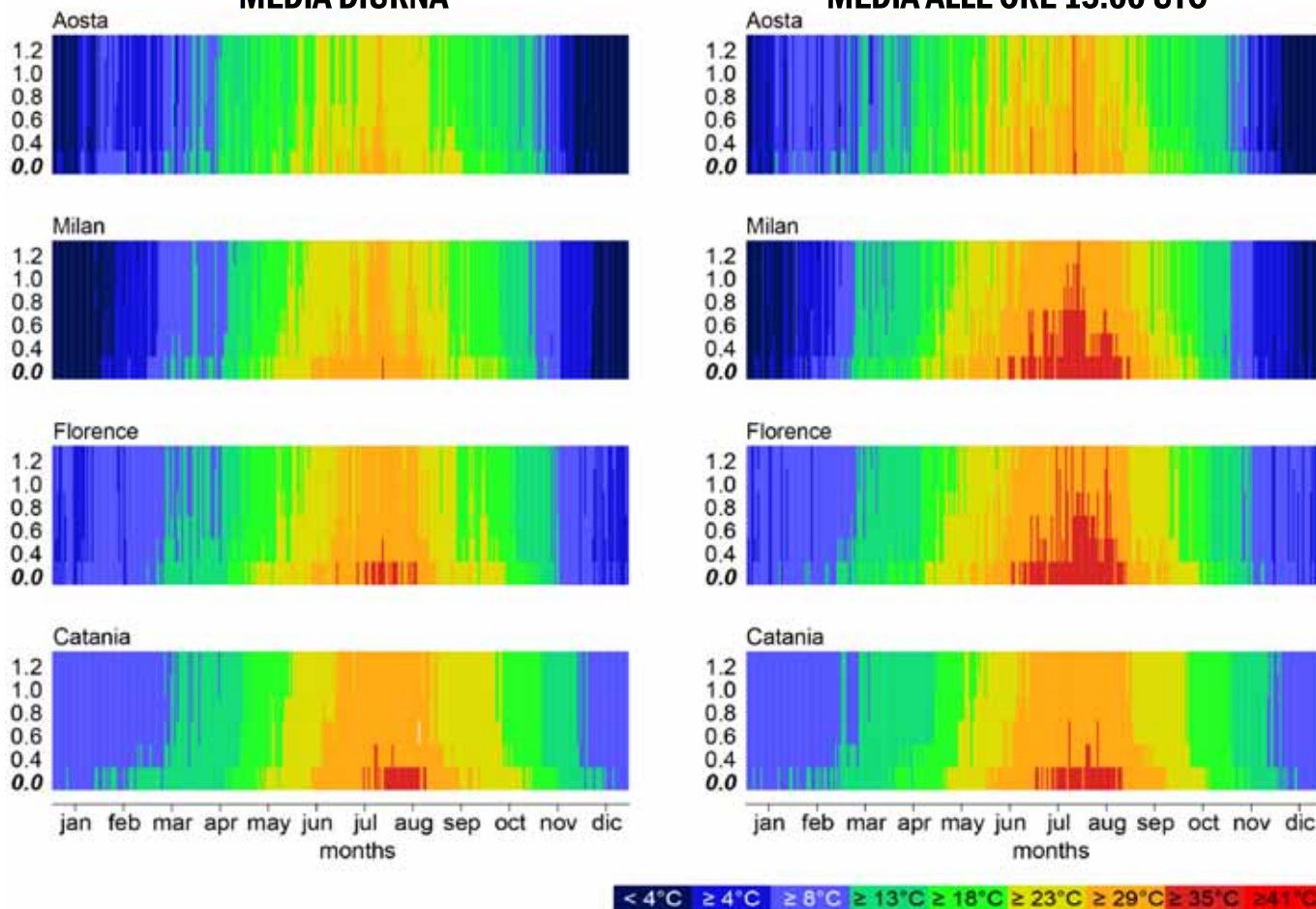
Le condizioni climatiche ed atmosferiche nelle aree urbane sono per lo più condizionate dalla morfologia urbana e dalle caratteristiche fisiche e chimiche delle diverse superfici. Il fenomeno termico più conosciuto è la cosiddetta 'isola di calore' (*urban heat island* - UHI), un accumulo di calore che determina differenze di temperatura tra aree della città con caratteristiche diverse. Poiché questo fenomeno non è tanto di mesoscala quanto di microscala, la raccolta di informazioni su di esso e sui possibili effetti sul microclima risulta estremamente importante.



Il fenomeno dell'isola di calore urbana: schema che esemplifica la variazione delle temperature superficiali ed atmosferiche tra giorno e notte (©Voogt, 2003)

MEDIA DIURNA

MEDIA ALLE ORE 15:00 UTC



Confronto tra il PET diurno medio e il PET delle ore 15 di quattro città italiane - Aosta, Milano, Firenze e Catania - durante un arco temporale di un anno.
(© Martinelli, Matzarakis)

PET (Physiological Equivalent Temperature ovvero Temperatura Fisiologica Equivalente) è la temperatura dell'aria alla quale, in un tipico ambiente chiuso (senza vento e radiazione solare diretta), il bilancio di calore del corpo umano è in equilibrio con la

stessa temperatura interna e della pelle che avrebbe in un ambiente esterno complesso. Questo modo permette ad una persona ferma di confrontare gli effetti integrali di condizioni termiche complesse dell'esterno con la propria

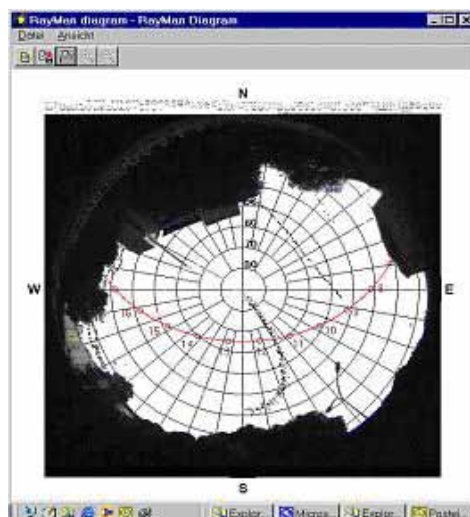
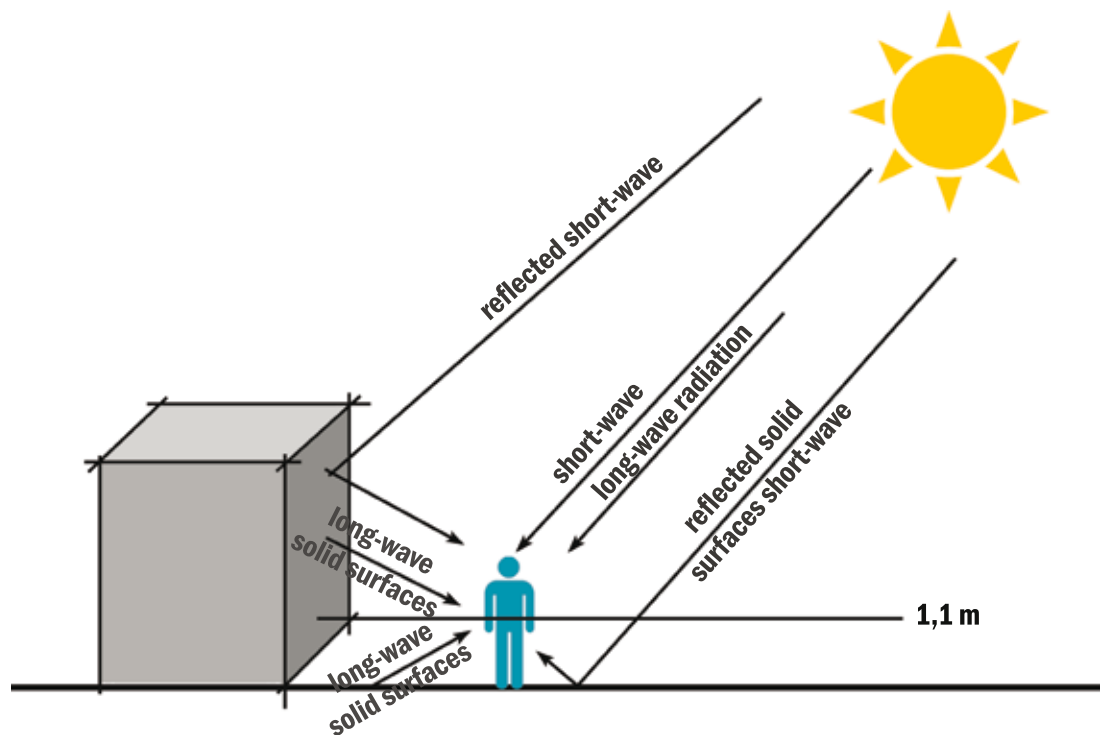
esperienza in ambienti chiusi (RUROS, 2004).

Gli urbanisti necessitano di informazioni sulle condizioni climatiche nelle aree urbane e le dimensioni del benessere termico e dello stress termico dovrebbero essere quantificate ed incluse negli studi dedicati al clima urbano. La conoscenza di microclima e bioclima urbani (stress termico da calore e da raffreddamento e benessere termico) è fondamentale per definire la qualità della vita ed è quindi importante, specialmente in un contesto di cambiamento climatico come quello presente, poter disporre delle informazioni necessarie sui parametri che influenzano il benessere termico anche al fine di trarne considerazioni utili per l'urbanistica e l'architettura.

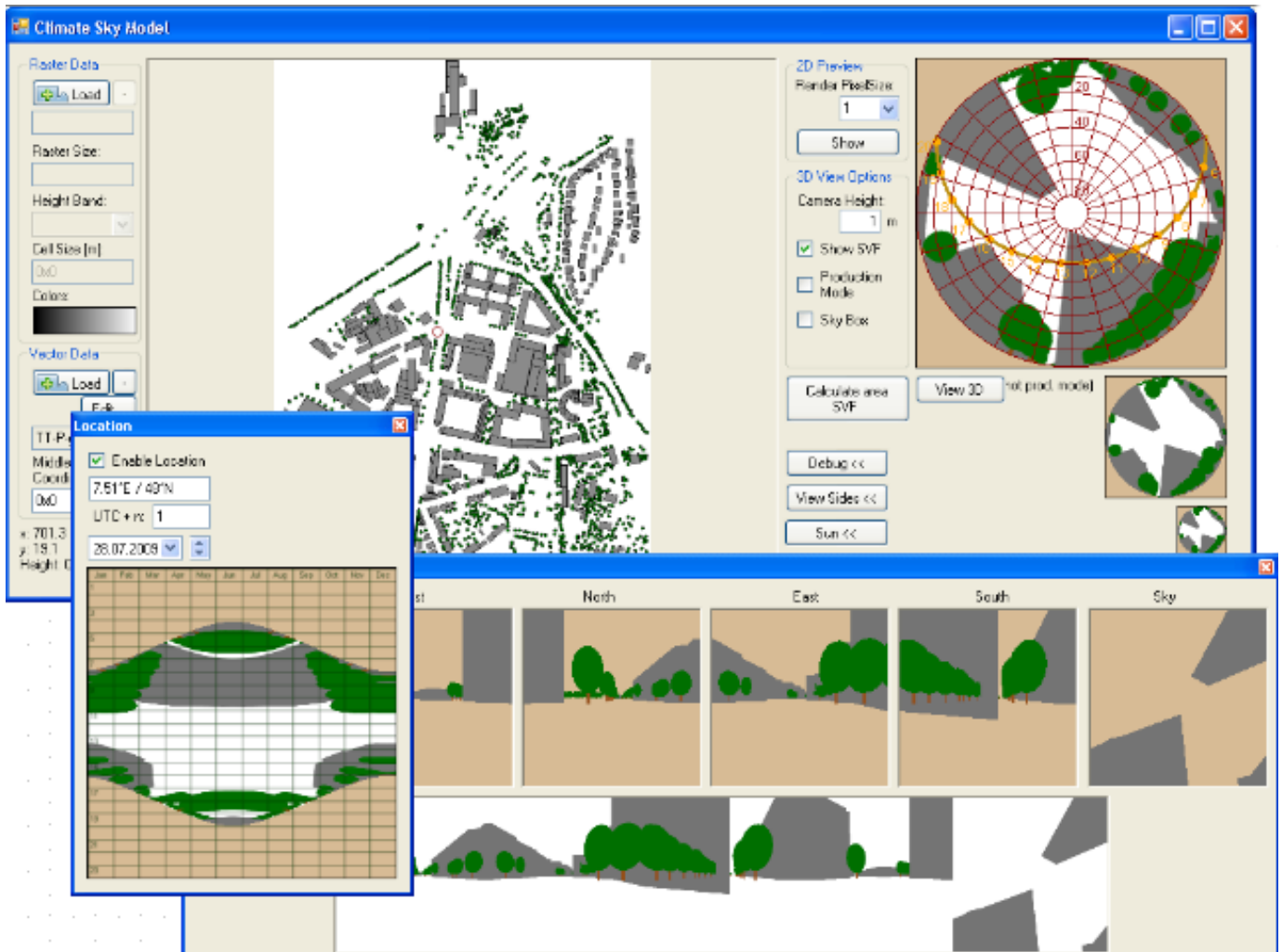
I dati raccolti sono necessari allo sviluppo di strategie di adattamento, sia per ridurre lo stress termico da calore che gli altri fattori di interesse. Lo sviluppo di queste strategie necessita però che si raccolgano dati e informazioni non soltanto riferiti a specifici casi studio (ad esempio simulando gli effetti di diversi scenari di progettazione su di un giorno soltanto, o al solo scopo di identificare condizioni estreme in specifiche aree urbane o in spazi aperti), ma anche e soprattutto che si raccolgano informazioni di lungo periodo, quali ad esempio il numero di giorni all'anno in cui si verificano fenomeni di stress termico da calore in una città o in un'area specifica. Questi dati possono essere raccolti in termini di frequenza (ad esempio numeri di giorni o di ore all'anno o per stagione) o attraverso la quantificazione delle escursioni termiche tra diversi scenari di progettazione. La quantificazione dello stress termico da calore e la sua riduzione attraverso l'adozione di specifiche scelte di pianificazione costituiscono una sfida considerevole, soprattutto in considerazione dei fenomeni di cambiamento climatico. L'approccio qui deve essere duplice: da un lato deve utilizzare analisi e descrizione di singoli luoghi e spazi al fine di definire specifiche misure di pianificazione e progettazione; dall'altro deve portare alla costruzione di mappe che indichino le aree soggette a frequenti stress termici.

Ai fini della pianificazione urbanistica, è possibile rendere le informazioni sotto forma di mappe con l'uso di metodi statistici come le reti neurali artificiali, le regressioni lineari multiple e le tecniche GIS. Alla base, vi è l'idea di combinare i dati noti rispetto ad un singolo punto (ad esempio la sua Temperatura Fisiologica Equivalente o la sua temperatura dell'aria) con informazioni quali l'altitudine, la pendenza, il rapporto d'aspetto (*aspect ratio*), il flusso di aria fredda, le diverse tipologie di uso del suolo, le aree costruite, il cosiddetto fattore di vista del cielo (*Sky-View Factor* - SVF), le termografie, il volume degli edifici e il numero degli alberi. Sulla base delle informazioni certe ottenute rispetto a luoghi specifici, si costruisce poi una relazione statistica che è applicata alle aree per le quali mancano dati primari.

Dati ed informazioni possono essere ottenuti attraverso la misurazione diretta, oppure derivati tramite simulazioni con modelli operanti alla microscala. Modelli come il RayMan o lo SkyHelios forniscono queste informazioni in associazione con le zone d'ombra, la durata della luce solare diretta, la velocità del vento e la sua direzione in ambienti semplici così come in ambienti complessi. Per analizzare clima e bioclima urbani, sono necessari svariati parametri. I modelli sono in grado non solo di calcolare questi parametri ma anche di visualizzare le informazioni relative al clima urbano utilizzando i dati in forma grigliata o vettoriale. Sebbene con limiti che vanno esplicitati e messi in luce, questi modelli permettono di ottenere informazioni per diverse scale temporali e spaziali a seconda degli obiettivi e delle necessità.



RayMan è uno strumento basato sulla simulazione della temperatura radiante media attraverso un bilancio di radiazione semplificato applicato ad un essere umano esposto all'irraggiamento diretto da parte del sole e alla radiazione emessa e riflessa da parte delle pavimentazioni, delle pareti degli edifici e della vegetazione dell'area circostante (www.energycity2013.eu/pages/results/data-catalogue/existing-urban-energy-models/rayman.php)



Esempi di output e schermata di SkyHelios, uno strumento per la climatologia applicata che calcola lo 'sky view factor' ed il soleggiamento, ad alta risoluzione sia spaziale che temporale, utilizzando un processore grafico. L'archiviazione ed esportazione dei dati calcolati è la caratteristica principale. (©www.urbanclimate.net/skyhelios)

Mitigazione e adattamento dovrebbero essere messi al centro dell'analisi di quei fattori che, data la loro particolare sensibilità ai cambiamenti, hanno, a livello di microclima, un impatto notevole sulla qualità delle aree urbane. Tra questi vi sono, da un punto di vista morfologico, lo 'sky view factor', l'aspect ratio (il rapporto tra altezza e larghezza di strade e spazi aperti), l'orientamento delle strade e gli ostacoli alle correnti d'aria e di vento. In aggiunta, giocano un ruolo centrale nella formazione di specifici microclimi anche le caratteristiche chimiche e fisiche delle superfici verticali e orizzontali. Tutti questi fattori producono cambiamenti sostanziali ai pattern di radiazione e alle condizioni del vento e come tali hanno un notevole impatto sul benessere termico. L'uso di un materiale piuttosto che di un altro per rivestire una superficie può condurre ad una riduzione apparentemente insignificante di temperatura dell'aria vicino alla stessa, ma determinare un aumento considerevole dello stress da calore per le persone in prossimità, a causa dell'aumento complessivo della radiazione totale (visibile più infrarossa) assorbita dalla superficie del corpo umano.

La maggior parte degli studi che si occupano di valutare e quantificare le condizioni climatiche urbane si concentrano esclusivamente su fattori climatici semplici come la temperatura dell'aria o la velocità e direzione del vento in specifici luoghi di interesse all'interno dei contesti urbani. I metodi applicati e i parametri o fattori in uso fanno riferimento quasi esclusivamente a casi studio, analizzando quindi condizioni assai specifiche, come le ondate di calore ed altri eventi estremi.

L'urbanistica e l'architettura necessitano invece di andare oltre i casi studi per raccogliere informazioni e dati lungo tutto l'arco dell'anno e non esclusivamente riferiti a casi estremi, come il calore, ma anche a condizioni climatiche miti o moderate. La ricerca dovrebbe andare oltre lo studio delle condizioni climatiche medie, per puntare a individuare dati e soglie per una pluralità di condizioni rilevanti per il benessere termico.

Nella pagina a fianco:
vista dall'alto della città
di Friburgo in Germania,
caso studio esemplare di
sviluppo ambientale, sociale
e culturale sostenibile
(© Google Earth)



contatti

Prof. Dr. Andreas Matzarakis

Università Albert-Ludwigs Friburgo
D-79085 Friburgo, Germania

matzarak@uni-freiburg.de
www.urbanclimate.net/matzarakis

www.urbanclimate.net/climtour
www.stadtklima.de
www.urbanclimate.net
www.mif.uni-freiburg.de/stationlive

un progetto di



Projet cofinancé par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER)
Project cofinanced by the European Regional Development Fund (ERDF)



in collaborazione con



Comune di Modena



Comune di Parma



Comune di Rimini



Piano Strategico Rimini

e gli ordini professionali



architettibologna



ORDINE ARCHITETTI PPC
PROVINCIA DI MODENA



ORDINE DEGLI ARCHITETTI PIANIFICATORI PAESAGGISTI E CONSERVATORI DELLA PROVINCIA DI PARMA



ordine degli architetti pianificatori, paesaggisti e conservatori della provincia di rimini



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bologna



ORDINE DEGLI INGEGNERI PROVINCIA DI MODENA



ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PARMA



ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI RIMINI



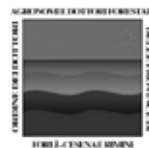
ORDINE DEI DOTTORI AGRONOMI E DOTTORI FORESTALI DELLA PROVINCIA DI BOLOGNA



Ordine dei Dottori Agronomi e Dottori Forestali della Provincia di Modena



ORDINE DEI DOTTORI AGRONOMI E DEI DOTTORI FORESTALI DELLA PROVINCIA DI PARMA



AGROPOLIS ENTE MUSEI BONONIA



Federazione Regionale dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali dell'Emilia-Romagna

media partner



per la lectio magistralis



FONDAZIONE CASSA DI RISPARMIO IN BOLOGNA



GENUS BONONIAE
MUSEI NELLA CITTÀ