

## **Telerilevamento e modelli meteo-climatol. per lo studio del fenomeno Isole Urbane di Calore a livello europeo, rivolto alla città di Bari**

Paolo Manunta (\*), Giulio Ceriola<sup>1</sup> (\*), Monique Viel (\*), Daniela Iasillo (\*), Marc Paganini (\*\*)

(\* ) Planetek Italia srl, Via Massaua 12, I-70123 Bari ITALY, <http://www.planetek.it>

(\*\*) ESA: European Space Agency

### **Sommario**

Con il termine “Isola Urbana di Calore” (UHI: Urban Heat Island) si intende un’area metropolitana che è significativamente più calda delle aree rurali che la circondano. La causa principale dell’effetto UHI risiede in tutte quelle modifiche della superficie del suolo dovute allo sviluppo urbano. Le conseguenze più disastrose di tale effetto sono le ondate di calore che d’estate periodicamente colpiscono le città. Con l’avvento della tecnologia dell’osservazione termica da telerilevamento, è diventato possibile studiare lo UHI mediante piattaforme satellitari e su aereo, fornendo nuovi elementi per l’osservazione di tale effetto e lo studio delle sue cause, attraverso la combinazione delle osservazioni da telerilevamento e modelli di micro meteorologia urbana.

Planetek Italia, a capo di un Consorzio di aziende ed enti di ricerca scientifica all’avanguardia nel settore della Osservazione della Terra e della climatologia, sta realizzando un progetto in ambito europeo (Urban Heat Island and Thermography o UHI) finanziato dall’Agenzia Spaziale Europea nell’ambito del programma DUE, che ha lo scopo di progettare dei servizi basati sull’impiego di dati da Osservazione della Terra e di modelli climatologici per studiare le proprietà termiche delle città, al fine non solo di prevedere le ondate di calore, ma anche di determinare le caratteristiche energetiche delle aree urbane ai fini della gestione delle politiche di risparmio energetico.

La città di Bari è fra le 10 città pilota europee che saranno coinvolte nel progetto. In tale ambito per la città di Bari verranno generati prodotti da dati satellitari storici e da nuove acquisizioni effettuate nel corso dell’estate 2009. Inoltre verrà realizzato un servizio in quasi tempo reale per il monitoraggio e l’allerta per l’occorrenza di Isole Urbane di Calore, durante l’estate 2010.

### **Abstract**

An urban heat island (UHI) is a metropolitan area which is significantly warmer than its surrounding rural areas. The main cause of the UHI is the modification of the land surface by urban development. The most disastrous consequences are the Heat Waves that periodically strike the city during summer. With the upcoming of the thermal remote sensing technology it became possible to study the UHI by means of satellite and airborne platforms, giving new elements for understanding that effect and its causes, using a combination of remote sensing observations and models of urban micro-meteorology.

Planetek Italia, leader of a Consortium of private companies and research institutes on the lead in the sector of Earth Observation (EO) and climatology, is realising an European project (Urban Heat Island and Thermography or UHI) funded by the European Space Agency in the framework of the DUE program. Aim of the project is to design services based on EO data and climatologic models to study the thermal properties of the cities with the objective not only of preventing the heat waves, but also for determining the energetic characteristics of the urban areas to support the implementation of urban energy efficiency policies. Bari is among the 10 European cities involved in the project. For the city of Bari they will be realised products from historical satellite data and

---

<sup>1</sup> [ceriola@planetek.it](mailto:ceriola@planetek.it)

from new acquisitions made during summer 2009. Moreover it will be performed a NRT service during the summer 2010 for the monitoring and alert related to the occurrence of the UHI effect.

### **Prefazione**

Per Isola Urbana di Calore (UHI: Urban Heat Island) si intende un'area metropolitana che è significativamente più calda delle aree rurali che la circondano. La differenza di temperatura di solito è maggiore di notte che di giorno e più elevata d'inverno rispetto all'estate.

La causa principale dell'effetto Isola Urbana di Calore è dovuta a tutte quelle modifiche della superficie del suolo dovute allo sviluppo urbano. Man mano che la popolazione all'interno del centro urbano aumenta, questo tende ad allargarsi e così a modificare sempre maggiori porzioni di territorio adiacente, creando di conseguenza un aumento della temperatura media ed una vera e propria isola climatica intorno alla città. Le conseguenze più disastrose di tale effetto sono le ondate di calore che d'estate periodicamente colpiscono le nostre città.

Con l'avvento della tecnologia dell'osservazione termica da telerilevamento, è diventato possibile studiare lo UHI mediante piattaforme satellitari e su aereo, fornendo nuovi elementi per l'osservazione di tale effetto e lo studio delle sue cause, attraverso la combinazione delle osservazioni da telerilevamento e modelli di micro meteorologia urbana.

### **Descrizione generale del progetto UHI**

#### Obiettivi

Il progetto UHI - Urban Heat Island and Urban Thermography (Isole di calore urbane e Termografia urbana) è finanziato dall'ESA, nell'ambito del programma quadro DUE (Data User Element<sup>2</sup>). Gli obiettivi principali del progetto UHI e le finalità ad essi collegate sono:

1. Integrazione / assimilazione di dati da satellite e da stazioni meteo a terra, all'interno di modelli meteorologici e climatici, per facilitare la prevenzione dell'impatto del UHI e ridurre il rischio di ondate di calore.
2. Studio dei requisiti di missione per un sensore satellitare ad alta risoluzione nell'infrarosso termico (TIR).
3. Studio di come le osservazioni TIR dallo spazio possano supportare l'implementazione di leggi e regolamenti per l'efficienza energetica, che includano sia problematiche tipiche del sud Europa (ad es. la richiesta energetica causata dal condizionamento dell'aria) che problematiche tipiche del nord Europa (ad es. la richiesta energetica per il riscaldamento domestico).

La predizione e la mitigazione della variabilità spaziale e temporale del UHI nelle aree metropolitane è il fine ultimo, al quale il progetto si propone di contribuire mediante:

- lo stimolo della partecipazione degli utenti ed il contributo alla diffusione di tecnologie avanzate basate sull'osservazione della terra (EO);
- incremento della comprensione scientifica dei fattori che influenzano il clima urbano;
- creazione di servizi operazionali basati su dati EO, per il monitoraggio e la valutazione;
- costruzione del consenso necessario per la definizione di una missione satellitare dedicata ad osservazioni TIR.

Il progetto è partito nel Novembre 2008, ed avrà una durata di 30 mesi (2.5 anni), divisi in 2 fasi principali: Novembre 2008 – Giugno 2009 (fase 1), Luglio 2009 – Aprile 2011 (fase 2).

#### Prodotti/servizi UHI

Nell'ambito del progetto saranno elaborati 18 differenti prodotti allo scopo di:

1. monitorare i parametri fondamentali a seguire il fenomeno del UHI, a differenti scale e periodicità, usando i dati da vari satelliti a partire dalla bassa risoluzione (qualche km) per arrivare ai sensori montati su aereo ad altissima risoluzione (5-30m);
2. stabilire il rischio di UHI durante il periodo primaverile/estivo;

---

<sup>2</sup> Si veda: <http://dup.esrin.esa.it/>

3. valutare quasi in tempo reale (Near Real Time o NRT) e fare previsioni, sul rischio di ondate di calore e UHI, unitamente all'impatto delle condizioni meteorologiche sullo stato di salute dei cittadini, attraverso indicatori specifici;
4. supportare gli studi sul bilancio energetico e le regolamentazioni/legislazioni di efficienza energetica, attraverso la produzione di mappe termografiche e di informazioni rilevanti, quali la quantità di risparmio energetico ottenuto installando materiali specifici o l'efficienza termica degli edifici.

I prodotti saranno generati per 10 città europee: Atene, Bari, Bruxelles, Budapest, Lisbona, Londra, Madrid, Parigi, Siviglia e Tessalonica.

Inoltre per raggiungere gli obiettivi del progetto, verrà implementato un Sistema Informativo capace di integrare i modelli meteorologici e climatici ed un catalogo dei prodotti generati.

#### Prodotti UHI da EO

A questa categoria appartengono 9 prodotti che comprendono: Temperatura Superficiale Terrestre (LST o temperatura del suolo), Parametri di Superficie e Temperatura dell'Aria (AT) da modelli climatologici. Tali prodotti saranno realizzati utilizzando differenti sensori satellitari a differenti risoluzioni spaziali e con frequenza temporale differente. Si parte dai dati Meteosat (MSG) a 3km, con cadenza ogni 15', per arrivare a quelli a 1km con frequenza giornaliera (notte e giorno). Il periodo temporale considerato sono i periodi estivi degli ultimi 10 anni. Inoltre verranno utilizzate alcune immagini ad alta risoluzione (100m) per particolari eventi durante l'estate degli anni 2006-9. A questi prodotti si aggiungono i Parametri di Superficie (albedo, emissività e rugosità) ad alta, media e bassa risoluzione, utilizzati sia come prodotti finali, che come prodotti intermedi da utilizzare nei modelli e negli studi scientifici.

Due prodotti aggiuntivi saranno realizzati per Madrid: LST e AT di aree urbane e peri urbane ad altissima risoluzione (5-30 m) da immagini aeree, acquisite in un'apposita campagna (estate 2008).

#### Prodotti di valutazione

A questa categoria appartengono 5 prodotti:

- Mappe UHI a bassa risoluzione (~1km) per generare mappe mensili e stagionali degli ultimi 10 anni.
- Mappe di pericolo di rischio di ondate di calore (a scala urbana), unitamente alla definizione di aree urbane ad alto-medio-basso rischio di ondate di calore, su base mensile, negli ultimi 3 anni. Questi prodotti verranno forniti per: Atene, Lisbona e Madrid.
- Mappe termografiche delle città, per la verifica delle regolamentazioni di efficienza energetica (estate ed inverno) e mappe di efficienza energetica. Verranno prodotte per 2 scene/eventi invernali negli ultimi 2 anni e su date estive, utilizzando i dati impiegati per i prodotti di EO. Le città coinvolte sono: Bruxelles, Madrid e Siviglia.

Per Madrid inoltre sarà generata una mappa termografica estiva ad altissima risoluzione (intorno a 2m), utilizzando i dati da aereo ripresi nell'estate 2008. Infine un'analoga mappa invernale sarà realizzata per Bruxelles (a risoluzione <5m), utilizzando dati da aereo ripresi nell'inverno 2008-9.

#### Servizi in quasi tempo reale (NRT) e di previsione per 3 giorni

Sono previste 4 tipologie di prodotti, che consistono in servizi che a regime verranno fatti girare per 60 giorni, scelti nel periodo estivo. I prodotti sono i seguenti:

- Produzione giornaliera di AT in NRT e previsionale a 3 giorni, in aree urbane e peri urbane, a 1km di risoluzione, per la prevenzione delle conseguenze delle UHI.
- Da questo prodotto ne derivano degli altri, con la stessa risoluzione e frequenza:
  - indici di stress termico, per prevedere l'impatto delle condizioni meteorologiche sullo stato di salute umano. Gli indici considerati sono i seguenti: Indice di sconforto (DI), Indice di stress termico (TSI) e voto medio previsto (PMV);
  - mappe di UHI, per l'identificazione di aree a bassa ed alta emissione di calore all'interno dell'agglomerato urbano;
  - mappe di pericolo e di rischio di ondate di calore, per la definizione di aree urbane ad alto-medio-basso rischio, utilizzando anche dati socio economici locali.

I primi tre prodotti saranno forniti per 6 città europee: Atene, Bari, Lisbona, Madrid, Siviglia e Tessalonica. L'ultimo prodotto sarà fornito per 3 città: Atene, Lisbona e Madrid.

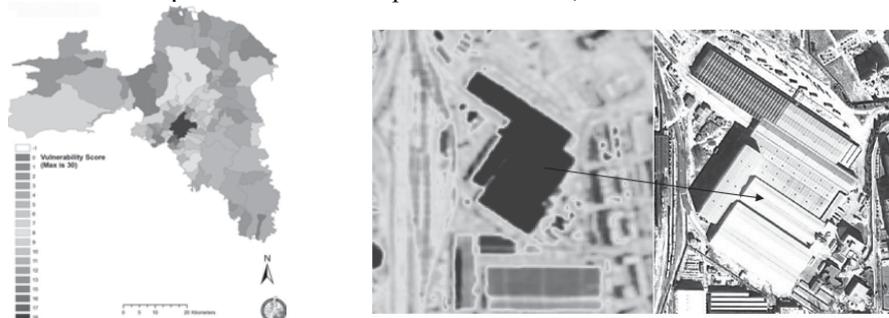


Figura 1- Esempi di prodotti UHI. A sinistra: mappa di vulnerabilità della popolazione agli effetti della UHI (città di Atene). A destra: mappa termografica ad altissima risoluzione (parte sinistra dell'immagine). La freccia indica un esempio di tetto di materiale non termicamente efficiente.

### Lo studio per il design di un sensore TIR

Lo studio di un sensore nella banda dell'infrarosso termico (TIR) ha l'obiettivo principale di raccogliere e sintetizzare le richieste e le necessità dei comuni europei e delle agenzie di supporto, per un'osservazione frequente e di routine della temperatura del suolo e dell'aria nel cuore delle maggiori città europee e nelle loro aree peri urbane, con un'elevata risoluzione spaziale ed un adeguato tempo di rivisita. Inoltre, verranno definiti anche i requisiti di missione ad alto livello ed inclusi degli scenari di osservazione. L'obiettivo finale è costruire il più largo consenso possibile, fra gli utenti e la comunità scientifica che studia il clima urbano, per contribuire al campo di applicazioni urbano, e per un'appropriata ri-orientazione della missione europea FUEGOSAT.

### Il Team del progetto UHI

#### Il Consorzio

E' composto da 6 aziende dislocate in Belgio, Grecia, Italia, Portogallo e Spagna, con competenze complementari, per permettere una distribuzione bilanciata dei vari compiti e per creare sinergie fra le istituzioni scientifiche e le aziende. Le principali responsabilità dei partner sono riassunte di seguito:

Planetek Italia srl (Bari, Italia) è la coordinatrice del consorzio e svolge tutte le attività rilevanti per assicurare una corretta implementazione e diffusione del progetto. E' anche responsabile del design e della realizzazione dei prodotti di LST, del Data Procurement e della realizzazione dell'infrastruttura del Sistema Informativo.

EDISOFT S.A. (Lisbona, Portogallo) è la responsabile della componente in quasi tempo reale (AT, indici, mappe di UHI e pericolo/rischio), così come dell'acquisizione ed elaborazione dei dati MSG/SEVIRI.

INDRA (Madrid, Spagna) è la responsabile dello studio del sensore TIR, della raccolta delle necessità e richieste degli utenti, del design e implementazione delle mappe termografiche, infine dell'infrastruttura esterna del Sistema Informativo.

NOA-ISAR (Atene, Grecia) è la responsabile della componente di previsione (AT, indici, mappe di UHI e pericolo/rischio), insieme alla produzione di LST per alcune città.

VITO (Mol, Belgio) ha il compito di effettuare il design e la produzione dei prodotti di AT.

EUROSENSE (Wemmel, Belgio) ha il compito di realizzare le mappe termografiche invernali.

Inoltre è coinvolto nel progetto un gruppo di tre esperti (IEG: Independent Experts Group), con capacità e conoscenze professionali complementari che coprono i vari settori di applicazione del

progetto. Questi monitoreranno tutte le fasi del progetto ed i risultati raggiunti, e garantiranno una valutazione indipendente ed obiettiva durante tutta l'esecuzione del progetto, per aiutare il progetto stesso a rimanere allineato ad aspettative ed obiettivi.

#### Gli utenti

Il coinvolgimento attivo degli utenti nello sviluppo del progetto è una delle componenti chiavi dello stesso. Dieci città: **Atene, Bari, Bruxelles, Budapest, Lisbona, Londra, Madrid, Parigi, Siviglia e Tessalonica** e 17 organizzazioni pubbliche, partecipano al progetto come utenti con differenti ruoli istituzionali e compiti:

- Agenzie/istituti nel campo ecologico-ambientale: Atene, Bruxelles, Budapest, Parigi e Siviglia
- Autorità di pianificazione: Londra
- Dipartimenti di protezione civile: Bari, Atene, Tessalonica e Lisbona
- Servizi meteorologici e canali di radiodiffusione: Atene e Tessalonica
- Agenzie e dipartimenti di ingegneria urbana e GIS/cartografia: Lisbona e Madrid
- Salute: Lisbona

Allo scopo di mantenere un flusso permanente di comunicazione con i differenti utenti durante il progetto - oltre all'emissione di materiali informativi periodici, come le newsletter - sarà nominato un gruppo che rappresenterà tutte le organizzazioni di ciascuna città coinvolta. Inoltre, verranno organizzate interazioni e sessioni di addestramento.

#### **Fasi del progetto UHI**

Il progetto ha un'organizzazione "orientata agli utenti ed ai realizzatori dei prodotti" che viene costruita intorno a tre punti principali:

- valorizzare la specifica natura e la forza di ciascun partner facente parte del Consorzio;
- la necessità di parametrizzare i servizi per differenti città;
- la necessità di una forte partecipazione degli utenti.

La prima fase del progetto si è conclusa con successo nel Giugno 2009, il termine della seconda fase è previsto alla fine di Aprile 2011 (Luglio 2009 – Aprile 2011).

La Fase 1 del progetto è stata focalizzata su:

1. Raccolta dei requisiti degli utenti delle 10 città, mediante interviste dirette ed un questionario apposito. Da questa raccolta è stato redatto un accurato report che permetterà nella Fase 2 di focalizzare le caratteristiche dei prodotti in base alle esigenze degli utenti ed inoltre rappresenta un importante contributo per lo studio del sensore TIR.
2. Identificazione degli algoritmi e dei modelli meteorologici e climatici più solidi, aggiornati ed efficaci, da utilizzare per la realizzazione delle tre tipologie di prodotti e l'assimilazione dei dati.
3. Sulla base dei risultati del punto 2 è seguito il design preliminare delle procedure di generazione dei prodotti, con la realizzazione di prototipi per alcune città. Nel corso della Fase 2 tali procedure verranno ulteriormente sviluppate per giungere alla realizzazione di alcuni prodotti iniziali per le prime tre città (Atene, Madrid e Lisbona). In seguito verranno ulteriormente consolidate e quindi applicate alle restanti città.
4. Design dell'architettura del sistema informativo e degli strumenti di divulgazione, così come di un piano di validazione dei prodotti, da realizzare durante la Fase 2.

#### **La città di Bari nel progetto UHI**

All'interno del progetto la città di Bari, ed in particolare la sezione Protezione Civile del Comune di Bari, rappresenta uno degli utenti per cui verranno realizzati i prodotti (in particolare LST, AT e di rischio UHI storici, in NRT e di previsione) del progetto. Nella Fase 1 ha attivamente partecipato alla raccolta dei requisiti relativamente alle caratteristiche dei prodotti ed alla possibilità di integrarli con i sistemi di monitoraggio già presenti. Attualmente tali sistemi di monitoraggio consistono nella stazione meteorologica dell'aeronautica presso l'aeroporto adiacente alla città, più altre 8 stazioni dislocate nel territorio cittadino. Le misure

di tali stazioni vengono poi utilizzate dalla Protezione Civile Italiana per creare un bollettino di allerta giornaliero (basato esclusivamente su dati epidemiologici) e previsionale di 2 giorni<sup>3</sup>, indicante la previsione degli effetti di potenziali ondate di calore.

L'utilizzo dei prodotti forniti dal progetto UHI, che saranno realizzati durante la Fase 2 nell'estate 2010, quindi presentano i seguenti vantaggi:

- possibilità di monitorare la temperatura dell'aria e l'effetto UHI in maniera continua su tutta la città, con differente cadenza ed a differente risoluzione, ma anche sulle aree periferiche in via di sviluppo;
- possibilità di previsione del rischio e mitigazione degli effetti;
- possibilità di misurare l'efficienza energetica delle varie zone della città per creare delle mappe di rischio statiche da utilizzare per la pianificazione e la regolamentazione energetica comunale;
- possibilità di coinvolgere successivamente altri comuni o entità istituzionali
- tutti questi prodotti contengono informazioni di geolocalizzazione e quindi permettono di differenziare le diverse aree metropolitane e periferiche della città..

### Conclusioni

Il progetto UHI è stato creato con l'ambizioso obiettivo di investigare il fenomeno delle Isole Urbane di Calore, mediante la sinergia di dati di Osservazione della Terra da satellite e di dati *in situ* applicati all'interno di algoritmi e modelli meteorologici e climatologici innovativi. Tale studio verrà però fatto in stretta sinergia con utenti appartenenti a città europee perché siano in grado di comprendere e utilizzare i risultati nelle loro politiche energetiche e di prevenzione.

Il progetto è iniziato nell'ottobre 2008 ed attualmente, dopo una prima fase di selezione degli algoritmi/modelli ed il design e la realizzazione di alcuni prototipi, è in corso la Fase 2 di realizzazione e validazione dei prodotti. Inoltre le procedure di realizzazione dei prodotti, unitamente al catalogo degli stessi, saranno integrati all'interno di un unico Sistema Informativo rivolto all'utenza. La Fase 2 terminerà nell'aprile 2011.

In sintesi i risultati attesi alla fine del progetto sono i seguenti:

1. Messa in opera di un Sistema Informativo adattato agli utenti, che sfrutti le tecnologie EO al fine di supportare le autorità locali nella valutazione, nel monitoraggio e nella previsione di ondate di calore e UHI, fornendo così una metodologia standard che sia utile in differenti regioni e città europee. Una metodologia che possibilmente sia trasferita anche ad altre città soggette a tali fenomeni.
2. Definizione dei requisiti di alto livello, per una missione satellitare per il monitoraggio del UHI ed una serie di scenari di osservazione, per stabilire le specificità di un sensore termico TIR dedicato, ad alta risoluzione spaziale.
3. Aumentare negli utenti la conoscenza e la comprensione delle applicazioni EO in tale campo, i vantaggi ed i benefici nel supporto alle loro attività tecniche, così come all'applicazione delle regolamentazioni. Insieme al materiale divulgativo prodotto nel corso del progetto, alla fine dello stesso saranno messi a disposizione materiale didattico e tutorial.
4. Un contributo per risolvere alcune sfide scientifiche quali la determinazione della temperatura dell'aria a partire da immagini di temperatura del suolo, che al momento raramente sono assimilate "direttamente" all'interno dei vari modelli.
5. Aumento della sinergia fra organizzazioni scientifiche e compagnie private.

---

<sup>3</sup> Si veda: [http://www.protezionecivile.it/cms/view.php?dir\\_pk=395&cms\\_pk=15731](http://www.protezionecivile.it/cms/view.php?dir_pk=395&cms_pk=15731)