

# Associazione Italiana VERde Pensile

*Italian Association of Green Roofs and Walls*

***Il ruolo del verde tecnologico nell'adattamento ai cambiamenti climatici***

***The role of technological greenery in adapting to climate change***

**Andrea Di Paolo**

Agronomist

CDN AIVEP

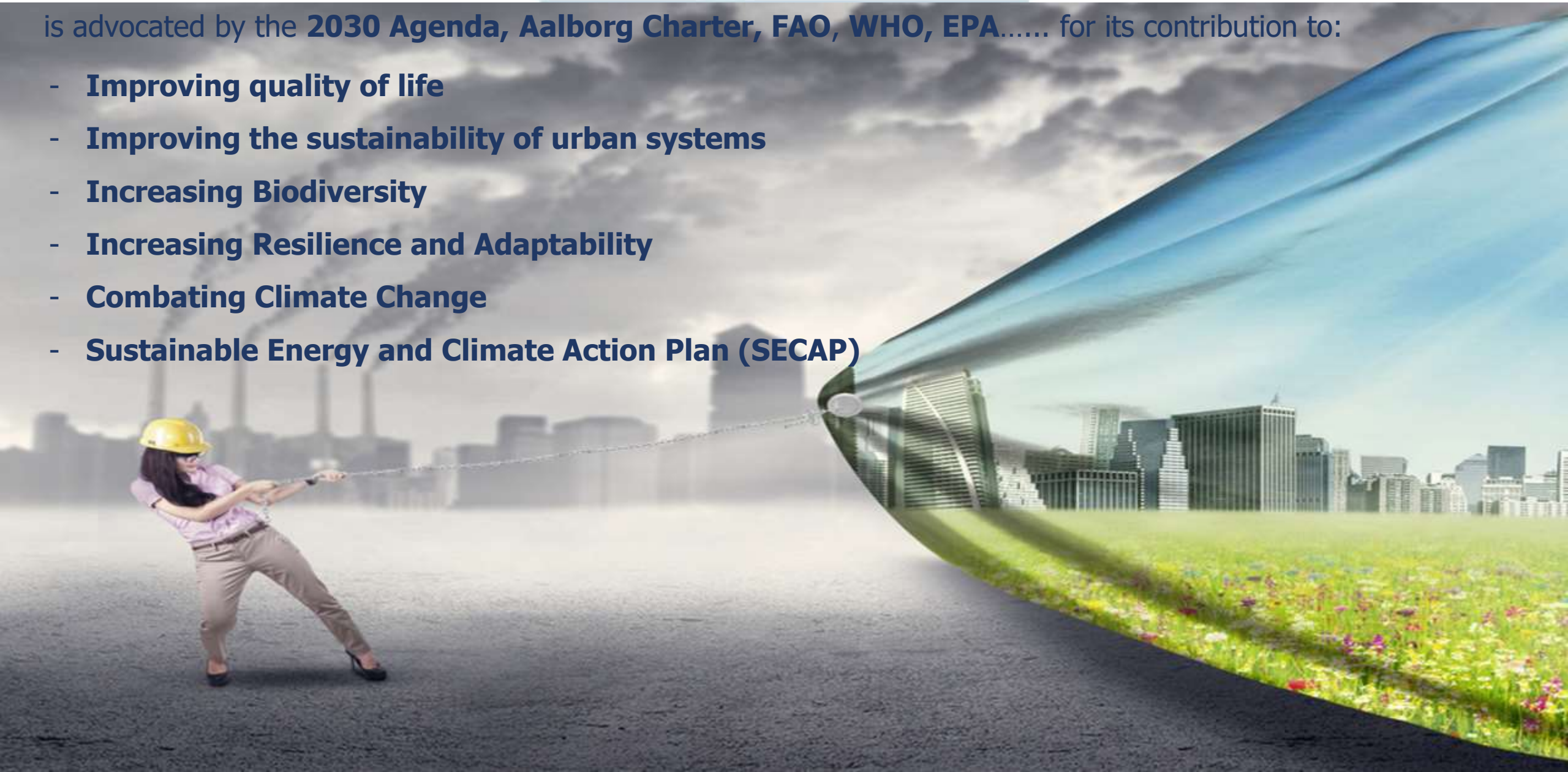


**REGENERATING WITH NATURE**  
**FLORIADA EXPO 2022**  
*ALMERE, 1 October 2022*

# URBAN GREENING

is advocated by the **2030 Agenda, Aalborg Charter, FAO, WHO, EPA.....** for its contribution to:

- **Improving quality of life**
- **Improving the sustainability of urban systems**
- **Increasing Biodiversity**
- **Increasing Resilience and Adaptability**
- **Combating Climate Change**
- **Sustainable Energy and Climate Action Plan (SECAP)**



According to a new **UN report**, **54%** of the world's population currently lives in urban areas, a percentage that is expected to reach **70%** by 2050.





# ECOLOGICAL FOOTPRINT

Cities occupy just 3% of the Earth's surface area but consume 75% of available resources (UN Report, 2019)

Da HEAD, 2011



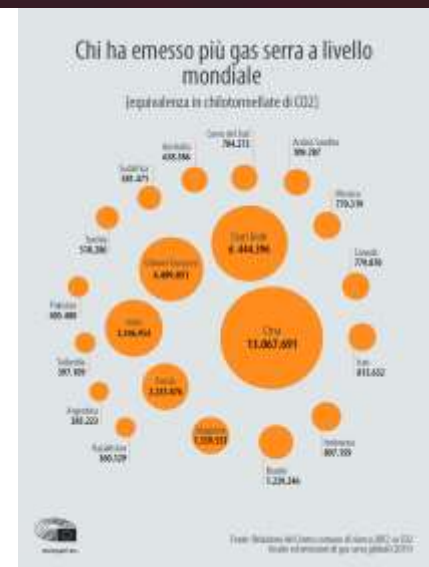
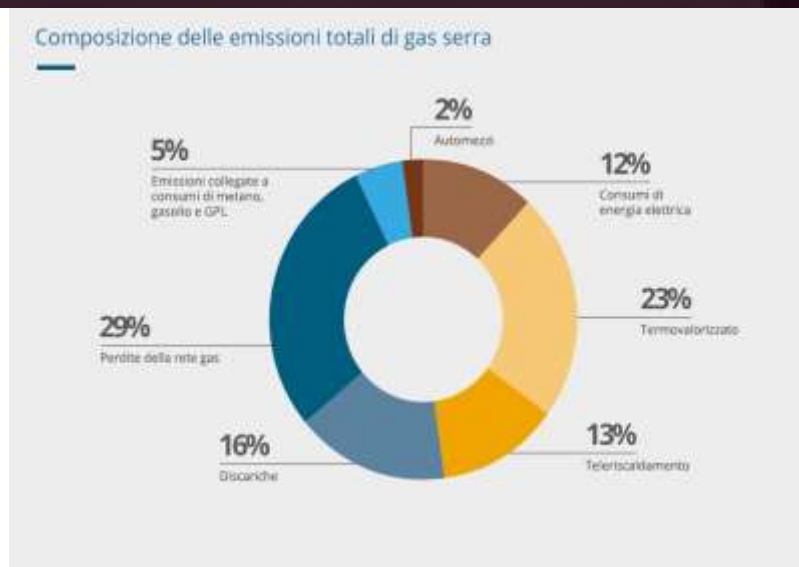
Ettari di terra pro capite  
Cina 2.3 ha/persona e cresce al ritmo di  
oltre il 4% all'anno

## ■ Popolazione sulla Terra:

- 1927 – 2B
- 1959 – 3B (1974, 1993)
- 1999 – 6 B (1999, 2029)
- 2040 – 9B

# Greenhouse gas emissions

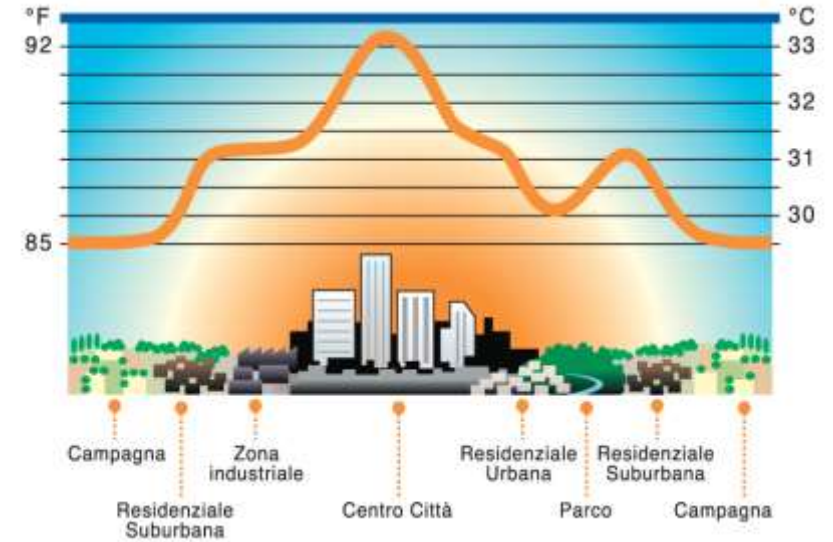
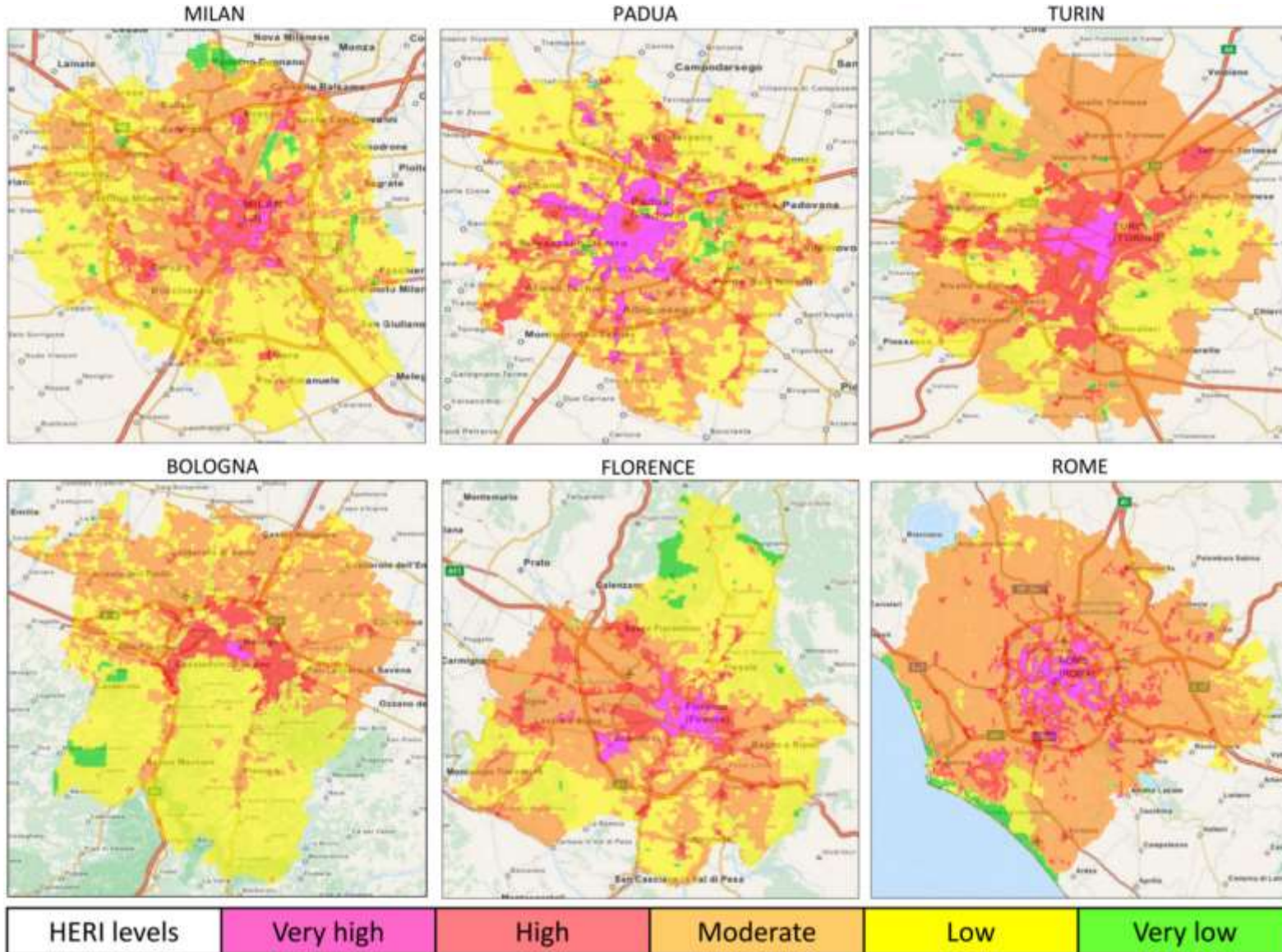
Approximately 60% of greenhouse gas emissions are produced in cities





# Heat islands

This phenomenon manifests itself as a temperature difference of around 6-7°C between urban and suburban areas.

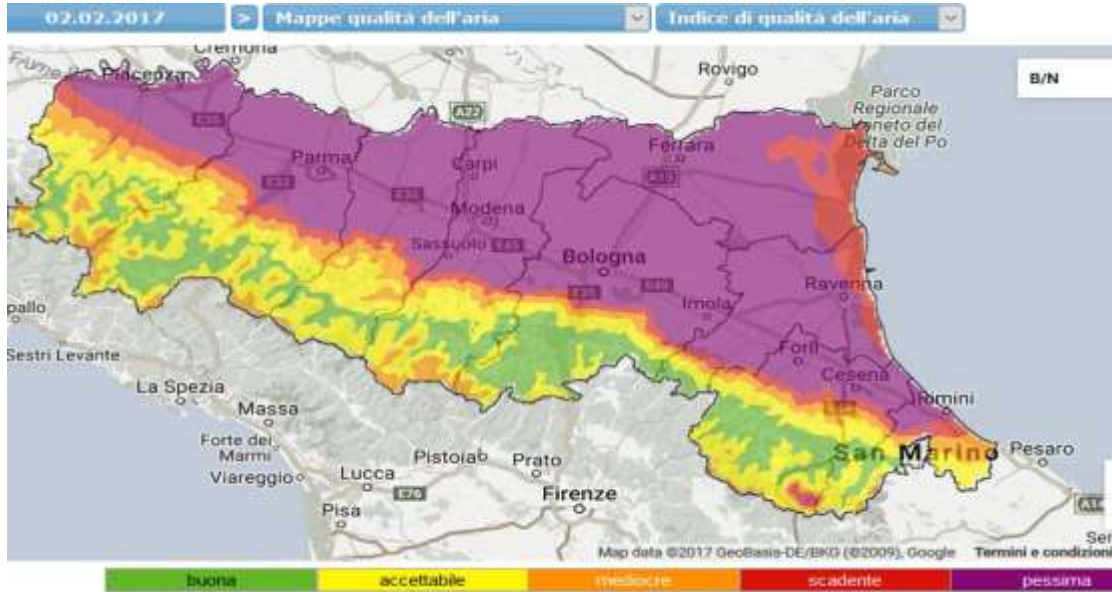


This phenomenon is referred to as **Urban Heat Island (UHI)** and occurs in conditions of clear skies and low winds.

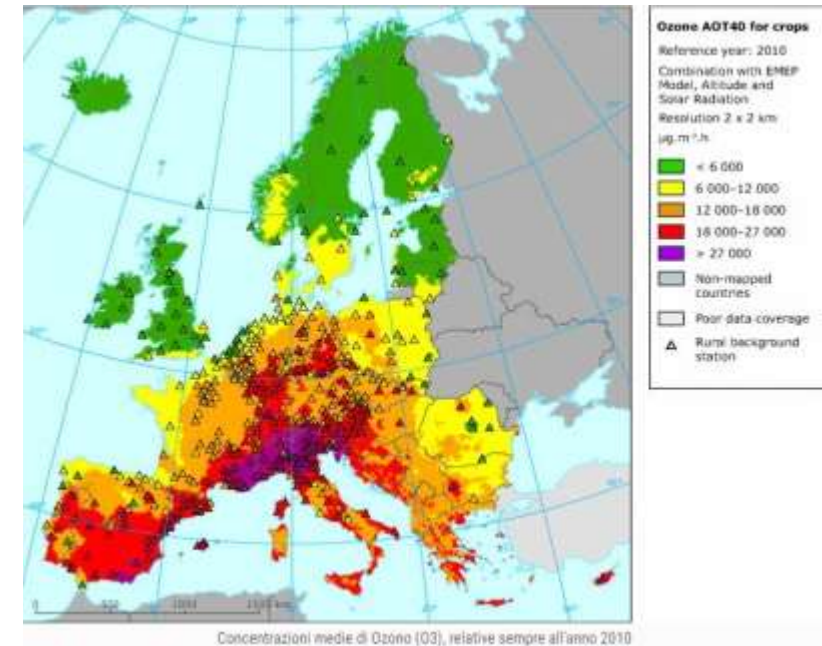
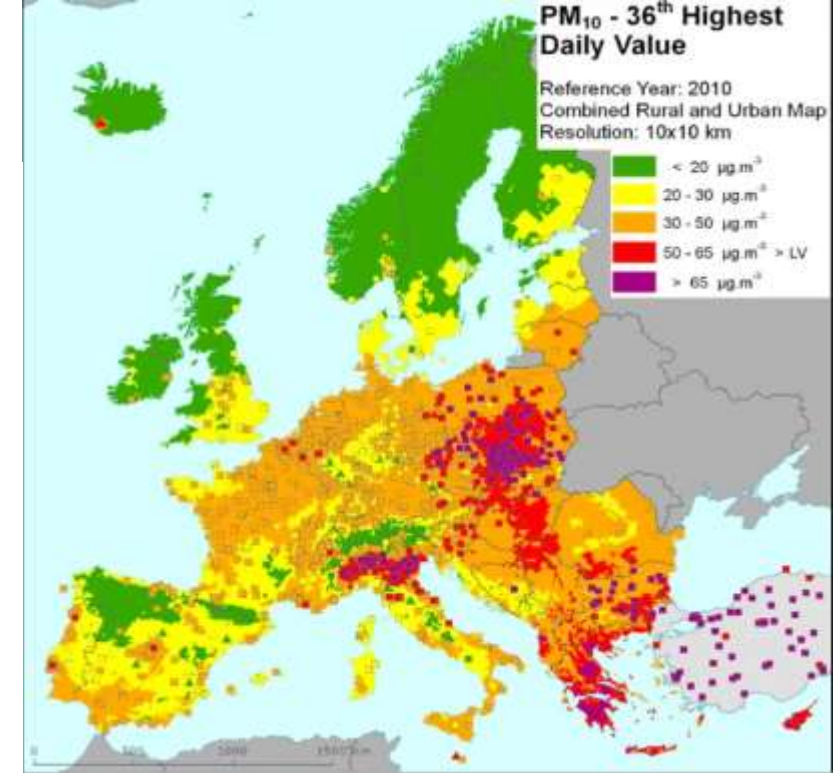


# Atmospheric pollution

PM 10 - PM 2,5 - Ozone



popolazione	BOLOGNA	FORLÌ-CESENA	FERRARA	MODENA	PIACENZA	PARMA	RAVENNA	REGGIO EMILIA	RIMINI
n. residenti	917.264	355.184	340.475	632.829	265.357	392.603	345.790	451.667	276.374
n. esposti	13.874	22.265	185.443	351.427	135.216	214.047	30.601	163.089	82.238
% esposti su residenti	1,5%	6,3%	54,5%	55,5%	51,3%	54,5%	8,8%	36,1%	29,8%



Source: ARPAE



To mitigate these critical issues we need to respect and preserve natural resources.

The aim of **environmental planning** and **design** is to ensure that any changes that need to be made are compatible with the characteristics of the environment.



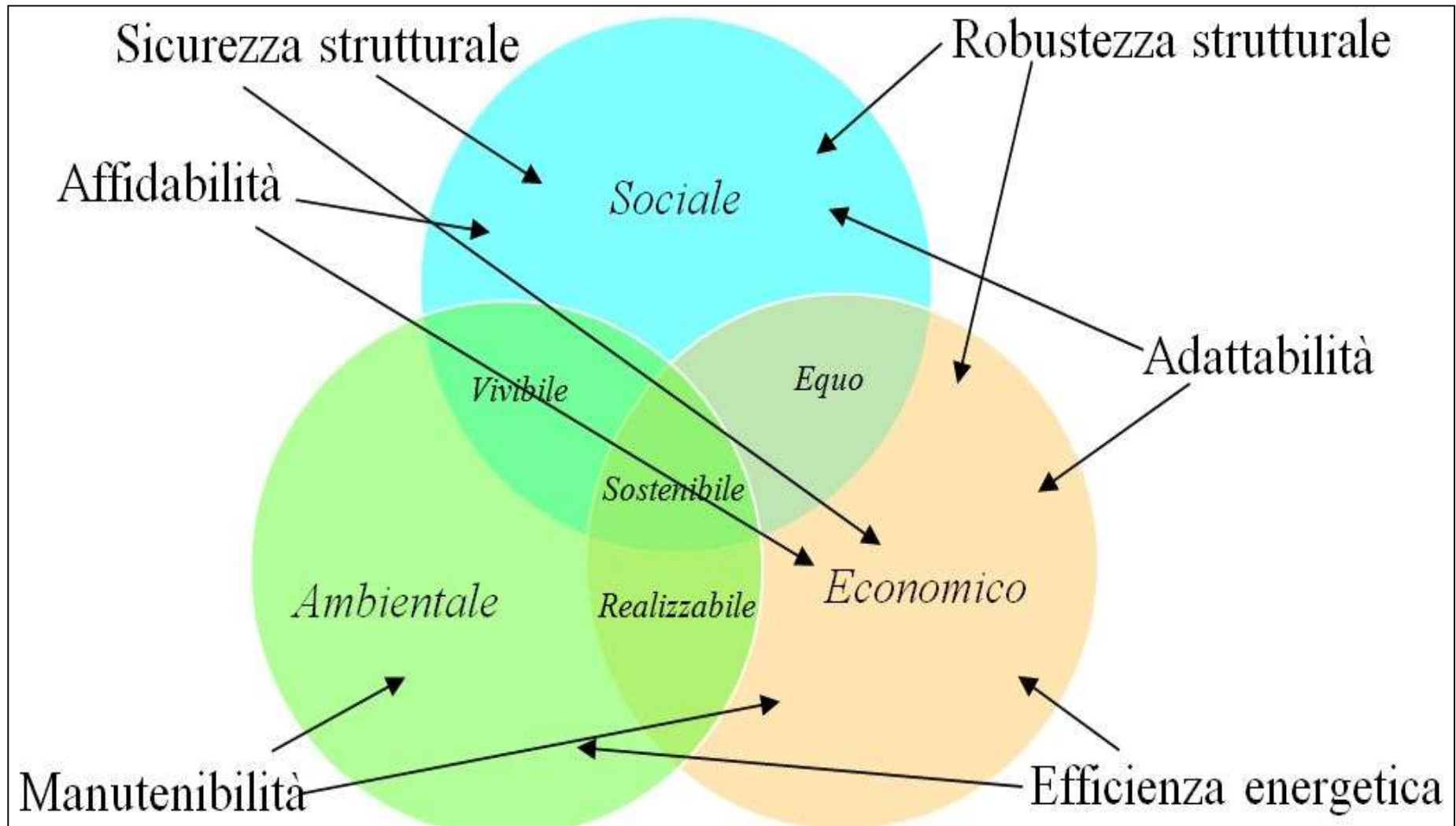


Urban quality also means the **quality of the ecosystem** and is closely connected with the vegetation. As far as possible, cities must adopt biomimetic behaviour in order to reduce human-generated impacts on the environment.



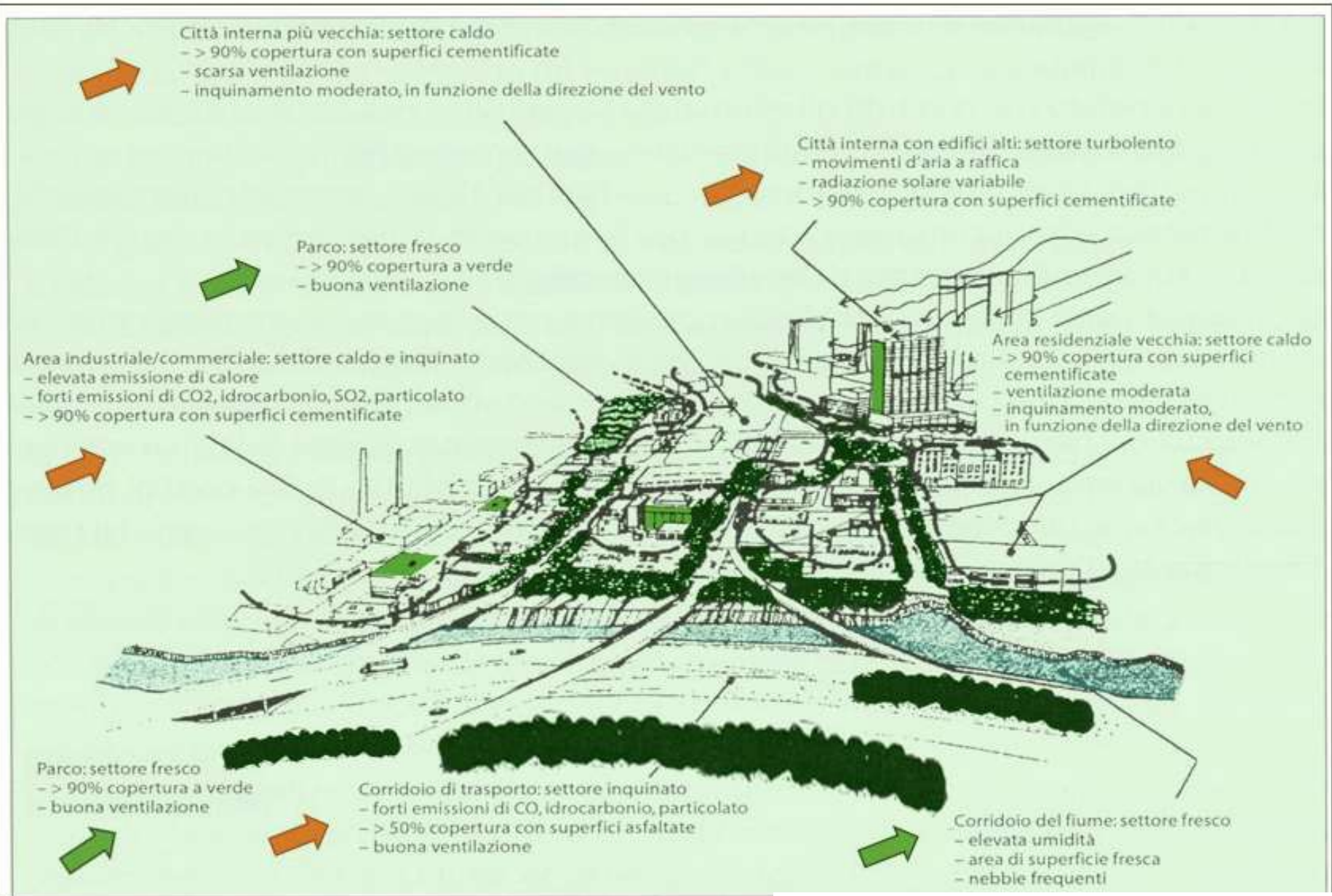


The presence of greenery is a key element in the **sustainability** of our cities.





# THE GREEN SYSTEM









# GREEN ROOFS



The standard **UNI 11235** is the only Italian standard in the field of green roofs.

It establishes the design, installation, control and maintenance criteria for continuous green roofs according to the specific climate, building type and intended use.

Tipo di inverdimento	Livello di manutenzione	Manodopera necessaria min/mq/anno	Irrigazione
Estensivo	Bassa	< 2	di Soccorso
Intensivo leggero	Media	$2 < X < 6$	Prevista
Intensivo	Alta	> 6	Prevista

## ENVIRONMENTAL BENEFITS

The main benefits are:

- Water cycle and water regulation (longer runoff times)
- Reduction of the heat island effect (lower surface temperature of roofs)
- Reduction in energy demand (cost savings)
- Reduction in sunlight reflection and albedo
- Pollutant capture
- Noise abatement
- Thermal comfort
- Usable spaces (e.g. roof gardens)





# GREEN ROOFS

## TECHNICAL DATA

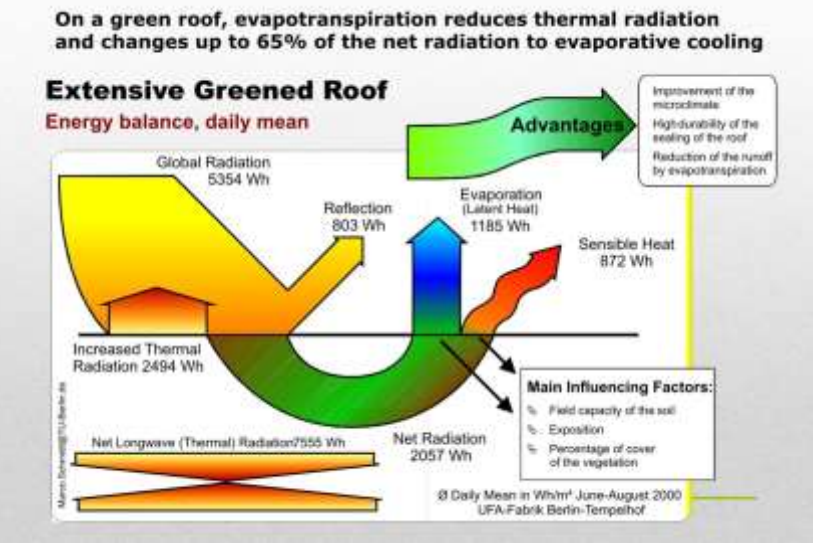
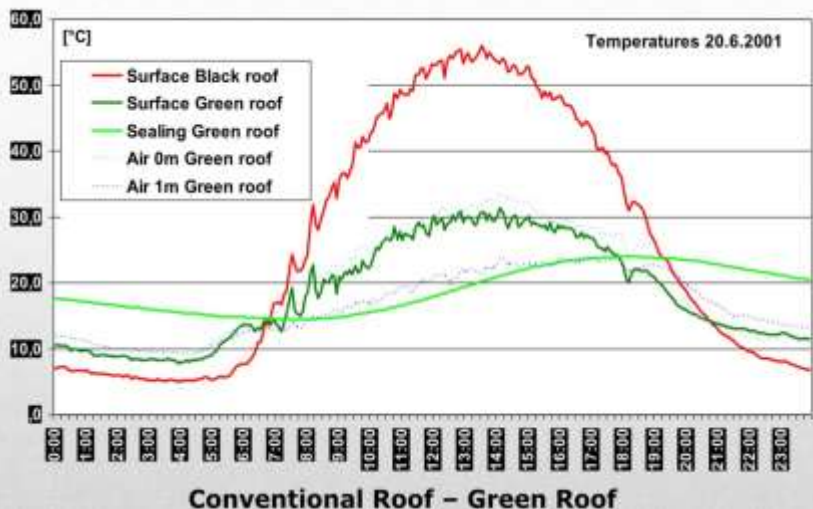
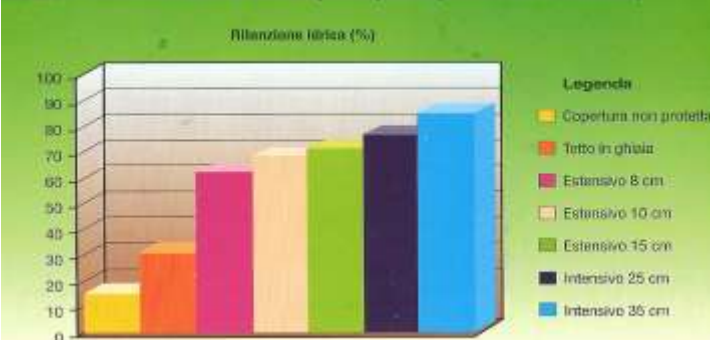
Tabella 1 - Esempio di calcolo di una stratificazione a verde pensile di 500 m<sup>2</sup> con uno spessore di substrato compattato di 25 cm e uno strato drenante in pannello preformato

Strato/elemento	Quantità (m <sup>2</sup> )	Peso unitario asciutto (kg/m <sup>2</sup> )	Peso totale asciutto (kg)	Peso unitario in max saturazione/accumulo idrico asciutto (kg/m <sup>2</sup> )	Peso totale in max saturazione/accumulo idrico asciutto (kg)
Strato di protezione	500	0,45	225,0	5,45	2.725,0
Elemento drenante in pannello preformato	500	3,0	1.500,0	11,0	5.500,0
Strato filtrante	500	0,2	100,0	0,40	200,0
Substrato di vegetazione spessore medio compattato	0,25 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	800 kg/m <sup>3</sup> = 225,0	112.500,0	1.350 kg/m <sup>3</sup> = 337,5	168.750,0
Tappeto erboso	500	-	-	5,0	2.500,0
Accessori e impianti	-	-	-	-	-
<b>Peso totale stratificazione</b>	<b>500</b>	<b>228,65</b>	<b>114.325,0</b>	<b>359,35</b>	<b>179.675,0</b>

Tabella 2 - Coefficienti di deflusso  $\psi$  per diverse tipologie di superficie

Tipo di superficie o copertura	Coefficiente di deflusso $\psi$
Tetti inclinazione > 3°	0,80 - 1,00
Tetti con inclinazione < 3°	0,80
Tetti con zavoratura in ghiaia	0,70
Superfici con piastre	0,70
Superfici di impianti sportivi con drenaggi	
• in materiali sintetici, tappeto verde sintetico	0,60
• in terra	0,40
• prato	0,30
Asfalto o piastre con fuga sigillata	0,85 - 0,90
Piastre o cubetti di porfido o altra pietra con fuga sigillata	0,75 - 0,85
Strade e piazzali con cubetti a fuga non sigillata	0,30 - 0,70
Strade e parcheggi con sottofondo in macadam	0,25 - 0,60
Strade e parcheggi con sottofondo in ghiaia	0,15 - 0,30
Superfici in terra (cortili)	0,10 - 0,20
Giardini, aree verdi e orti	0,00 - 0,10

Tabella 3 - Ritenzione idrica di diversi tipi di copertura (dati raccolti in Germania)



Tipo di inverdimento	Peso totale [kg/m <sup>2</sup> ]	Tipo di vegetazione	Peso della vegetazione [kg/m <sup>2</sup> ]	Spessore del substrato [cm]
Inverdimento estensivo	80 - 150	<i>Sedum</i>	10	8 - 15
		Erbacee perenni a ridotto sviluppo	10	
Inverdimento intensivo leggero	150 - 300	Grandi erbacee	15	15 - 25
		Arbusti di piccola taglia	20	
Inverdimento intensivo	150	Prato	5-10	25
	400	Arbusti di grande taglia e piccoli alberi	40	25 - 40
	> 600 (carichi concentrato)	Alberi di terza grandezza (altezza a completo sviluppo 4-10 metri)	tabella dendrometrica	> 60
	> 600 (carichi concentrato)	Alberi di seconda grandezza (altezza a completo sviluppo 10-16 metri)	tabella dendrometrica	> 60

Tab. 5.20 Carichi delle coperture a verde estensivo e intensivo.

Tipo di vegetazione	Spessore dello strato culturale [cm]							
	8	10	15	20	30	50	80	100
<i>Sedum</i>	■							
Erbacee perenni		■						
Grandi erbacee perenni e piccoli arbusti			■					
Tappeti erbosi				■				
Arbusti di piccola taglia					■			
Arbusti di grande taglia						■		
Alberi di terza grandezza							■	
Alberi di seconda grandezza								■
Alberi di prima grandezza								■

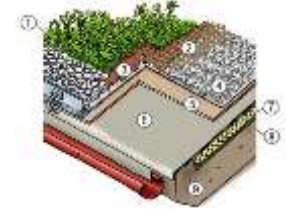
Tab. 5.22 Spessori minimi dello strato culturale.

# GREEN ROOFS

**Standard stratigraphy for extensive green roofs on flat roof surfaces**



**Standard stratigraphy for extensive green roofs on sloping roof surfaces**



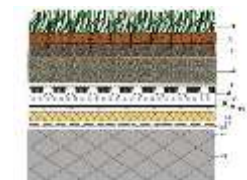
**Standard stratigraphy for light intensive green roofs**



**Standard stratigraphy for intensive green roof gardens**



**Standard stratigraphy for intensive vehicular green roofs**





# VERTICAL GREENING

**AIVEP** is working with **UNI** to promote the drafting of a **standard** for Vertical Greening.

The term “vertical greening” refers to the construction techniques and solutions used for covering building façades with vegetation. There are three different categories according to the type of construction techniques and plant cultivation methods adopted and their potential uses and benefits:

- **Green façade**
- **Green wall**
- **Vertical garden**



Studio Paolo Pignataro





# VERTICAL GREENING

## ENVIRONMENTAL BENEFITS

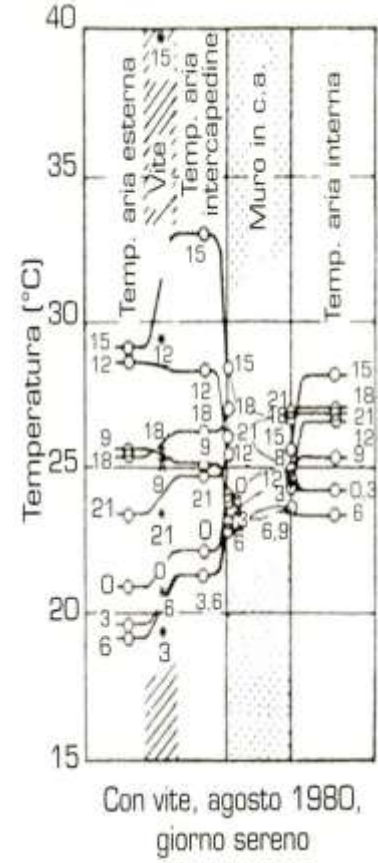
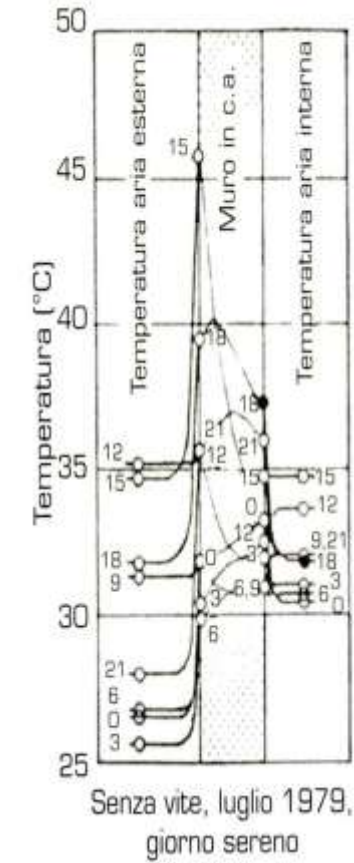
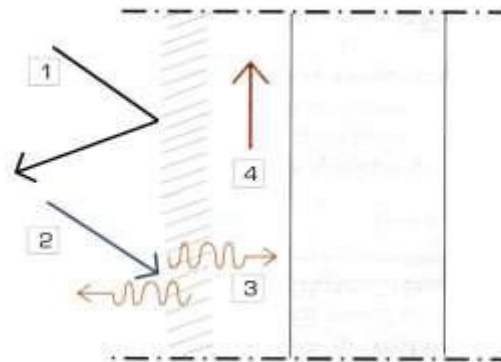
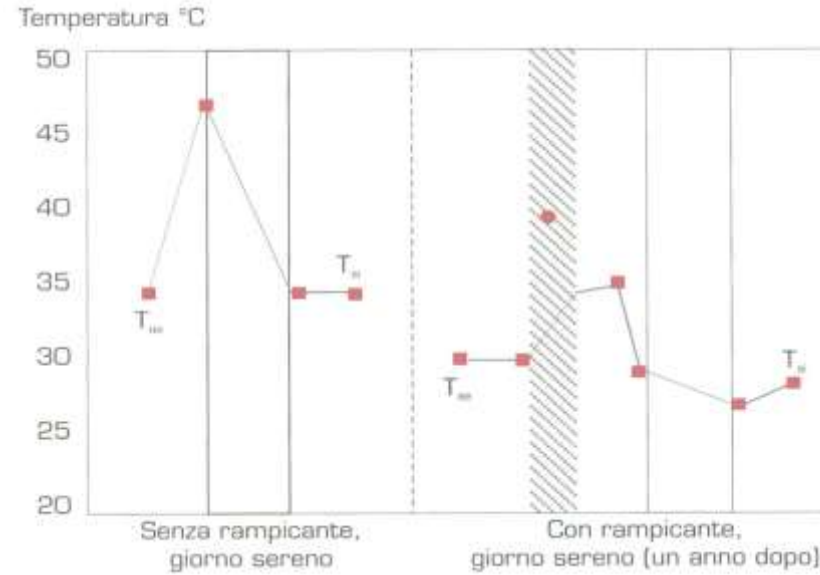
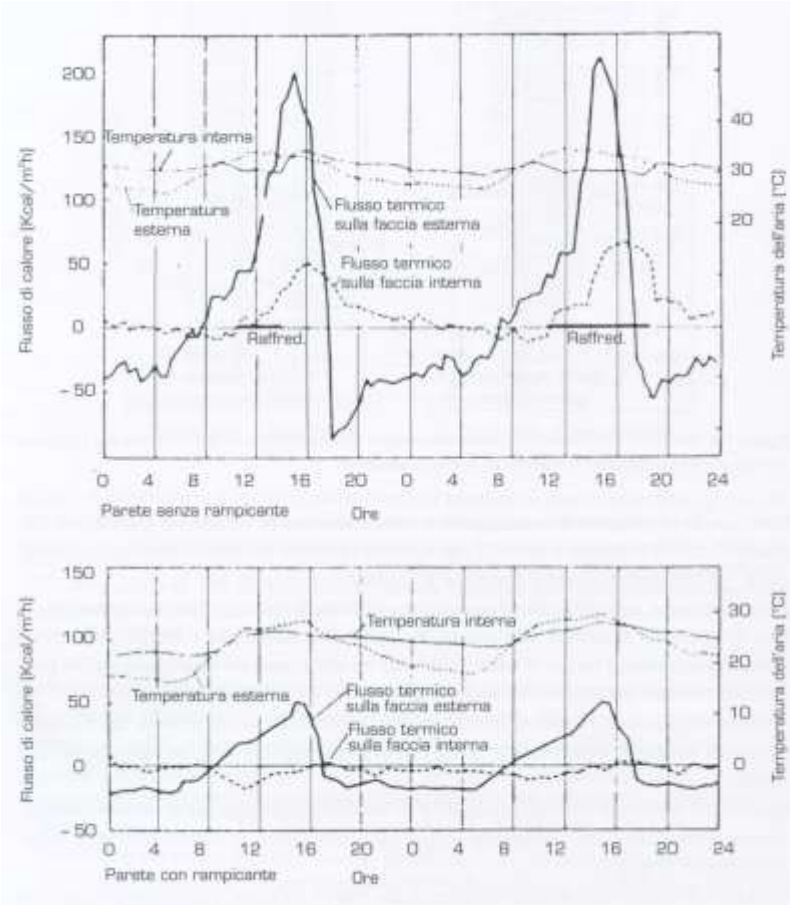
The main benefits are:

- Reduction in CO<sub>2</sub> emission
- Elimination of direct sunlight
- Mitigation of heat island effect
- Façade cooling
- Protection from ultraviolet radiation
- Protection from driving rain
- Thermal insulation (insulation/patent)





## TECHNICAL DATA



*Variazioni giornaliere dei flussi termici delle superfici interne ed esterne della parete, prima e dopo l'inverdimento.*

# VERTICAL GREENING

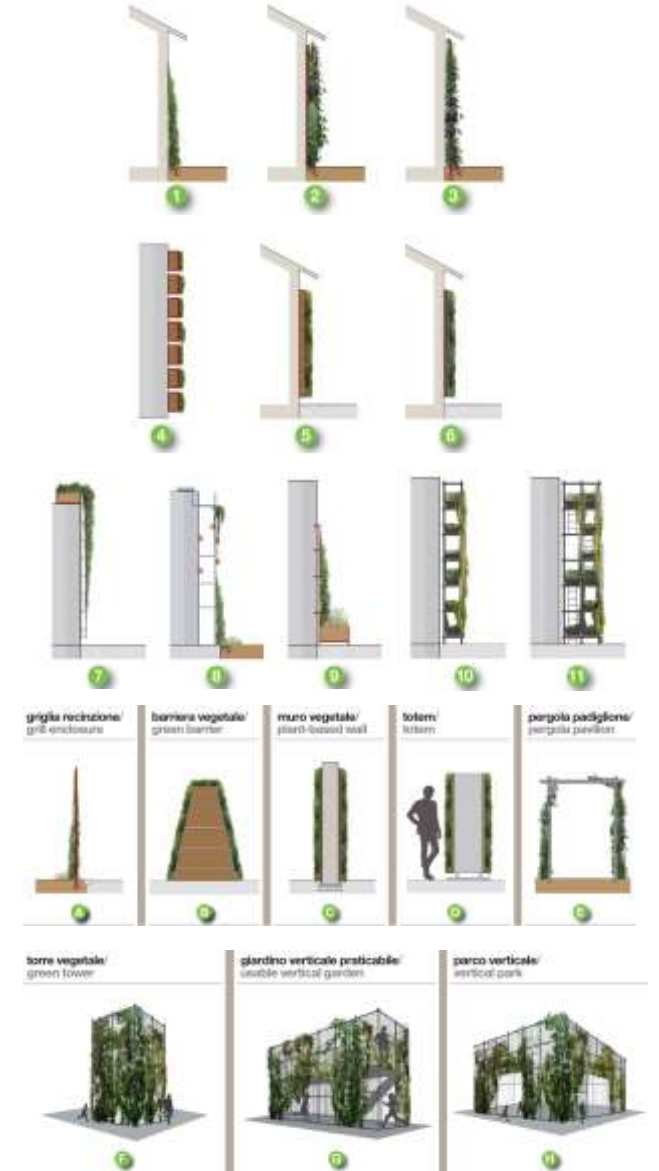
**Traditional systems for existing building façades (Green façades)**

**Systems extending continuously over vertical walls (Green walls)**

**Combined systems for existing building façades (Hybrid vertical gardens)**

**Vertical greening solutions with small self-supporting structures**

**Vertical greening solutions with large self-supporting structures**





# ECOLOGICAL-ENVIRONMENTAL INDEX

**The environmental index uses “ecological value” coefficients to certify the quality of building interventions in terms of soil permeability and the presence of greenery.**





Environmental indices are used:

- as a tool for environmental mitigation and compensation;
- to protect and improve the microclimate and health of the atmosphere;
- to control land and water use;
- to improve plant quality and increase biodiversity;
- to optimise living space for people;
- to improve the aesthetics and quality of individual buildings and/or the settlement as a whole.





# BUILDING IMPACT REDUCTION INDEX

## THE EXPERIENCE OF THE CITY OF BOLZANO

YEAR ENACTED: 2004 Building Regulations.

The “*Building Impact Reduction Procedure*” (R.I.E.) is compulsory for all building and urban transformation work affecting external surfaces.





# THE EXPERIENCE OF THE CITY OF BOLZANO

The aim is to ensure that projects improve the R.I.E. index compared to the existing situation and also exceed the predefined R.I.E. index for the specific area. Integrated application of stormwater management and recovery technologies, green roof technologies, landscape engineering technologies and traditional green techniques are considered useful tools where conditions allow. There is no provision for the use of façade greening.

$$RIE = \frac{\sum_{i=1}^n S_{Vi} \frac{1}{\Psi_i} + (Sea)}{\sum_{i=1}^n S_{Vi} + \sum_{j=1}^m S_{ij} \Psi_j}$$

RIE = Building impact reduction index

S<sub>Vi</sub> = i-th greened permeable, impermeable or sealed surface

S<sub>ij</sub> = j-th non-greened permeable, impermeable or sealed surface

ψ<sub>i</sub> = i-th runoff coefficient

Sea = Equivalent surface area of trees

## SURFACE CATEGORY

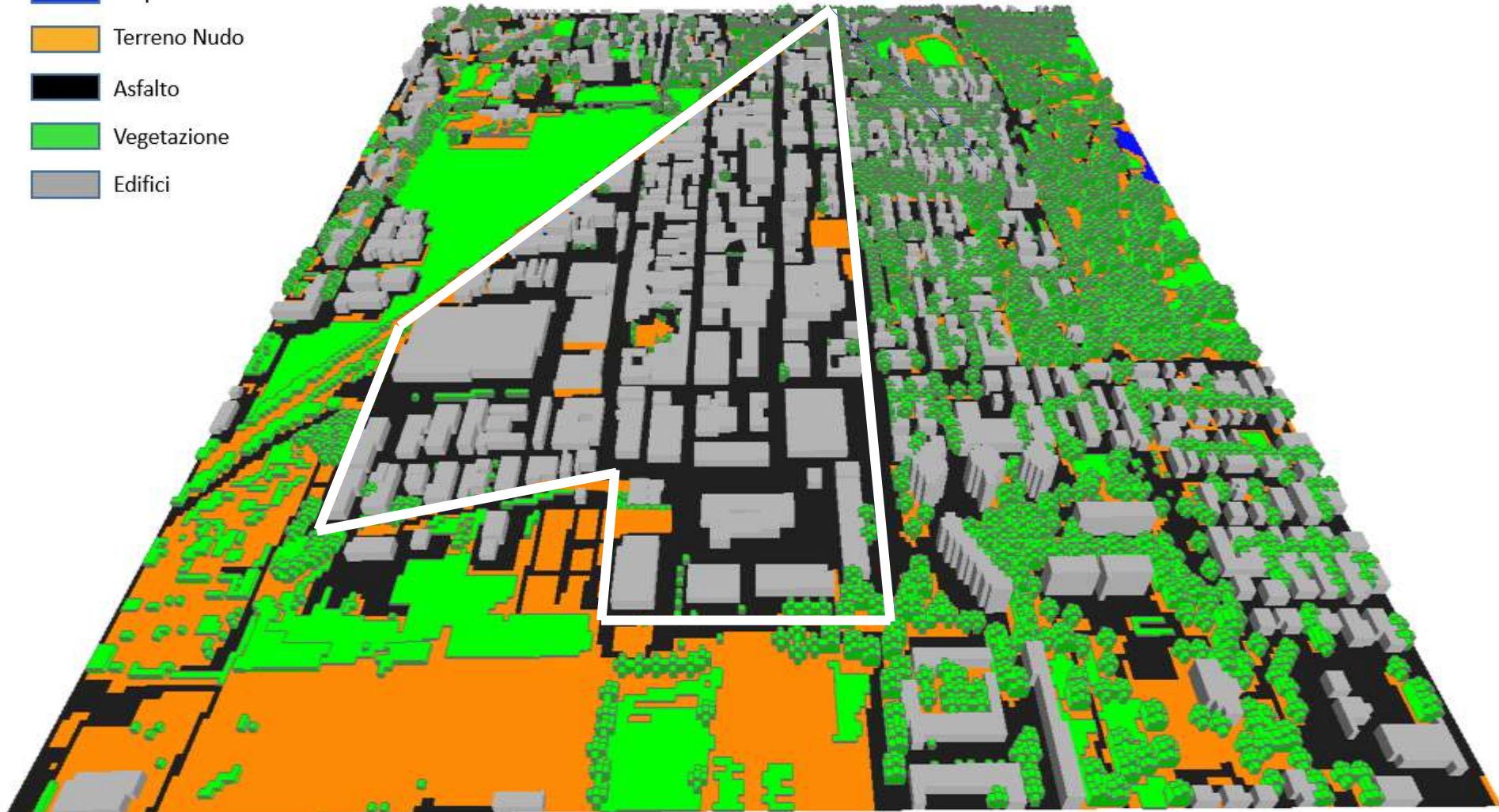
Category	Description	Greened Surface	Runoff Coefficient	RIE Index
N8	Copertura a verde pensile con spessore totale del substrato medio 40 e 50 cm Fino ad un'irradiazione di 12°	Realizzato secondo normativa di riferimento UNI 11339:2007 "Normativa per la progettazione, l'esecuzione, la gestione e la manutenzione di tetti verdi a verde"	0,45	0,45
		Realizzato secondo normativa di riferimento UNI 11339:2007 "Normativa per la progettazione, l'esecuzione, la gestione e la manutenzione di tetti verdi a verde"	0,35	0,35
N9	Copertura a verde pensile con spessore totale del substrato medio 10 e 20 cm Fino ad un'irradiazione di 12°	Realizzato secondo normativa di riferimento UNI 11339:2007 "Normativa per la progettazione, l'esecuzione, la gestione e la manutenzione di tetti verdi a verde"	0,35	0,35
		Realizzato secondo normativa di riferimento UNI 11339:2007 "Normativa per la progettazione, l'esecuzione, la gestione e la manutenzione di tetti verdi a verde"	0,25	0,25
N10	Copertura a verde pensile con spessore totale del substrato medio 20 e 40 e 50 cm Fino ad un'irradiazione di 12°	Realizzato secondo normativa di riferimento UNI 11339:2007 "Normativa per la progettazione, l'esecuzione, la gestione e la manutenzione di tetti verdi a verde"	0,25	0,25
		Realizzato secondo normativa di riferimento UNI 11339:2007 "Normativa per la progettazione, l'esecuzione, la gestione e la manutenzione di tetti verdi a verde"	0,20	0,20
N11	Copertura a verde pensile con spessore totale del substrato medio 30 e 40 e 50 cm Fino ad un'irradiazione di 12°	Realizzato secondo normativa di riferimento UNI 11339:2007 "Normativa per la progettazione, l'esecuzione, la gestione e la manutenzione di tetti verdi a verde"	0,20	0,20
		Realizzato secondo normativa di riferimento UNI 11339:2007 "Normativa per la progettazione, l'esecuzione, la gestione e la manutenzione di tetti verdi a verde"	0,20	0,20







- Acqua
- Terreno Nudo
- Asfalto
- Vegetazione
- Edifici

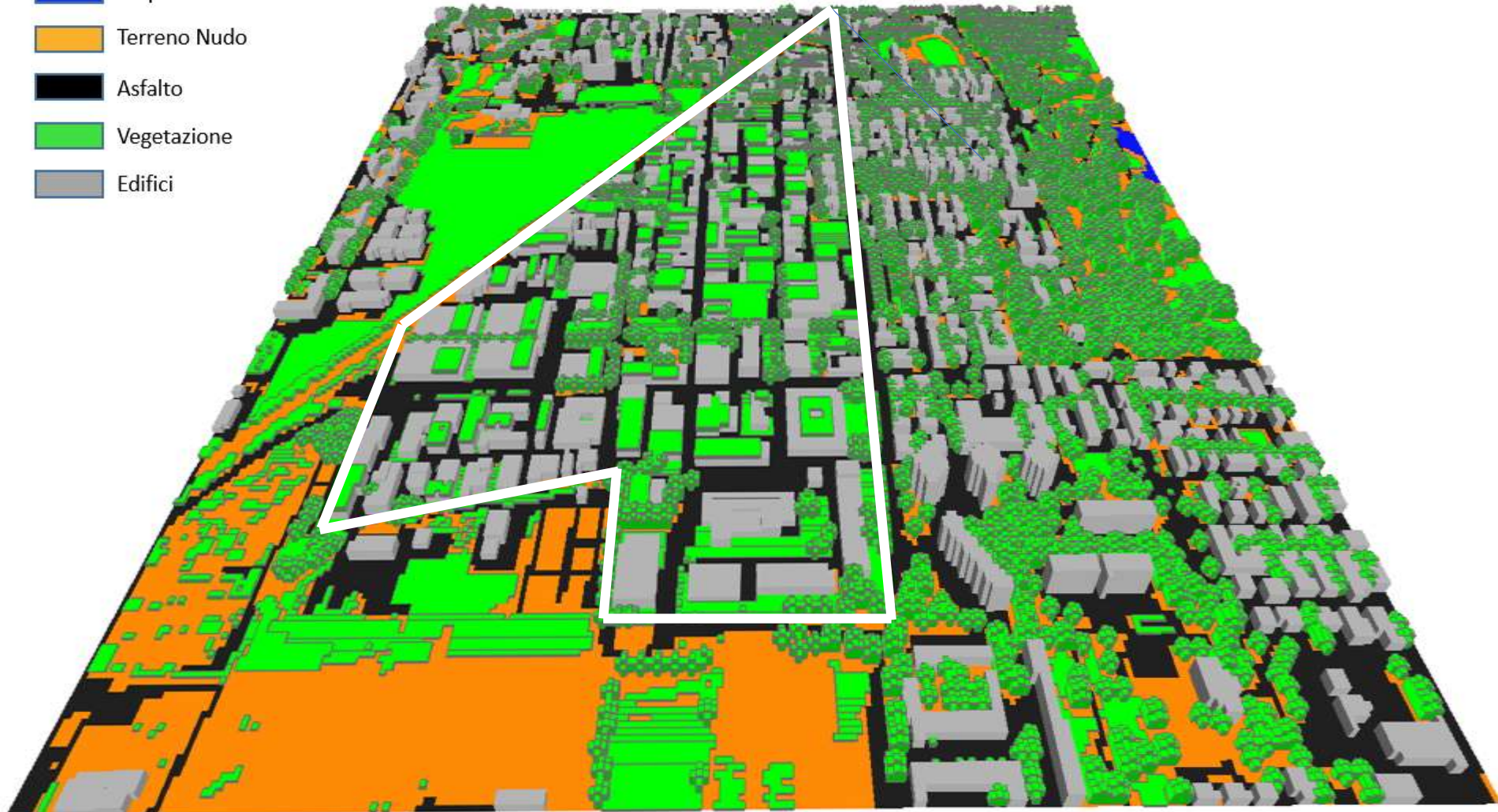


Orografia e uso del suolo inserita nel modello Envi-met – Stato di fatto

(Source: Project Dott. Agr. A. Di Paolo – Data Analysis Dott.ssa N. Nardino CNR-IBE BO)

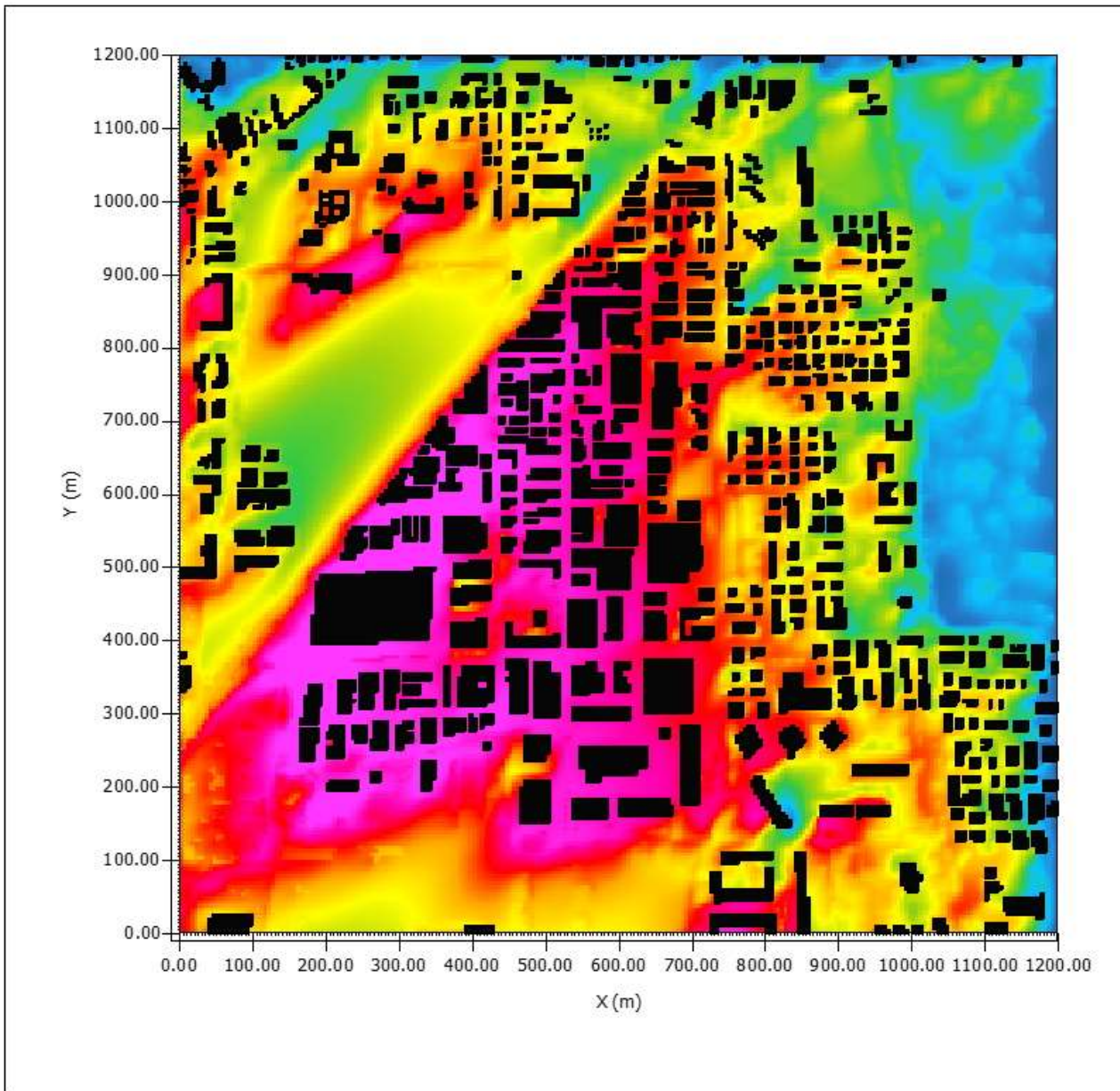


- Acqua
- Terreno Nudo
- Asfalto
- Vegetazione
- Edifici



Orografia e uso del suolo inserita nel modello Envi-met - Progetto

(Source: Project Dott. Agr. A. Di Paolo – Data Analysis Dott.ssa N. Nardino CNR-IBE BO)

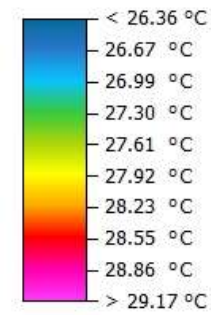


Artigiano 02:00:01 04.08.2017

x/y Cut at k=4 (z=1.8000 m)



**Air Temperature**

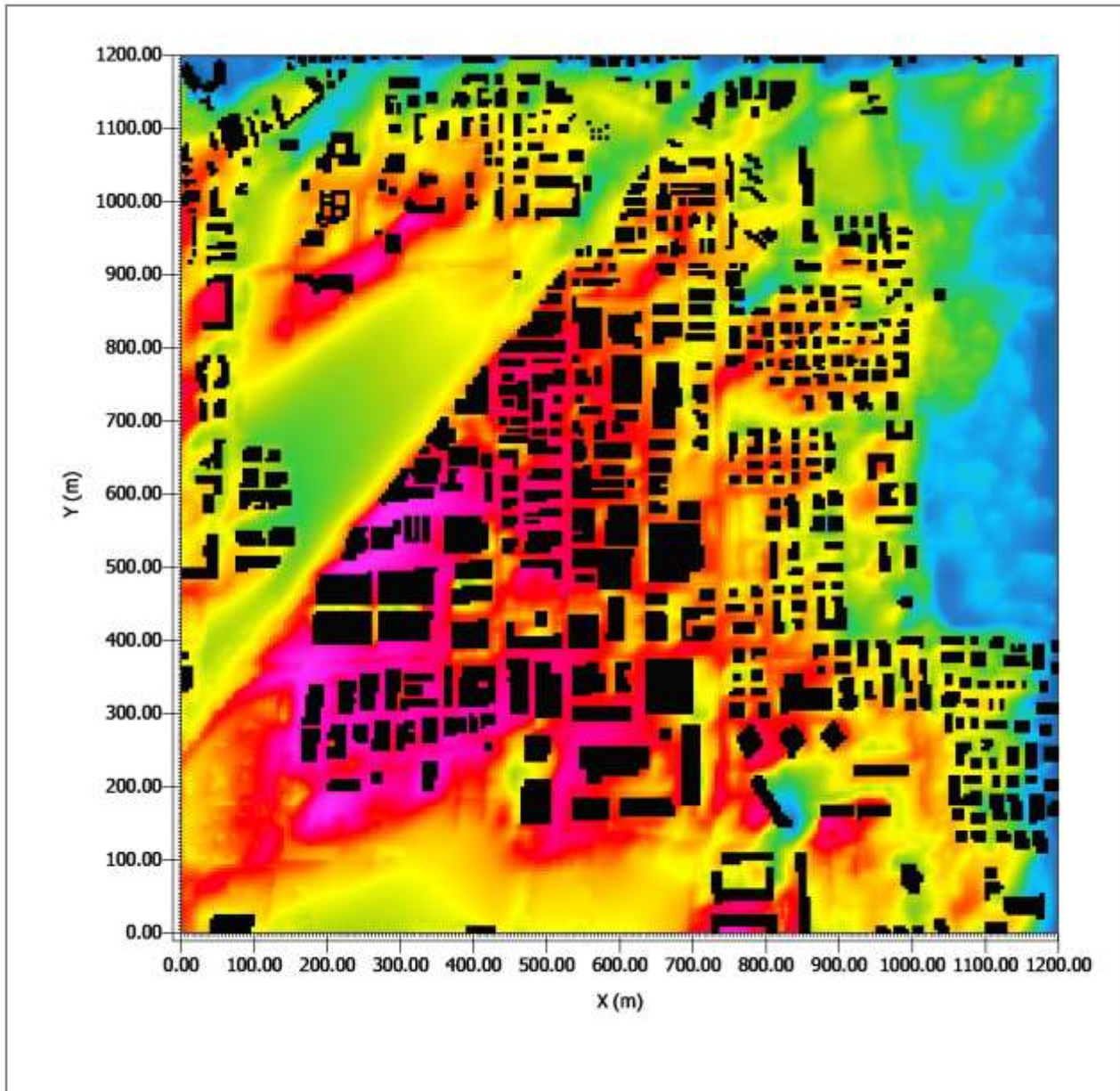


Min: 26.36 °C  
Max: 29.48 °C



Source : A. Di Paolo - M. Nardino CNR IBE BO



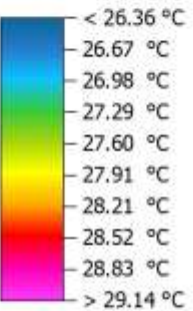


Artigiano 02.00.01 04.08.2017

x/y Cut at k=4 (z=1.8000 m)



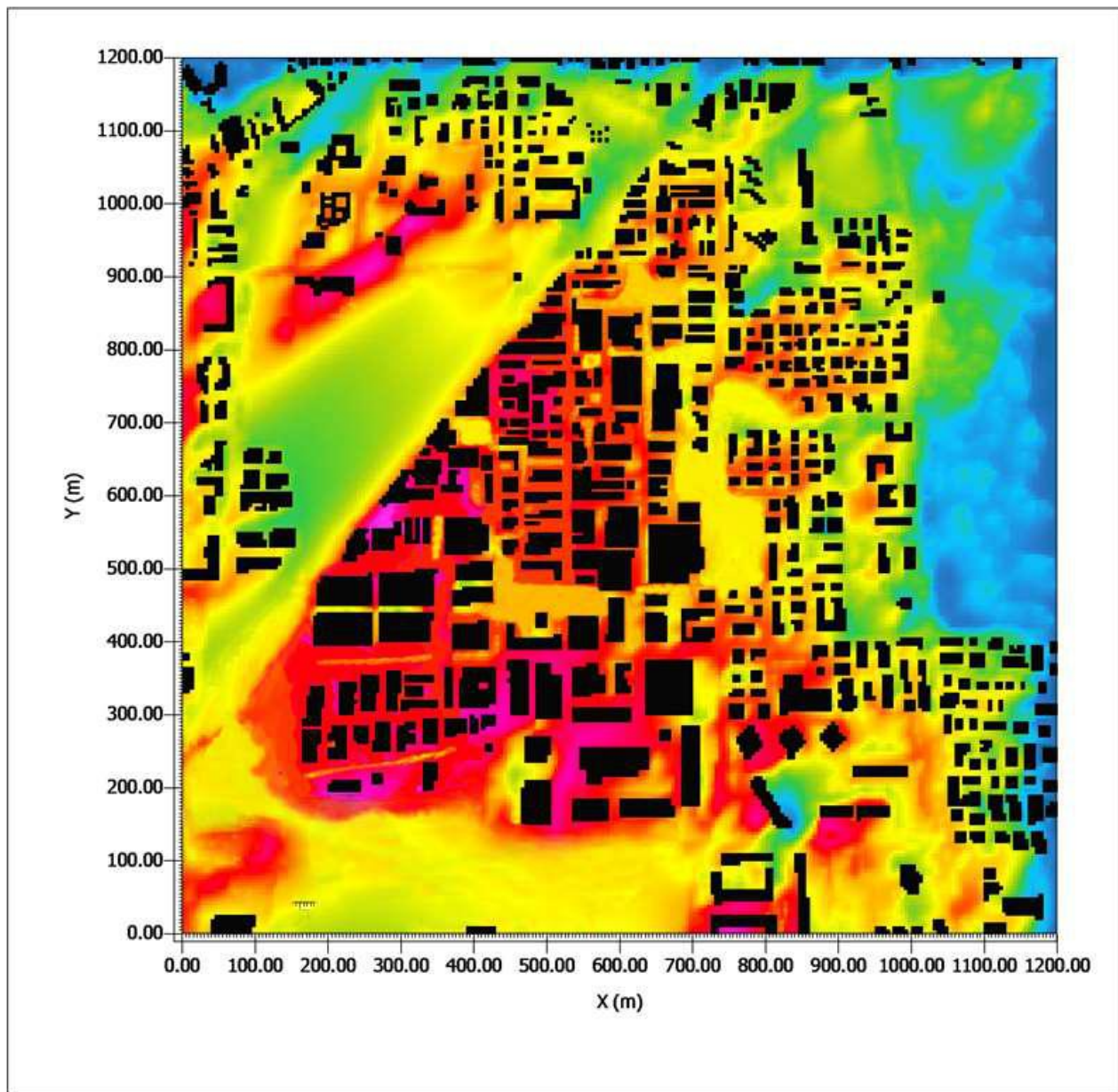
**Air Temperature**



Min: 26.26 °C  
Max: 29.12 °C



Source : A. Di Paolo - M. Nardino CNR IBE BO

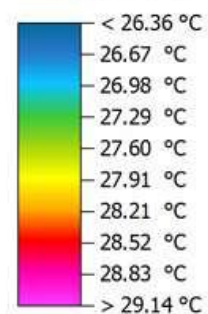


Artigiano 02.00.01 04.08.2017

x/y Cut at k=4 (z=1.8000 m)



**Air Temperature**

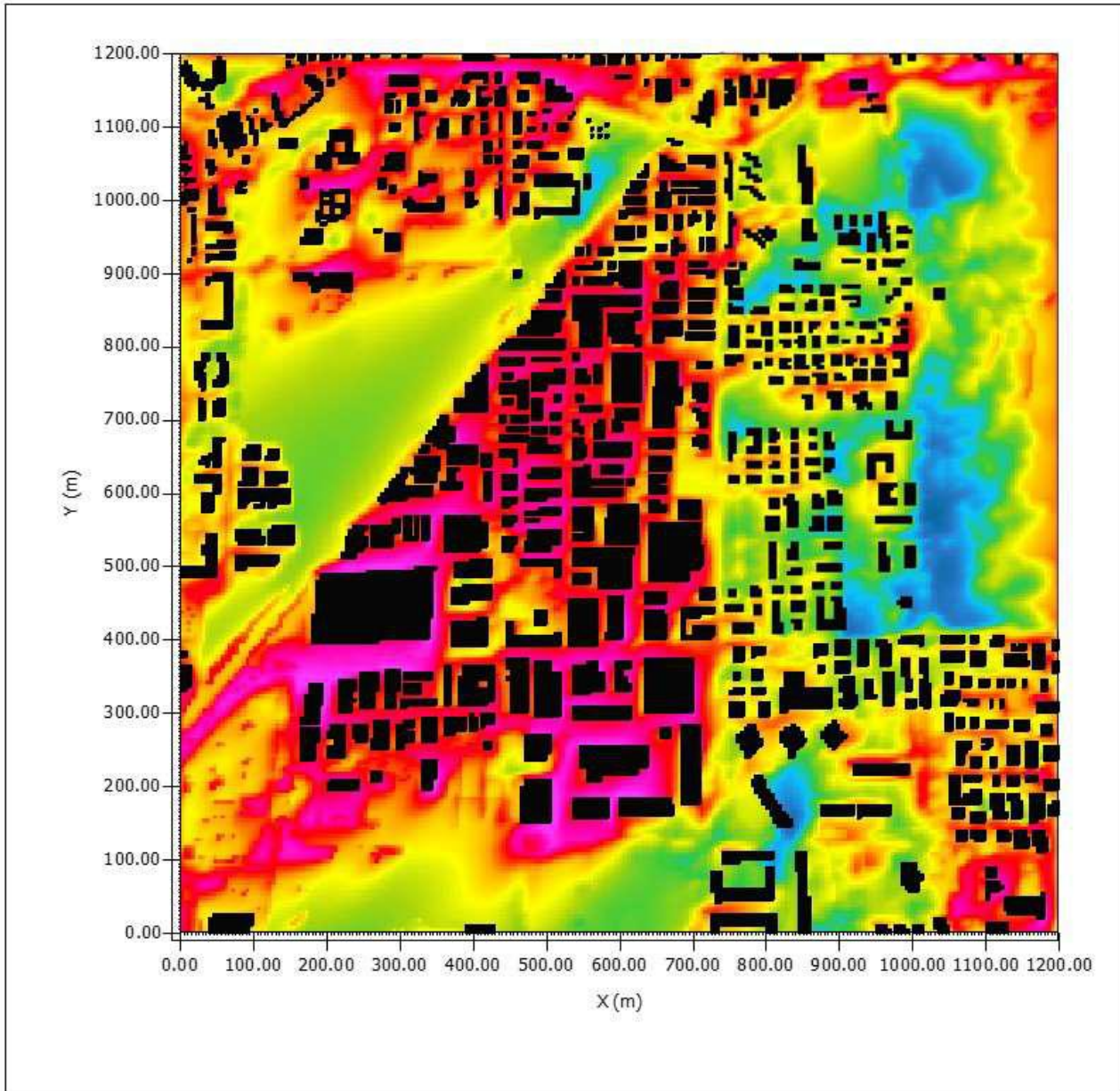


Min: 26.26 °C  
Max: 29.12 °C



Source : A. Di Paolo - M. Nardino CNR IBE BO



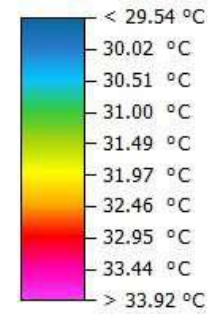


Artigiano 03.08.2017

x/y Cut at k=4 (z=1.8000 m)



**Air Temperature**

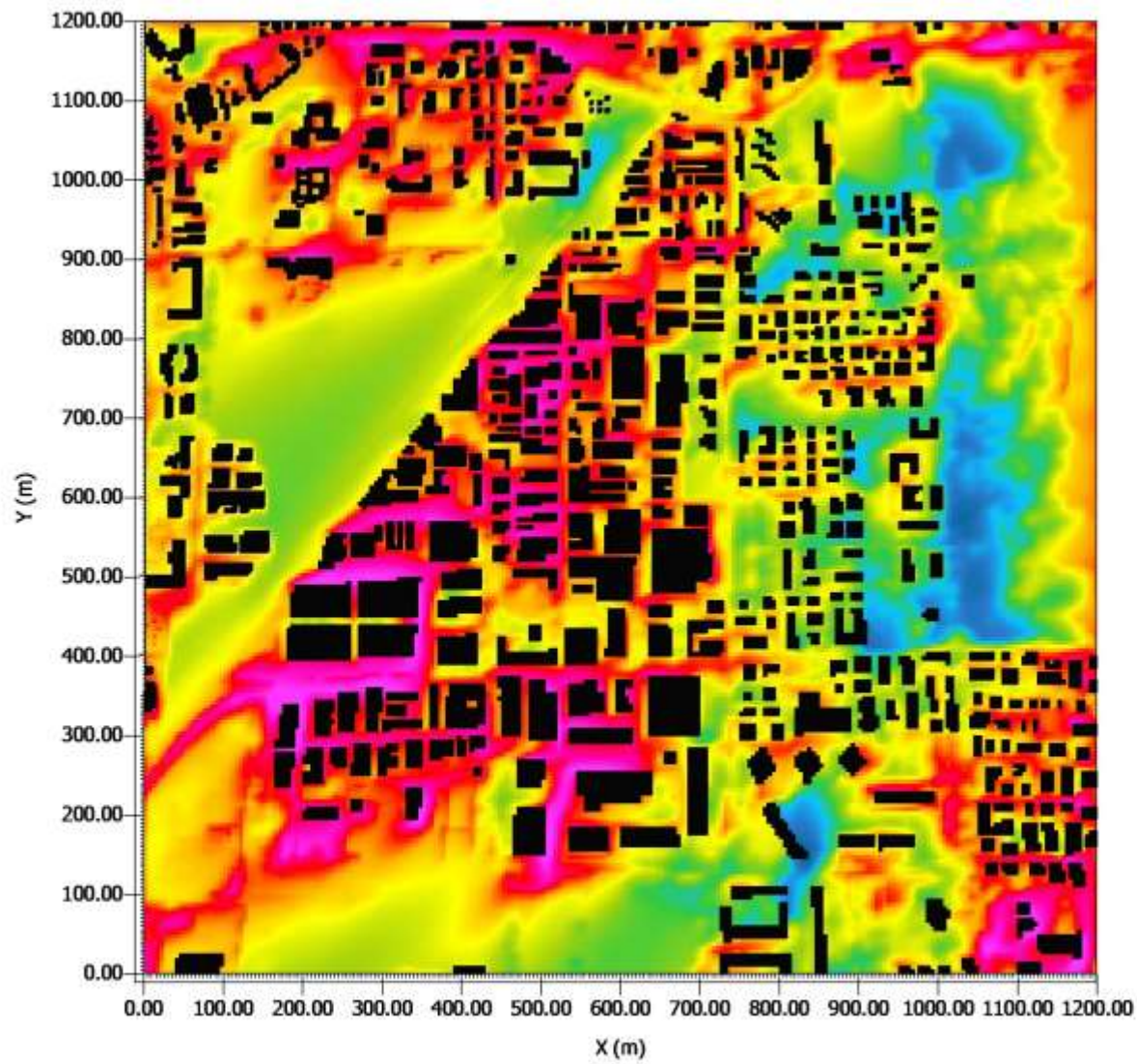


Min: 29.54 °C

Max: 34.41 °C



Source : A. Di Paolo - M. Nardino CNR IBE BO

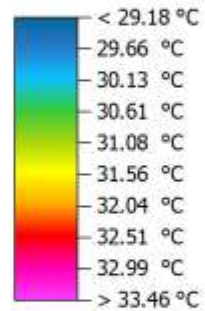


Artigiano PROGETTO 09.00.01  
03.08.2017

x/y Cut at k=4 (z=1.8000 m)



*Air Temperature*

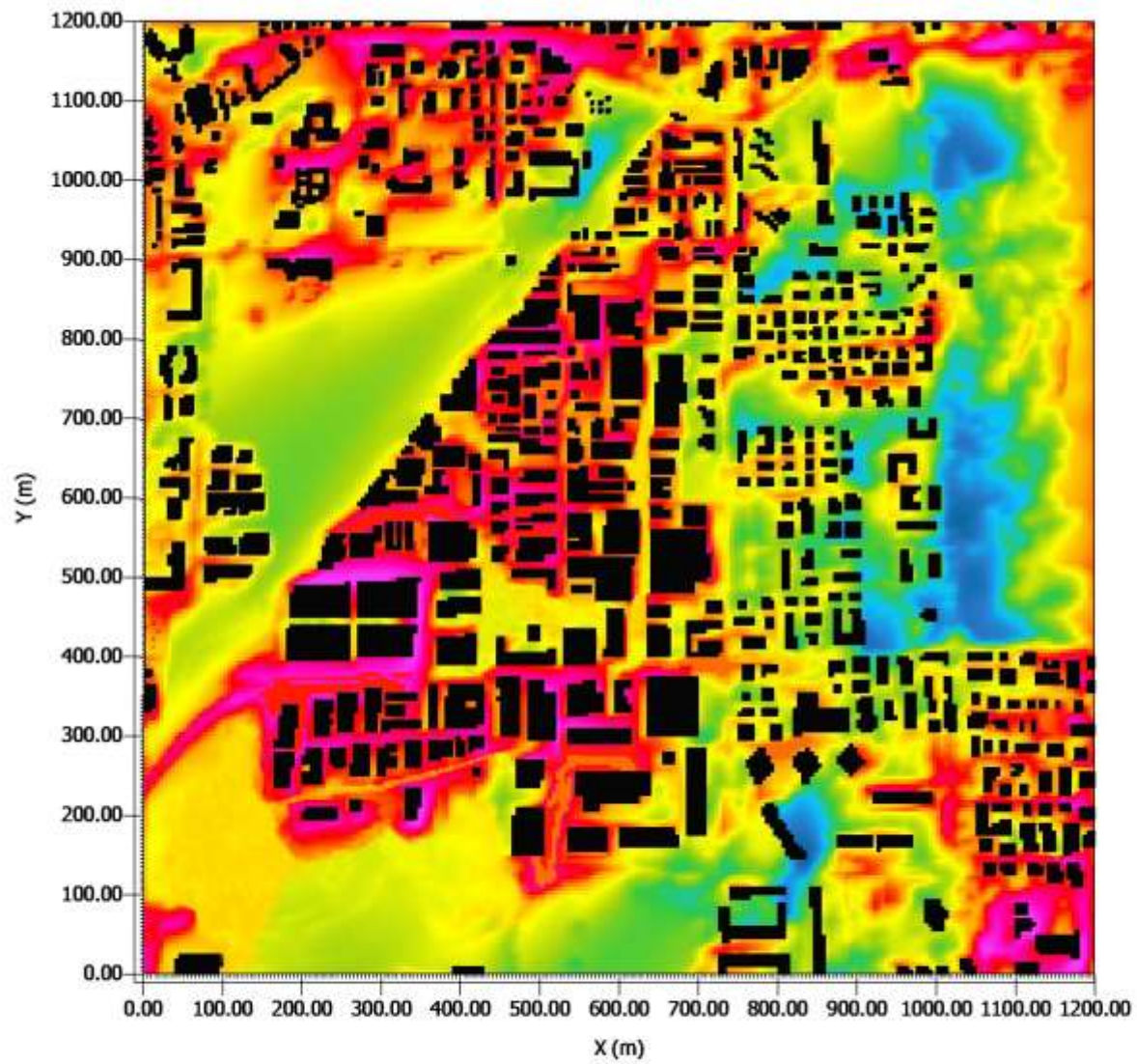


Min: 29.18 °C  
Max: 33.94 °C



Source : A. Di Paolo - M. Nardino CNR IBE BO



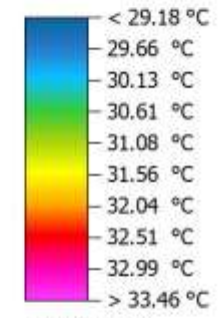


Artigiano PROGETTO 09.00.01  
03.08.2017

x/y Cut at k=4 (z=1.8000 m)



*Air Temperature*



Min: 29.18 °C  
Max: 33.14 °C

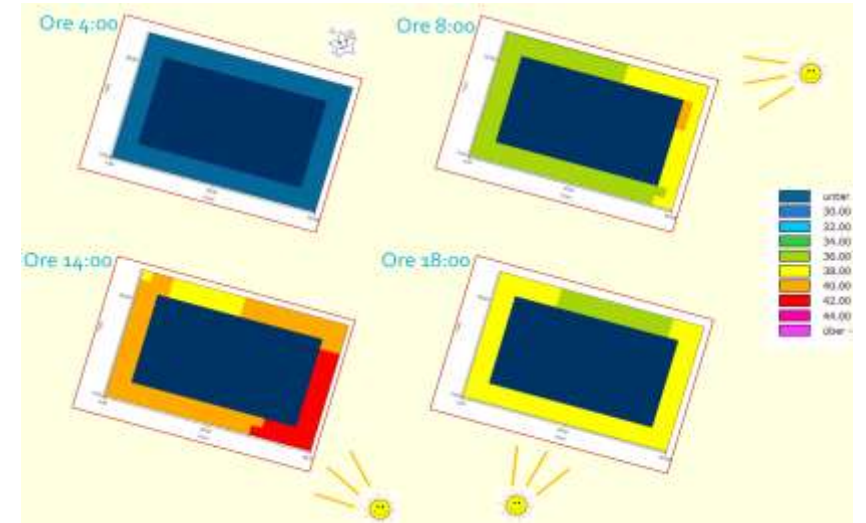


Source : A. Di Paolo - M. Nardino CNR IBE BO

The results were as follows:

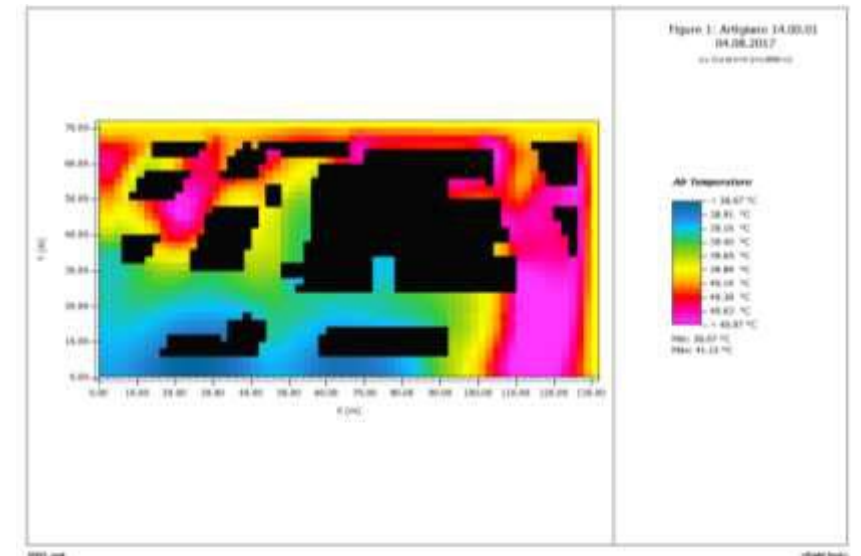
- **Ground-level green surfaces** (grass, shrubs, trees) are more effective than green roofs at reducing potential summer temperatures at street level due to the presence of **trees**. Traditional greenery therefore mitigates summer temperatures and improves outdoor thermal comfort.

Source: ARPAE



- **Green roofs** are more effective at reducing the cooling load of buildings. This is an important aspect because in very dense urban areas where it is not possible to create green spaces due to lack of space, the presence of green roofs has a positive effect on summer temperatures and therefore on thermal comfort.

Source: CNR-IBE BO





## ENVIRONMENTAL BENEFIT ASSESSMENT

ALBERATURE presenti (S.d.F.)	Quantità	Unità di misura
Alberi a maturità	60	n
CO <sub>2</sub> stoccata	77.172	kg
CO <sub>2</sub> assimilata	10.288	kg/y
O <sub>3</sub> abbattuto	8,56	kg/y
NO <sub>2</sub> abbattuto	8,56	kg/y
SO <sub>2</sub> abbattuto	9,66	kg/y
PM <sub>10</sub> abbattute	9,6	kg/y

ALBERATURE da Progetto	Quantità	Unità di misura
Alberi a maturità	500	n
CO <sub>2</sub> stoccata	776.500	kg
CO <sub>2</sub> assimilata	89.100	kg/y
O <sub>3</sub> abbattuto	75,5	kg/y
NO <sub>2</sub> abbattuto	75,5	kg/y
SO <sub>2</sub> abbattuto	72	kg/y
PM <sub>10</sub> abbattute	66	kg/y





# SCHEDA TECNICA

Inserimento paesaggistico e opere a verde

**Progetto:** Novi Sad-Novi Ark inserimento paesaggistico e opere a verde

**Luogo:** Modena

**Progettisti del paesaggio:** Rita Bega, Andrea Di Paolo (dottori agronomi)

**Committente:** Concedente Comune di Modena, Concessionario Modena Parcheggi S.p.a.

**Cronologia:** inizio lavori, 2010; fine lavori, 2012

**Dati dimensionali:** Parco pubblico Novi Sad 50.000mq, area verde pensile e Novi Ark 30.000mq, parcheggio interrato 1.750 posti

**Impresa esecutrice opere a verde:** Cav. Emilio Giovetti S.r.l. e Fea S.r.l.

**Costo dell'opera:** 2 milioni di euro

**Materiale vegetale:**

**ALBERI:** *Acer campestre*, *Acer platanoides*, *Carpinus betulus*, *Celtis australis*, *Fraxinus excelsior*, *Malus "Floribunda"*, *Pyrus chaleriana*, *Prunus avium "Plena"*, *Quercus robur*, *Tilia platyphillus*.

**ARBUSTI:** n. 4.000: *Buxus sempervirens*, *Calyca-thus precox*, *Corylus avellana*, *Osmanthus x fortunei*, *Philadelphus coronarius*, *Punica granatum*, *Rosa gallica*, *Rosmarinum officinalis*, *Quercus ilex*, *Syringia vulgaris*, *Viburnum opulus*, *Viburnum finus*.

**PICCOLI ARBUSTI ED ERBACEE PERENNI:** n. 9.000: *Berberis buxifolia*, *Berberis candidula*, *Berberis x stenohilla*, *Buxus sempervirens*

"Pumila", *Kniphofia uvaria*, *Hemerocallis*, *Hypericum calycinum*, *Hypericum "Hidcote"*, *Iris germanica*, *Lavandula angustifolia*, *Pennisetum alopecuroides*, *Pennisetum orientale*, *Potentilla fruticosa*, *Spirea thumbergii*, *Spiera x bilardii*.

**PRATO FIORITO:** 2.000mq

**PRATO:** 42.000mq

**Numero alberi inseriti nel progetto:** 130.



*Berberis candidula* *Lonicera nitida*



*Cotonaster dammeli*



*Juniperus pfitzeriana*



**PIANTE AROMATICHE**

*Hypericum hidcote* *Rosmarinus officinalis* *Lavandula angustifolia*



# SCHEDA TECNICA

Progetto generale

**Progetto:** parcheggio interrato, area verde e parco archeologico Novi Sad-Novi Ark.

**Luogo:** Modena

**Progetto parcheggio:** Progetto generale, architettonico e impianti: Ingg. A. e M. Roli Associati

**Progetto strutturale:** Politecnica Ingg. A. Luccarelli, P. Lorenzetti

**Progetto valorizzazione archeologica del parco:** Progettazione: G. Cerfogli, Ingg. A. e M. Roli Associati/Valorizzazione archeologica:

dott.ssa Ilaria Pulini, Dott.ssa Silvia Pellegrini, dott. Lonato Labate/Inserimento paesaggistico e opere a verde: Rita Bega, Andrea Di Paolo (dottori agronomi)/Aspetti illuminotecnici: P.L.M. Greco/ Restituzione grafica: S. Crivelli, M. Pirronello (architetti)

**Direzione tecnica:** Direttore dei lavori: Ing. M. Cuoghi/Direttore tecnico della costruzione: Ing. S. Bonauguro

**Committente:** Concedente Comune di Modena, Concessionario Modena Parcheggi S.p.a.

**Cronologia:** 2009-2012

**Dati dimensionali:** Parco pubblico Novi Sad 50.000mq, area verde pensile e Novi Ark 30.000mq, parcheggio interrato 1.750 posti

**Imprese esecutrici:** Opere a verde: Cav. Emilio Giovetti S.r.l. e Fea S.r.l./Opere architettoniche: Modena Parcheggi S.p.a./Opere archeologiche: AS/R Archeosistemi e Coop Archeologia Firenze/Illuminazione A.C.E.A. e Martini Luce S.r.l.

**Costo dell'opera:** 33 milioni di euro

(parcheggio interrato e zona archeologica)

**Materiali:** PAVIMENTAZIONI camminamenti del parco e piazzole di visita in inerte naturale stabilizzato, pista interna in legante bituminoso trasparente, marciapiedi in lastre di pietra/ILLUMINAZIONE Led, ioduri metallici, vapori di sodio, neon, su lampade, supporti e marmature effetto corten/ARREDI panchine in legno lroko, supporti pannelli illustrativi acciaio corten/PADIGLIONI struttura in acciaio, tamponamenti in pannelli "Aquapanel", infissi in alluminio verniciato e vetro, copertura con pannelli in metallo coibentati, manto in alluminio verniciato





*Some examples of Italian projects*





*Some examples of Italian projects*





*Some examples of Italian projects*





*Some examples of Italian projects*









*Some examples of Italian projects*







**Regenerating does not just mean creating residential and production buildings that allow for a higher quality of living and meet the aspirations of society, it also means adopting procedures and solutions that serve to truly improve the environment.**





# ASSOCIAZIONE ITALIANA VERDE PENSILE

## Chi siamo

**AIVEP – Associazione Italiana Verde Pensile** – è nata a Bolzano nel 1997 per: aggregare tutti coloro che operano professionalmente e scientificamente nel settore del verde pensile o sono interessati alla tematica del verde pensile; unire le risorse e le energie; creare sinergie nell'attività di ricerca e di divulgazione delle tecniche di progettazione, esecuzione e mantenimento del verde tecnologico.

Scopri di più >





---

*Thank you for your attention*

*Andrea Di Paolo*  
*Agronomist*