



LIFE URBANPROOF
CLIMATE PROOFING
URBAN MUNICIPALITIES

The impact of climate change: Vulnerability in Reggio Emilia

Final Project meeting and Conferenze - Cintiengov

Ferrara 4 Aprile 2019

Susanna Ferrari Bergomi -S. Mobilità, Housing Sociale e Progetti Speciali - Comune di Reggio Emilia



The impact of climate change: Vulnerability in Reggio Emilia

Impegni del Comune di RE per cambiamenti climatici



Patto dei Sindaci

La mitigazione delle emissioni climalteranti a Reggio Emilia e l'iniziativa europea 'Patto dei Sindaci'.



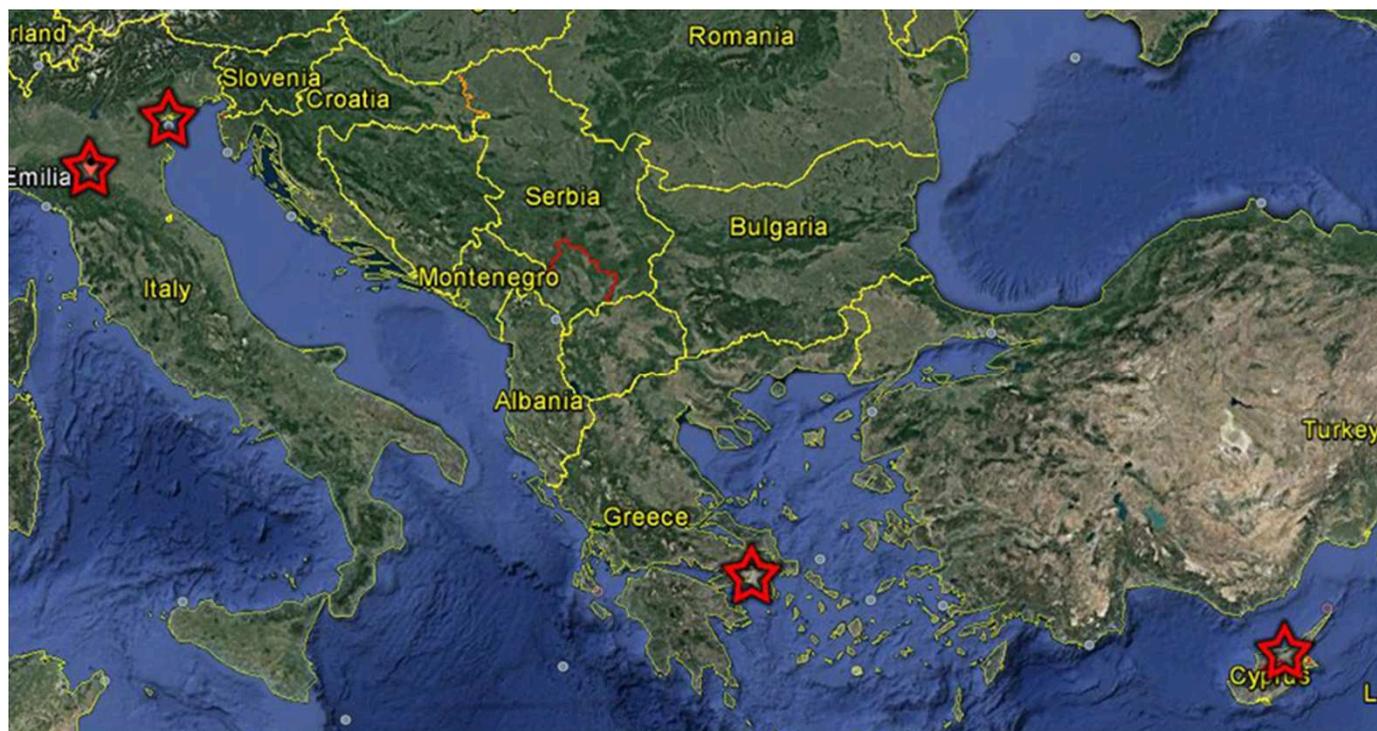
Mayors Adapt

L'adattamento ai cambiamenti climatici e l'iniziativa europea 'Mayors Adapt'.

- 2009 - Sottoscrizione del Patto dei Sindaci
 - 2011/12 - Piano per ridurre le emissioni climalteranti (PAES)
 - 2015 1° - monitoraggio PAES (aggiornamento 2007 l'inventario emissioni climalteranti e al 2014 lo stato di attuazione delle azioni)
 - 2017 - 2° monitoraggio del PAES (aggiornamento al 2014 l'inventario emissioni e allineandolo allo stato di attuazione delle azioni)
-
- 2015 - Avvio percorso per affrontare il tema dell'adattamento ai cambiamenti climatici a livello locale (confronto stakeholder, seminario aperto alla città,)
 - 2015 - Collaborazione con Servizio Meteo di ARPAE Emilia Romagna per analisi dati meteorologici
 - Fine 2015 - adesione Mayors Adapt
 - Fine 2016 - progetto LIFE UrbanProof di cui il Comune è partner



Il progetto Life UrbanProof



LOCALIZZAZIONE:

Cipro, Grecia, Italia

DURATA: 44 mesi

Inizio: 01/10/16

Fine: 31/05/20

BUDGET:

Totale: 1.854.000 €

Co-finanziamento CE: 60%

Beneficiario Coordinatore:

- Department of Environment - Ministry of Agriculture, Rural Development and Environment of Cyprus (CY)

Beneficiari Associati:

- Municipality of Reggio Emilia (IT)
- Municipality of Lakatamia (CY)
- Municipality of Strovolos (CY)
- Municipality of Peristeri (GR)
- National Technical University of Athens (GR)
- National Observatory of Athens (GR)
- Università IUAV di Venezia (IT)



Obiettivi - UrbanProof

Aumentare la resilienza dei Comuni ai cambiamenti climatici dotandoli di uno strumento (“Urbanproof” **toolkit**) per **supportare il processo decisionale** di pianificazione dell'adattamento ai cambiamenti climatici

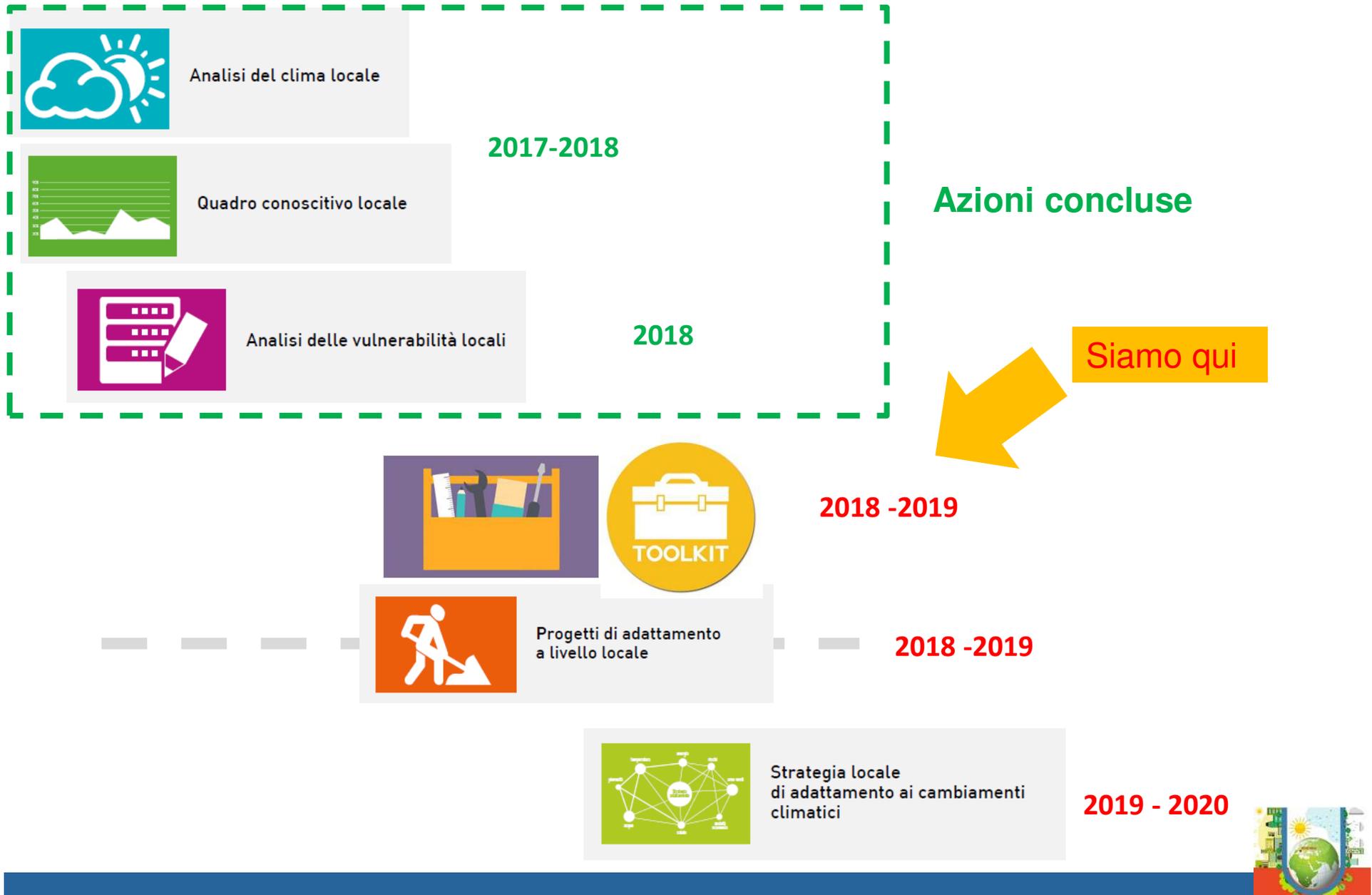


✓ sviluppare ed approvare **strategie di adattamento locali**

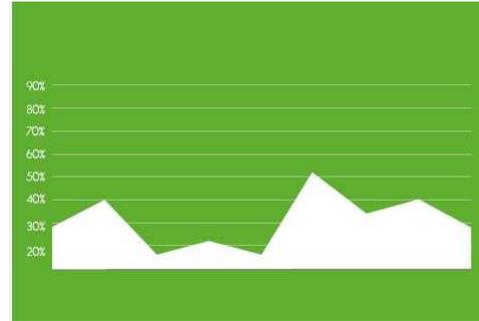
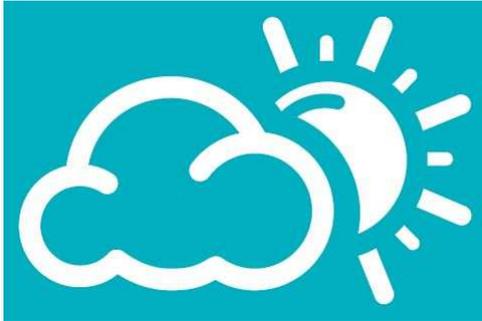
- ✓ approfondire le **conoscenze scientifiche** sui cambiamenti climatici
- ✓ fornire **informazioni sui futuri cambiamenti climatici** a livello locale
- ✓ identificare gli **impatti** e valutare le **vulnerabilità locali**
- ✓ migliorare il **coinvolgimento e la consapevolezza** dei cittadini



Le fasi - UrbanProof

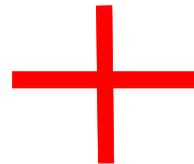


Le fasi - UrbanProof



1 - Raccolta dati per quadro conoscitivo

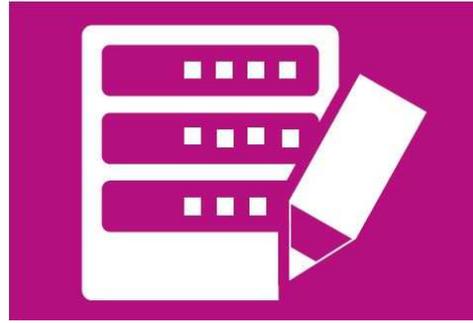
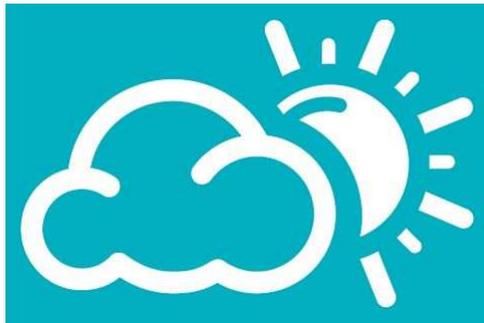
- temperature- piovosità
- Allagamenti - esondazioni,
- gestione delle acque
- incendi
- qualità dell'aria
- salute pubblica
- consumi energetici,
- rischio idrogeologico,
- stato del suolo, aree verdi, ..
- dati socio-economici



volo aereo - riprese fotogrammetriche

- dati ogni 20 cm nuvola di punti 3D
- 407 ortofoto nelle quattro bande RGBI
- superfici permeabili -impermeabili
- risposta dell'attività clorofilliana, presenza di verde (indice INDVI)



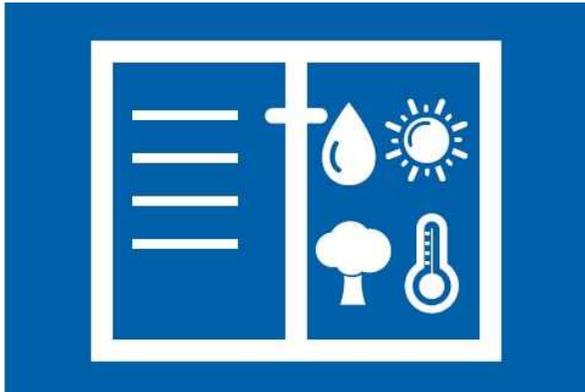


2 - Analisi clima attuale e futuro , rischi e vulnerabilità locali

L'analisi dei dati ha permesso di avere analisi relative a:

- ✓ **Clima attuale e previsione clima futuro**
- ✓ **Criticità e vulnerabilità specifiche locali**
 - disponibilità idrica e siccità
 - allagamenti/inondazioni
 - ondate di calore
 - isole di calore
 - alte temperature e domanda di energia
 - incendi periurbani
 - superamenti dei livelli standard di ozono
 - ...





Studi scientifici aggiuntivi

Non previsti dal progetto sono stati realizzati o sono in corso studi-analisi aggiuntive con focus su isole di calore/ondate calore urbane.

- 1. ICT - vulnerabilità del Reggio Emilia rispetto l'impatto ondate di calore (IUAV)**
- 2. Monitoraggio sperimentale effetti dei parchi sul microclima e inquinanti atmosferici (ARPAE)**
- 3. Valutazione effetto piantumazioni sul microclima Parco Acque Chiare e parcheggio Stazione Mediopadana (con UniMORE – Comune RE)**



L'analisi del clima di Reggio Emilia e le proiezioni al 2100

Il clima a Reggio Emilia



Per conoscere come anche nella nostra città il clima stia già cambiando, il Comune di Reggio Emilia ha prodotto un documento che sintetizza i risultati di **2 studi sul clima a livello locale** eseguiti di recente

	quando	Chi lo ha fatto	Clima passato	Clima futuro
1° studio	2015	<ul style="list-style-type: none">• Ufficio Ambiente del Comune• il Servizio Idro-Meteo-Clima di Arpae Emilia Romagna• sezione provinciale Arpae di Reggio Emilia	Analisi variazioni climatiche a Reggio E. Periodo : 1960 >>> 2014	
2° studio	2017	<ul style="list-style-type: none">• National Observatory of Athens progetto LIFE "UrbanProof"	Analisi variazioni climatiche delle città partner Periodo: 1985 > 2014	proiezioni future: evoluzione climatica >>>> al 2100



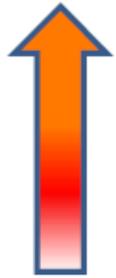
Analisi clima RE: 1960-2014



1. Temperatura minima e massima mensili
2. Anomalie della temperatura minima e massima mensili, stagionali e annue
3. Giorni annui con temperature superiori al 90^{mo} percentile della T max
4. Giorni annui con temperature inferiori a 10^{mo} percentile della T min
5. Giorni di gelo ($T \text{ min} < 0^{\circ}\text{C}$) e giorni in cui la T min e T max sono inferiori a 0°C
6. Isole di calore e ondate di calore
7. Quantità di precipitazione stagionale e annua
8. Giorni in cui la pioggia eccede il 90^{mo} percentile
9. Numero di giorni senza pioggia e numero massimo di giorni consecutivi senza pioggia



Analisi clima RE: 1960-2014



1. Temperatura minima e massima mensili
2. Anomalie della temperatura minima e massima mensili, stagionali e annue
3. Giorni annui con temperature superiori al 90^{mo} percentile della Tmax
4. Isole di calore e ondate di calore



5. Giorni annui con temperature inferiori a 10^{mo} percentile della T min
6. Giorni di gelo ($T_{min} < 0^{\circ}\text{C}$) e giorni in cui la T min e T max sono inferiori a 0°C



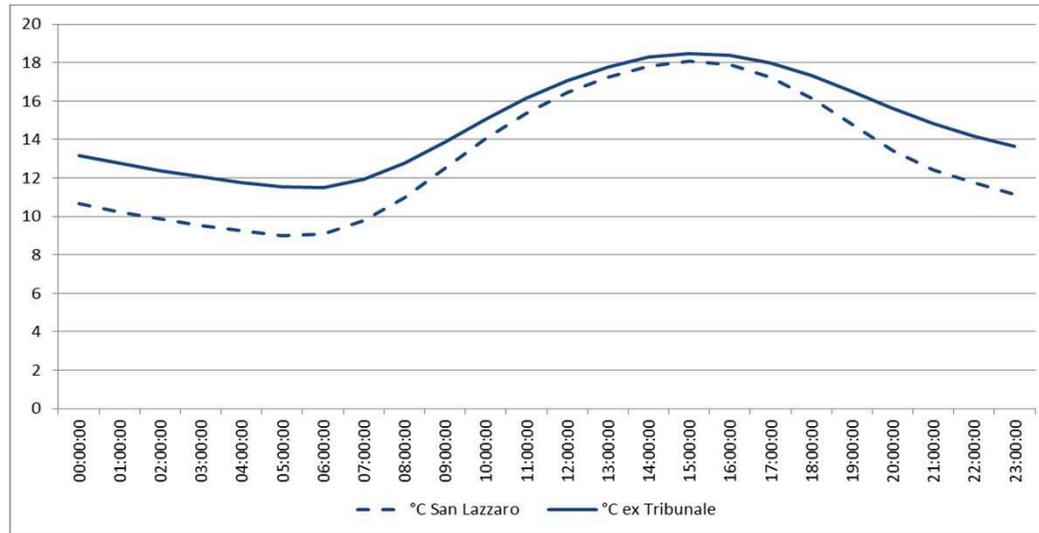
7. Quantità di precipitazione stagionale e annua



8. Giorni in cui la pioggia eccede il 90^{mo} percentile
9. Numero di giorni senza pioggia e numero massimo di giorni consecutivi senza pioggia

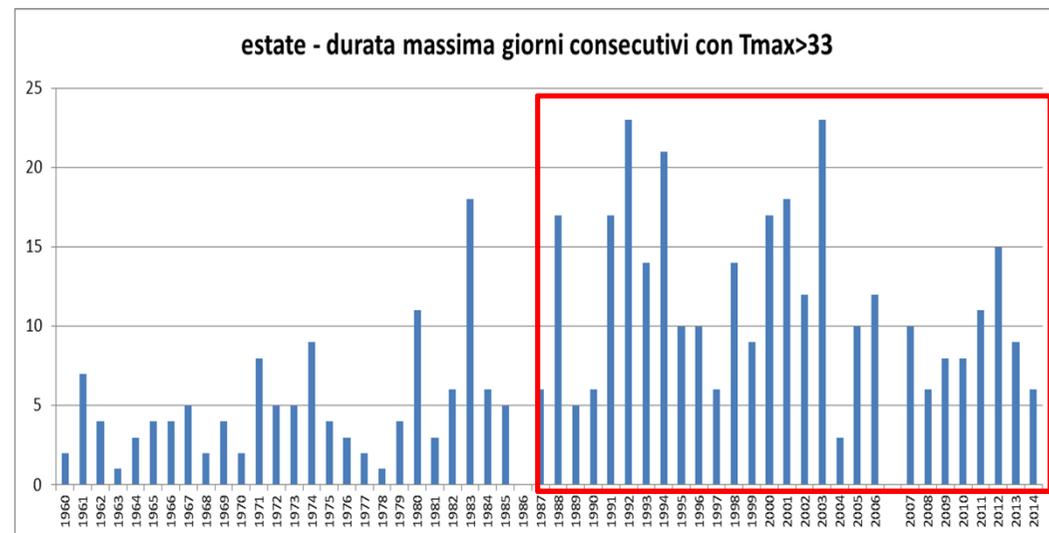


Analisi clima RE: 1960-2014



Isole di calore: differenza significativa delle temperature massime nel centro città rispetto alla periferia, più marcata nelle ore più fresche della giornata (anche 2,5°C), mentre è meno rilevante nelle ore più calde nel periodo estivo

ondate di calore: aumento sia come numero sia come durata delle stesse



Clima a RE - proiezioni al 2010



Per le proiezioni sono stati considerati due scenari futuri relativi a una diversa entità di cambiamento climatico prodotto dalle attività umane.

- **RCP4.5** : scenario “medio-basso- assume che si intraprendano alcune iniziative per controllare le emissioni (azioni di mitigazione); è quindi uno **scenario di stabilizzazione**: entro il 2070 le emissioni di CO₂ scendono al di sotto dei livelli attuali e la concentrazione atmosferica si stabilizza entro la fine del secolo a circa il doppio dei livelli pre-industriali
- **RCP8.5** : scenario “alto” con approccio “business-as-usual” che prevede che al 2100 le emissioni di CO₂ crescano 3-4 volte rispetto ai livelli pre- industriali



Clima a RE - proiezioni al 2010



Proiezioni al 2100	Scenario 4.5	Scenario 8.5	
Tmax media annuale	+0.2 °C/decade	+0.5 °C/decade	
Tmin media annuale	+0.2 °C/decade	+0.51 °C/decade	
Tmax estreme	Al 2100: 34 gg in più con Tmax>30 °C 32 gg in più con Tmax>35 °C 11 gg in più con Tmax>40 °C	Al 2100: 55 gg in più con Tmax>30 °C 56 gg in più con Tmax>35 °C 32 gg in più con Tmax>40 °C	
	Tmin estreme (>20 °C)	Al 2100: 40 gg in più	Al 2100: 79 gg in più
	Piovosità annuale	Al 2100: -70 mm	Al 2100: -40 mm

Fonte: Rodica Tomozeiu Osservatorio Clima - ARPAE Emilia Romagna



Sintesi dei due studi sul clima



	Dati osservati 1985-2014	Proiezioni al 2100		
		Tendenza	Scenario 4.5	Scenario 8.5
Tmax media annuale	↑	↑	+0.2 °C/decade	+0.5 °C/decade
Tmin media annuale	↑↑	↑	+0.2 °C/decade	+0.51 °C/decade
Tmax estreme	↑	↑	Al 2100: 34 gg in più con Tmax>30 °C 32 gg in più con Tmax>35 °C 11 gg in più con Tmax>40 °C	Al 2100: 55 gg in più con Tmax>30 °C 56 gg in più con Tmax>35 °C 32 gg in più con Tmax>40 °C
Ondate di calore	↑	-	-	-
Tmin estreme (gelo)	↓	-	-	-
Tmin estreme (>20 °C)	↑↑	↑↑	Al 2100: 40 gg in più	Al 2100: 79 gg in più
Pioggiosità annuale	↓	↓↓	Al 2100: -70 mm	Al 2100: -40 mm
Pioggie estreme	↑	→	Al 2100: nessun cambiamento significativo	
Periodi siccitosi	→	-	-	-

Rischio a RE ondate di calore

HAZARD:

ONDATE DI CALORE



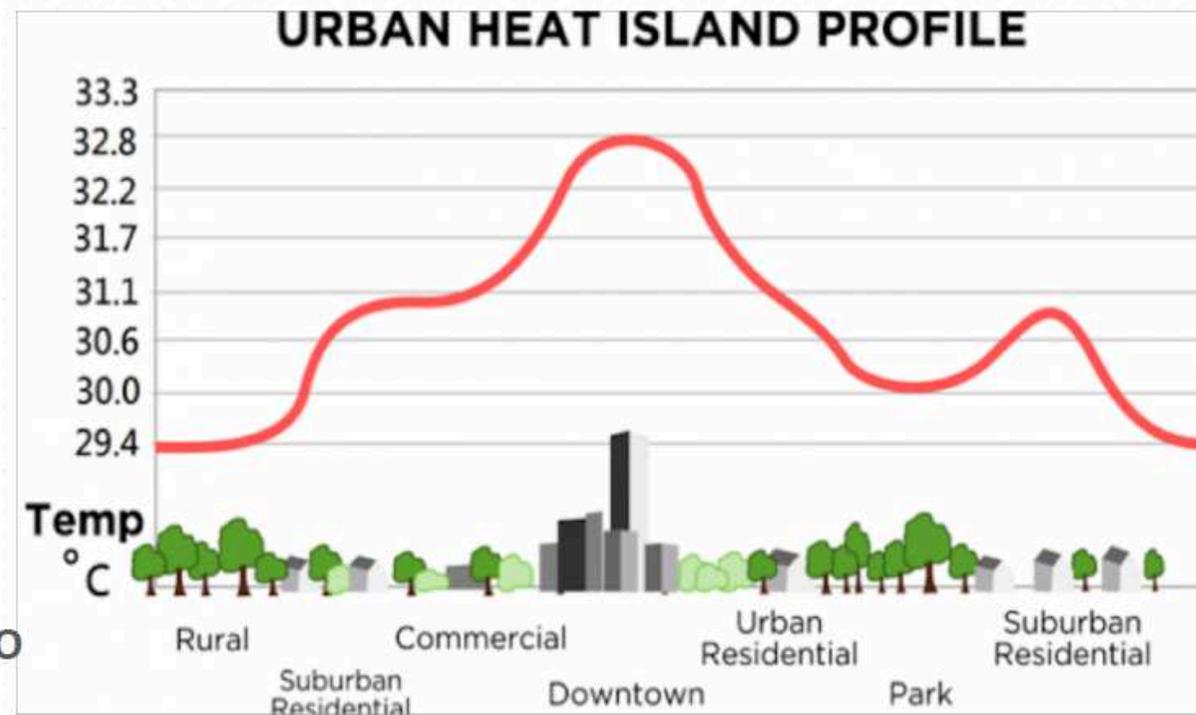
Impatto a RE... isola di calore

IMPATTO:

ISOLA DI CALORE

L'ISOLA DI CALORE NON E' UN EFFETTO
DEL CC.

MA DOVE VI E' UHI VI E' VULNERABILITA'



ICT, resilienza e pianificazione urbanistica

Relatore: Denis Maragno



Cause accumulo calore urbano



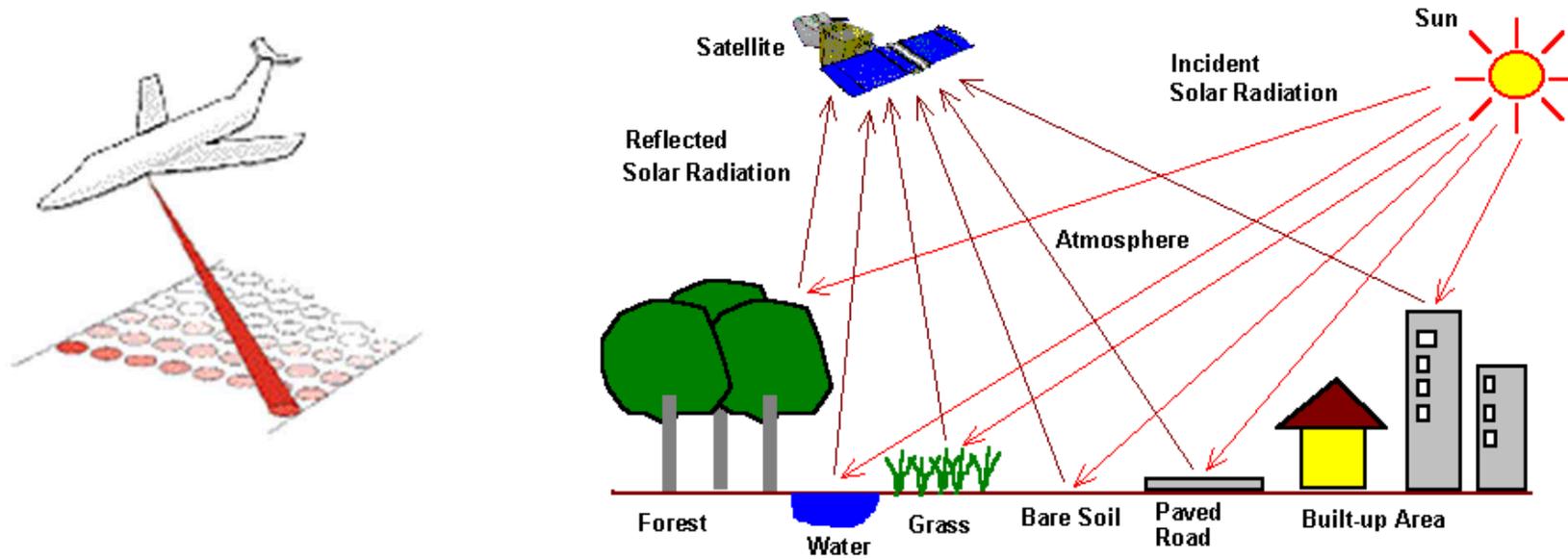
- Rapporto tra superficie pavimentata e permeabile;
- Attività umane → calore antropogenico;
- Superficie edificata;
- Sky View Factor;
- Compattezza del costruito;
- Incidenza solare;
- Riflettanza/albedo;
- Conducibilità termica dei materiali;



Nuove
tecnologie



Il volo aereo UrbanProof a Reggio E.



Il volo aereo UrbanProof a Reggio E.



Nel 2017 sull'intero territorio comunale di RE (230 km²) è stato realizzato un volo che ha effettuato **riprese fotogrammetriche** con GSD di 20 cm e che ha generato una nuvola di punti 3D.

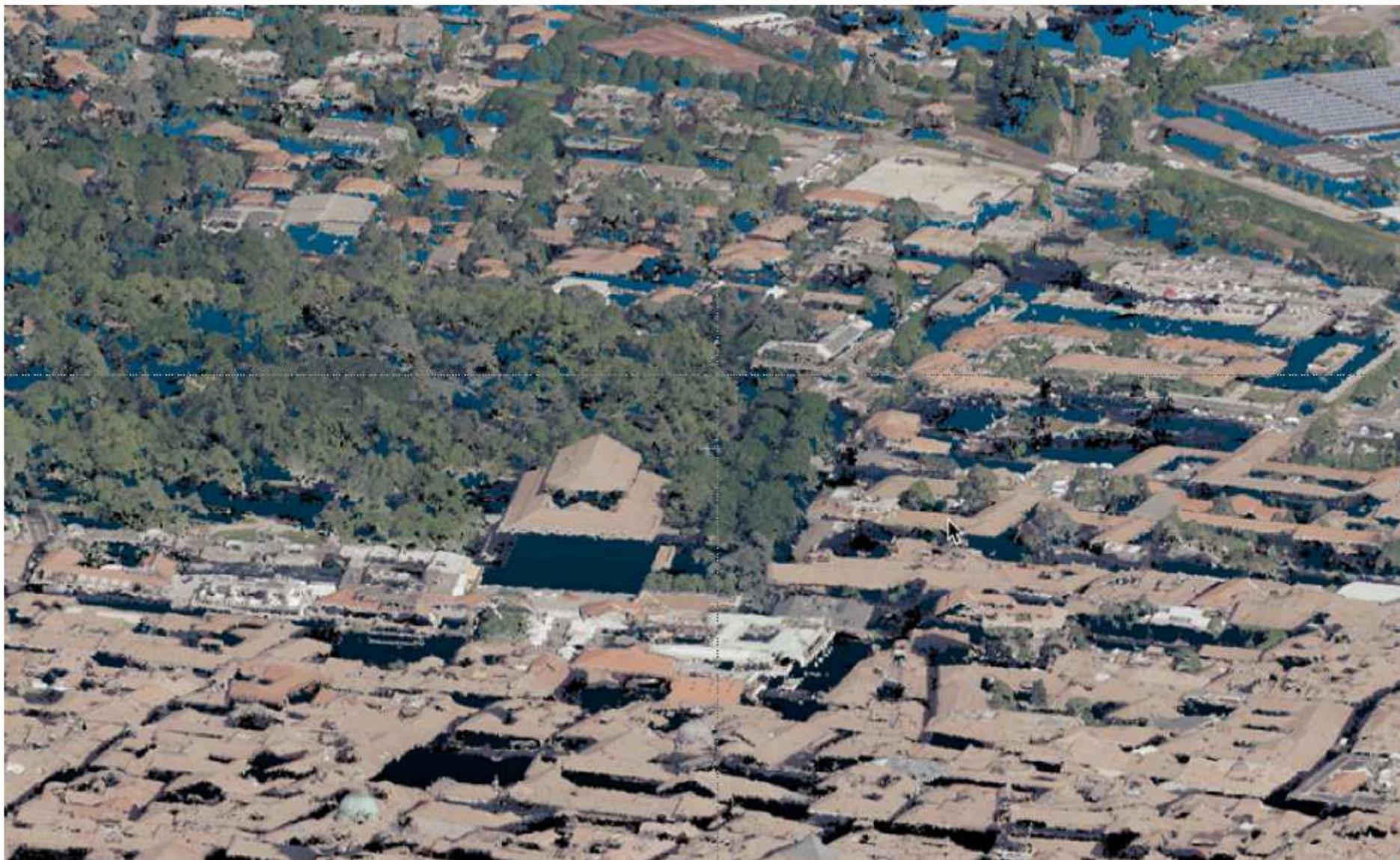
Dai dati rilevati, sono state elaborate 407 **ortofoto (RGBI)** e 407 **DEM (Digital Elevation Model)**



Fonte: Denis Maragno - IUAV



Il volo - i dati di input



Fonte: Denis Maragno - IUAV

Il volo - i dati di input



Pixel = 20
cm
Ogni Pixel
Contiene H
elementi
urbani

Fonte: Denis Maragno - IUAV



Dal volo alle analisi IUAV



Con i dati rilevati con il volo, si ha la possibilità di:

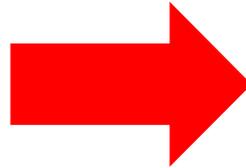
- Arricchire i **quadri conoscitivi comunali** a supporto anche di altre attività (esempio controllo attività abusivismo edilizio)
- Individuare aree le con **difficoltà di deflusso** aree e quindi più sensibili al fenomeno di **allagamento urbano**
- Individuare le aree sensibili al fenomeno di **surriscaldamento urbano (isole di calore)**
- Individuare le **aree meno resilienti** agli impatti riconducibili al cambiamento climatico



Dal volo alle analisi IUAV

1 - Fotogrammetria

- nuvola di punti (Point Cloud)
- Ortofoto ad alta risoluzione a 4 bande)
- DSM – modello digitale del terreno dati 3D



2- Dati elaborati IUAV

- Indice Vegetazione NDVI
- Permeabilità-impermeabilità
- SVF sky view factor
- Incidenza solare
- Altezza - Pendenza
- Flow Direction - Flow Accumulation

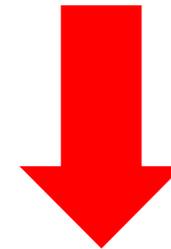
Comune RE

- Edifici ACI 2017
- Anagrafe Popolazione <10 e > 70
- Uso suolo
- Aree allagabili
- Sottopassi
- Rete fognaria
- Canali bonifica
- Aree a rischio idraulico



3- Analisi IUAV

- Indicatori di vulnerabilità
- Classificazione del territorio in classi di rischi e vulnerabilità



le analisi IUAV – gli output



Fonte: Denis Maragno - IUAV



le analisi IUAV – gli output



Fonte: Denis Maragno - IUAV



le analisi IUAV – gli output



Fonte: Denis Maragno - IUAV



le analisi IUAV – permeabilità

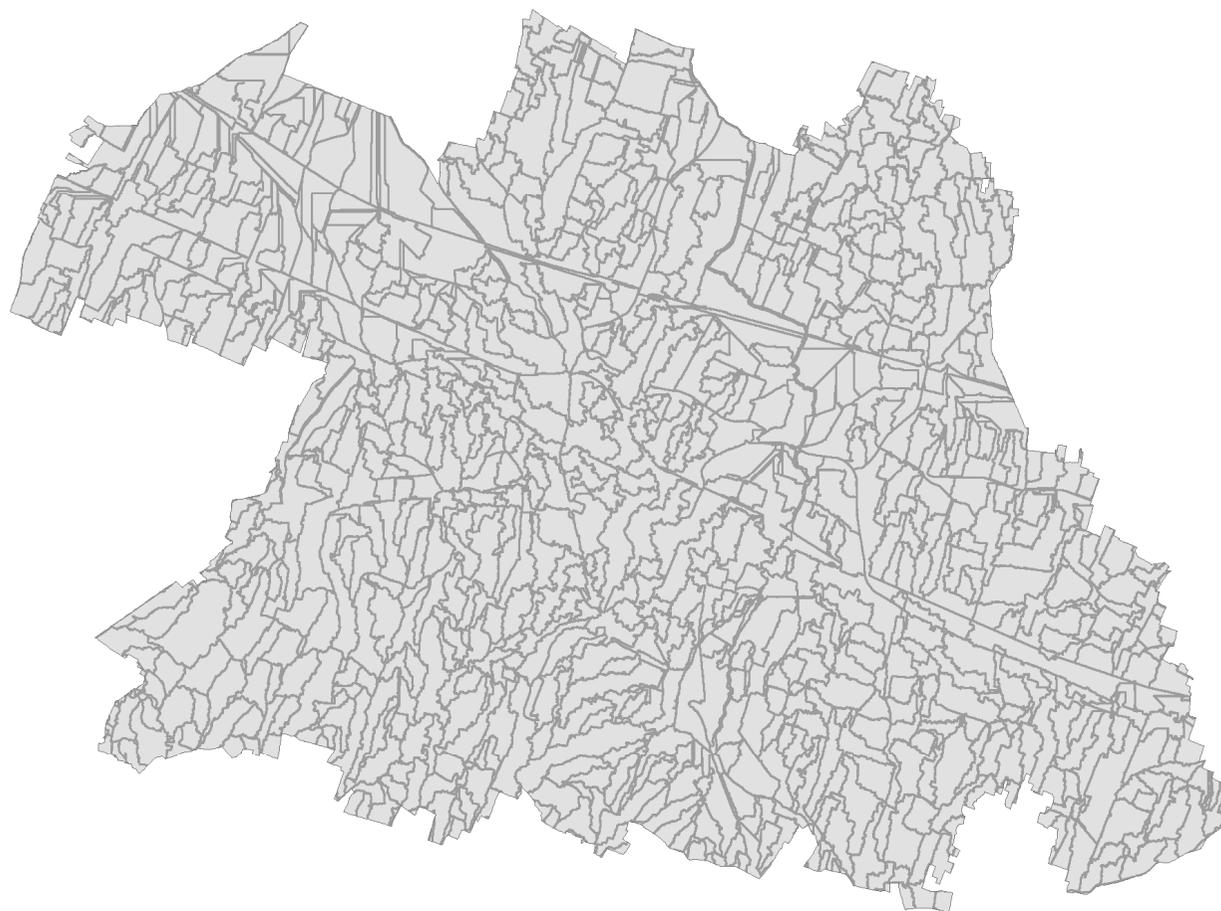


 Superficie permeabile

Fonte: Denis Maragno - IUAV



le analisi IUAV – bacini di deflusso

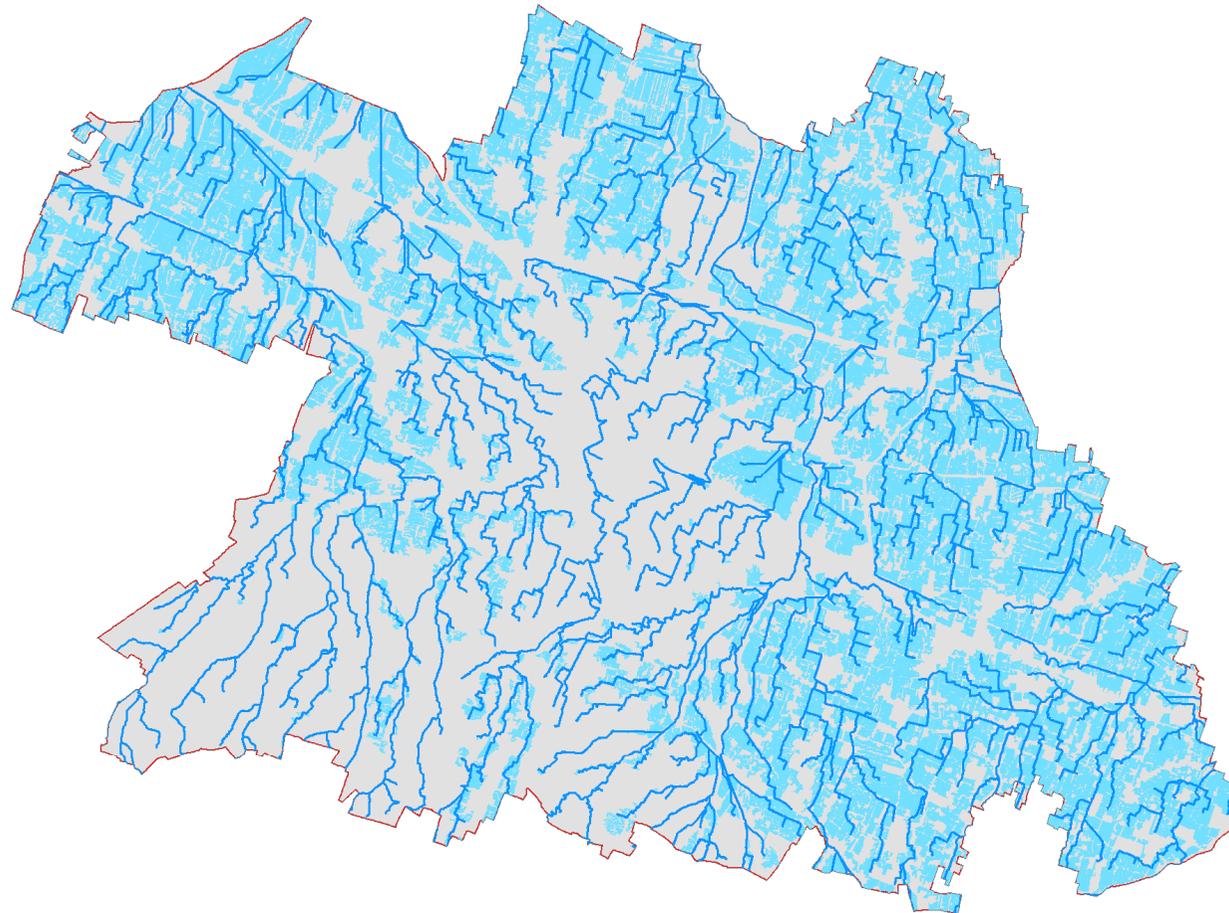


 Bacini 0.125kmq

Fonte: Denis Maragno - IUAV



le analisi IUAV – aree di accumulo



— DrainageLine
Area 1° Gradient and near the steams

Fonte: Denis Maragno - IUAV



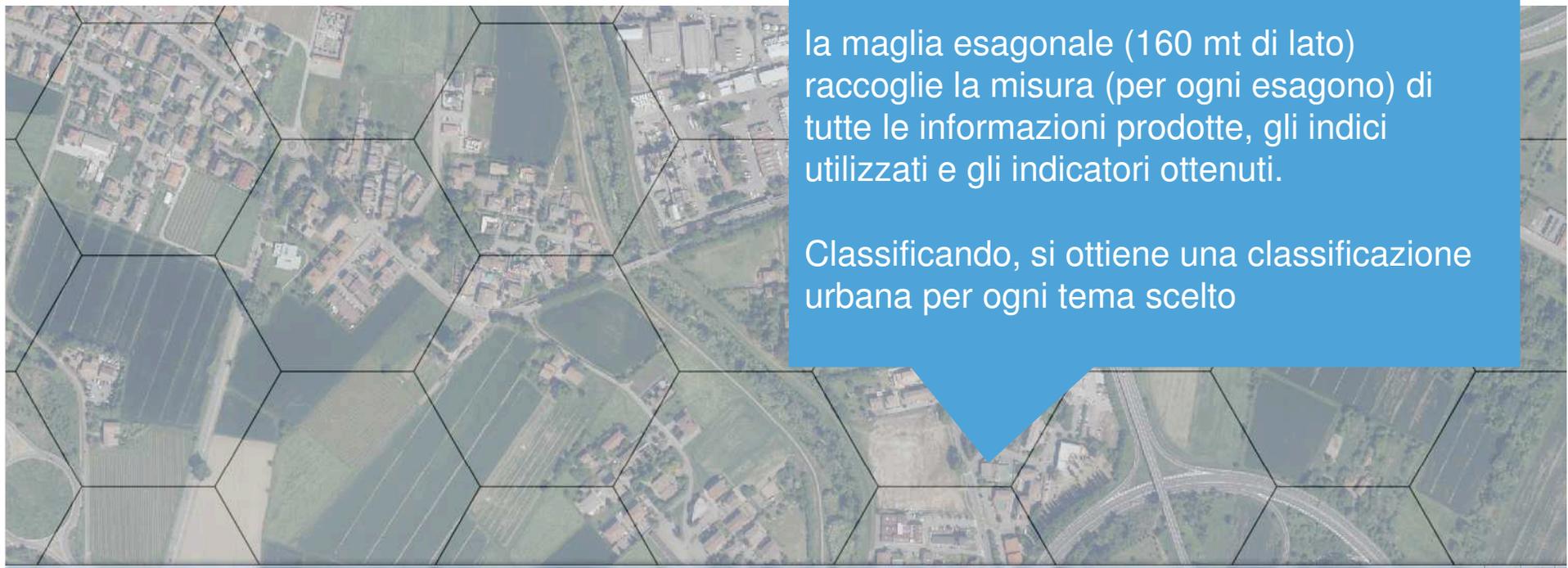
le analisi IUAV – le vulnerabilità



Fonte: Denis Maragno - IUAV



analisi IUAV –vulnerabilità ondate calore



la maglia esagonale (160 mt di lato) raccoglie la misura (per ogni esagono) di tutte le informazioni prodotte, gli indici utilizzati e gli indicatori ottenuti.

Classificando, si ottiene una classificazione urbana per ogni tema scelto

51, filtered: 3651, selected: 0

	left	bottom	right	top	lstmean	lstmin	lstmax	m2verde	verde_perc	build_m2	perc_build	m2imp_terr	perc_m2imp	kwh_edif	kwh_ground
...	1629270.9198...	4956562.3110...	1629594.2361...	4956842.3111...	26.231688551...	25.107339859...	28.085027694...	64905.984505...	95.595542556...	0.0000000000...	0.0000000000...	2990.4704646...	4.4044574433...	0.0000000000...	6.9999596309...
...	1638000.4600...	4950682.3082...	1638323.7763...	4950962.3083...				35.802221171...	99.999999997...	0.0000000000...	0.0000000000...	0.0000000009...	0.0000000026...	0.0000000000...	6.5716825703...
...	1635818.0749...	4946622.3063...	1636141.3912...	4946902.3065...	25.781589926...	25.218072891...	26.216470718...	31769.674477...	46.791359713...	0.0000000000...	0.0000000000...	36126.780492...	53.208640286...	0.0000000000...	6.9999999835...
...	1637515.4855...	4949002.3074...	1637838.8018...	4949282.3076...	27.057101404...	25.661054611...	28.591997146...	66971.870389...	98.638243217...	0.0000000000...	0.0000000000...	924.58458075...	1.3617567826...	0.0000000000...	6.9975620062...
...	1638727.9217...	4947182.3066...	1639051.2380...	4947462.3067...	26.636284804...	26.045835494...	27.867000579...	65581.660328...	96.590698818...	0.0000000000...	0.0000000000...	2314.7946412...	3.4093011811...	0.0000000000...	6.9409377598...
...	1638970.4089...	4947882.3069...	1639293.7252...	4948162.3070...	27.167376518...	26.093063354...	28.499704360...	58451.687307...	86.089453909...	0.0000000000...	0.0000000000...	9444.7676624...	13.910546090...	0.0000000000...	6.9972862295...
...	1620056.4052...	4956562.3110...	1620379.7215...	4956842.3111...	25.961474301...	23.897293090...	28.396909713...	48527.192799...	71.472351274...	0.0000000000...	0.0000000000...	19369.262171...	28.527648725...	0.0000000000...	6.9720872163...
...	1620783.8669...	4947462.3067...	1621107.1832...	4947742.3068...	27.882312957...	25.643594741...	29.680683135...	65570.210162...	96.573834658...	0.0000000000...	0.0000000000...	2326.2448080...	3.4261653410...	0.0000000000...	6.6471512544...
...	1623451.2264...	4950682.3082...	1623774.5427...	4950962.3083...	28.114055169...	25.787443161...	29.839687347...	65944.838075...	97.125598242...	0.0000000000...	0.0000000000...	1951.6168949...	2.8744017574...	0.0000000000...	6.9872564007...

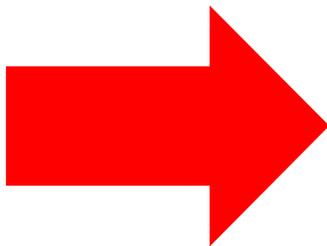


Dati

- Temperatura - da satellite
- Verde – da volo
- edifici - ACI_2017
- Impermeabilità a terra - da volo
- radiazione solare (espressa in kwh) per edifici e a terra – da volo
- Sky View Factor a terra – da volo
- numero di soggetti con età pari e inferiore a 10 anni – da anagrafe
- numero di soggetti con età pari e superiore a 65 anni – da anagrafe

Normalizzazione - esagono su una scala che va da 0 a 1

- m2 di verde
- temperatura
- m2 di edifici
- m2 di superficie impermeabile a terra
- kwh totale delle superfici a terra
- kwh totale delle superfici degli edifici
- svf medio di superficie a terra
- numero delle persone < 10 anni
- numero delle persone > 65 anni



analisi IUAV –vulnerabilità ondate calore



LIFE URBANPROOF
CLIMATE PROOFING
URBAN MUNICIPALITIES

Nome Campo	Descrizione	Fonte: Denis Maragno - IUAV
lstmeas	teperatura gradi ° medi	
lstmin	teperatura gradi ° minimi (il pixel che registra la temperatura inferiore	
lstmax	teperatura gradi ° massimi (il pixel che registra la temperatura maggiore	
m2verde	m2 di vegetazione (alta e bassa) rilaveata attraverso processo di remote sensing dal volo	
verde_perc	percentuale della vegetazione sull'area esagonale	
buildm2	m2 di edifici per ogni esagono, misurati da Edifici_ACI_201712	
perc_build	percentuale di edifici sull'area esagonale	
m2imp_terra	m2 di superficie impermeabile a terra,(no edificato)	
perc_m2imp	percentuale impermeabilità a terra sull'area esagonale	
irr_edifsum	totale di radiazione solare (espressa in kwh) per edifici presenti nell'esagono	
irr_edifmean	media di radiazione solare (espressa in kwh) per edifici presenti nell'esagono	
irr_edifmax	valore massimo di radiazione solare (espressa in kwh) per edifici presenti nell'esagono	
ins_sum	totale di radiazione solare (espressa in kwh) per le superfici a terra (no edifici) presenti nell'esagono	
ins_mean	valore medio di radiazione solare (espressa in kwh) per le superfici a terra (no edifici) presenti nell'esagono	
ins_max	valore massimo di radiazione solare (espressa in kwh) per le superfici a terra (no edifici) presenti nell'esagono	
svf_mean	valore medio di Sky View Factor considerando tutte le superfici a terra (no edifici)	
svf_min	valore minimo di Sky View Factor considerando tutte le superfici a terra (no edifici)	
svf_max	valore massimo di Sky View Factor considerando tutte le superfici a terra (no edifici)	
under_10	numero di soggetti presenti nell'esagono con età pari e inferiore a 10 anni	
over_65	numero di soggetti presenti nell'esagono con età pari e superiore a 65 anni	
verde_norm	il valore del verde m2 normalizzato, ossia riscalato su una scala che va da 0 a 1	
lst_norm	il valore della temperatura nromalizzato, ossia riscalato su una scala che va da 0 a 1	
build_norm	il valore dei m2 di edifici normalizzato, ossia riscalato su una scala che va da 0 a 1	
imp_norm	il valore dei m2 di superficie impermeabile a terra (no edfici), ossia riscalato su una scala che va da 0 a 1	
wk_gr_norm	il valore dei kwh totale delle superfici at erra (no edifici) normalizzato, ossia riscalato su una scala che va da 0 a 1	
wk_edi_norm	il valore dei kwh totale delle superfici degli eidifici normalizzato, ossia riscalato su una scala che va da 0 a 1	
svf_norm	il valore dello svf medio di superficie a terra (no edfici), ossia riscalato su una scala che va da 0 a 1	
und_10_norm	il numero delle persone giovani normalizzato, ossia riscalato su una scala che va da 0 a 1	
over_65_norm	il numero delle persone anziane normalizzato, ossia riscalato su una scala che va da 0 a 1	
morph_sensitivity	il valore espresso dagli indicatori morfologici, indica la sensitività di un'area ad accumulare calore	
soc_sensitivity	il valore espresso dagli indicatori sociali	
morph_vulnerability	la vulneravilità morfologica	
urban_vulnerability	la vulneravilità morfologica e quella sociale	



Vulnerabilità = sensitività - capacità adattativa

Sensitività morfologica = attitudine di un'area ad accumulare calore - valore espresso dagli indicatori morfologici :

- temperatura
- m2 di edifici
- m2 di superficie impermeabile a terra
- kwh totale delle superfici a terra
- kwh totale delle superfici degli edifici
- svf medio di superficie a terra

Sensitività sociale - valore espresso dagli indicatori sociali

- numero delle persone < 10 anni
- numero delle persone > 65 anni



Vulnerabilità morfologica : vulnerabilità della città senza la parte sociale

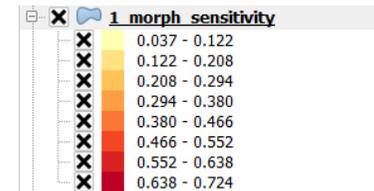
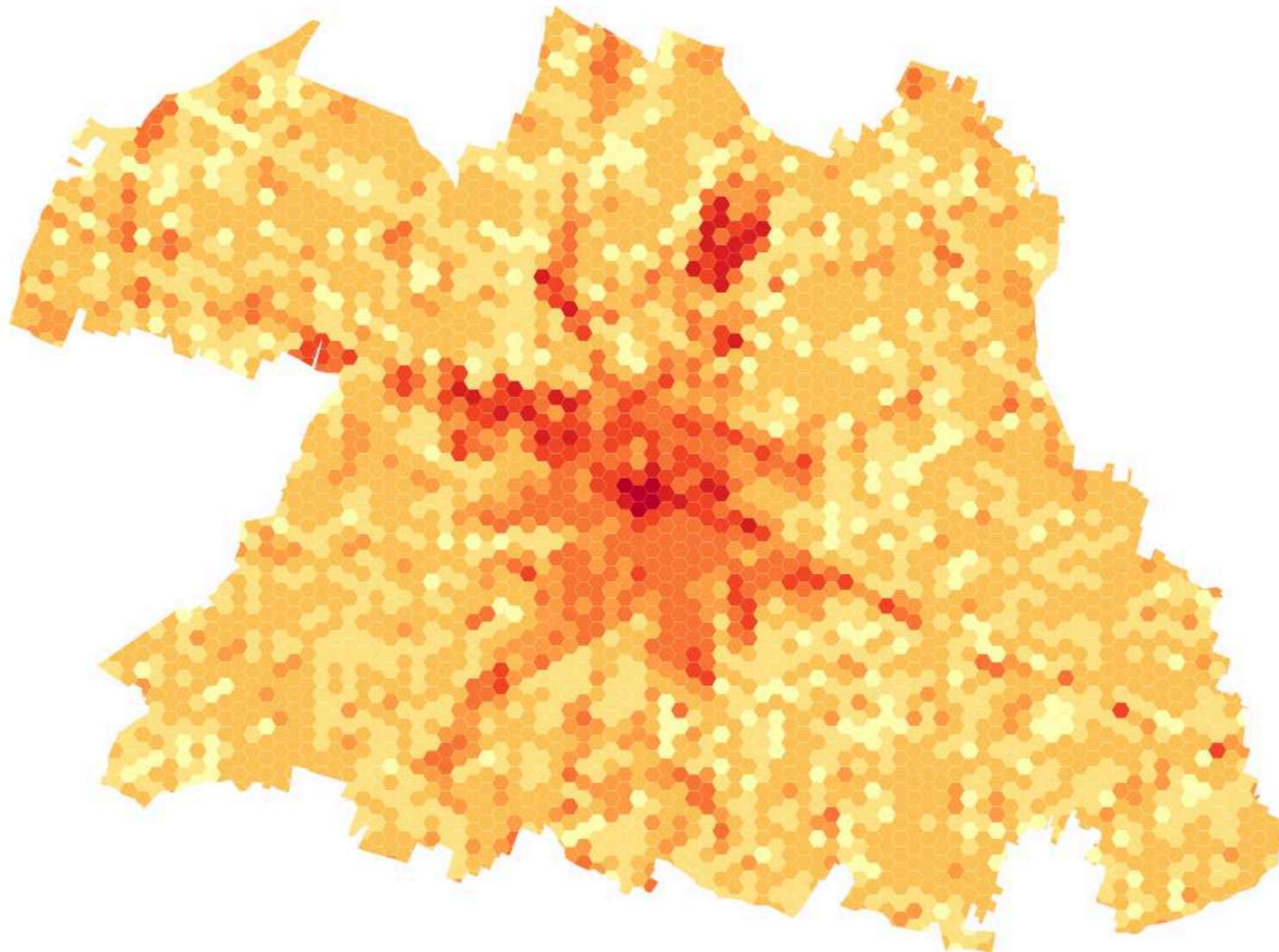
= Sensitività morfologica - capacità adattativa - presenza di verde

Vulnerabilità urbana totale: vulnerabilità della città inclusa la parte sociale

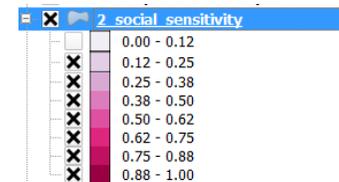
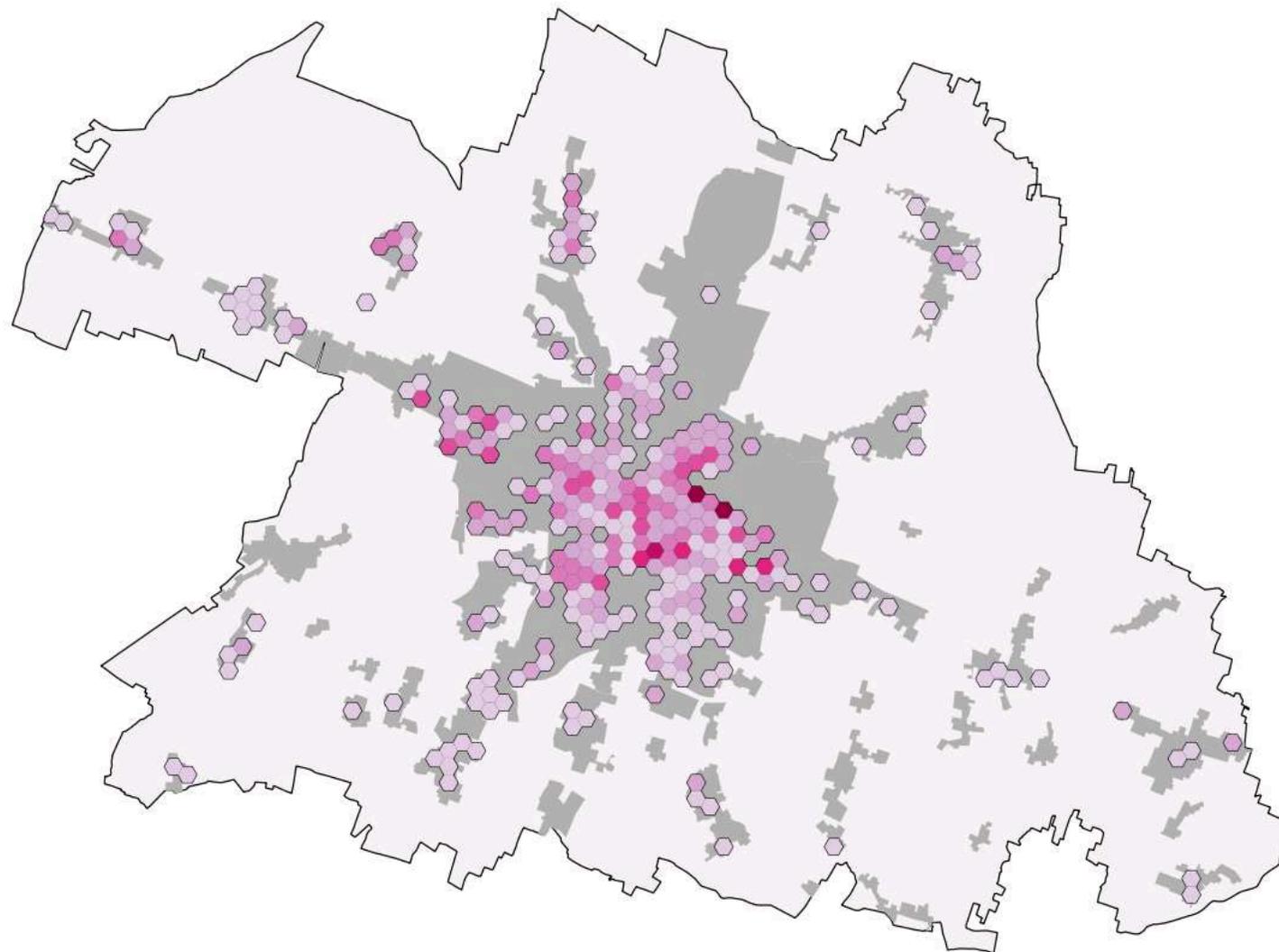
= Sensitività morfologica + Sensitività sociale - capacità adattativa - presenza di verde)



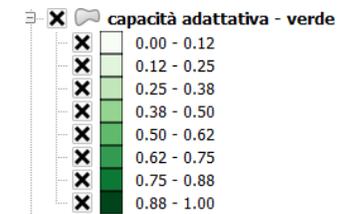
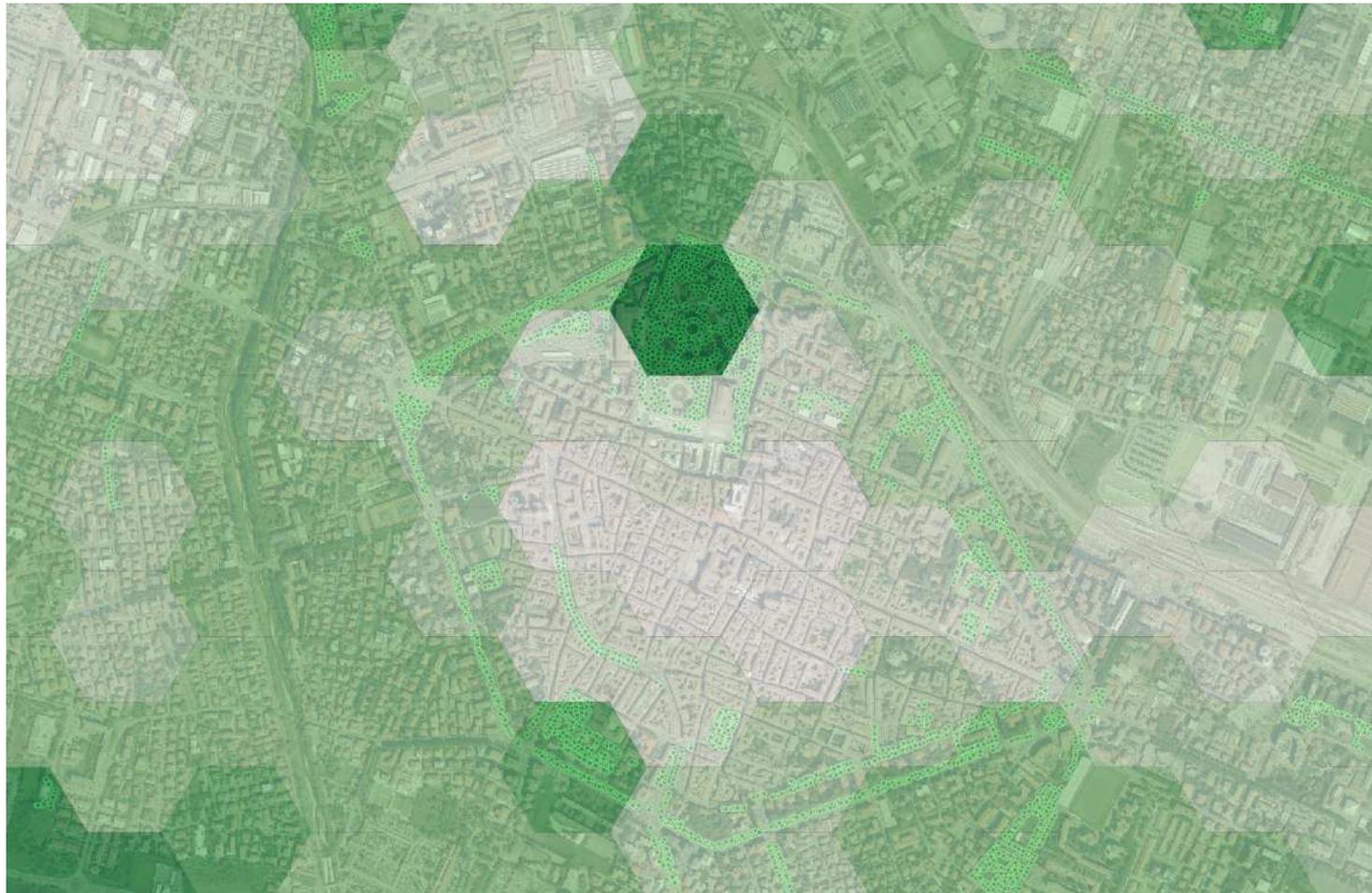
Sensitività morfologica



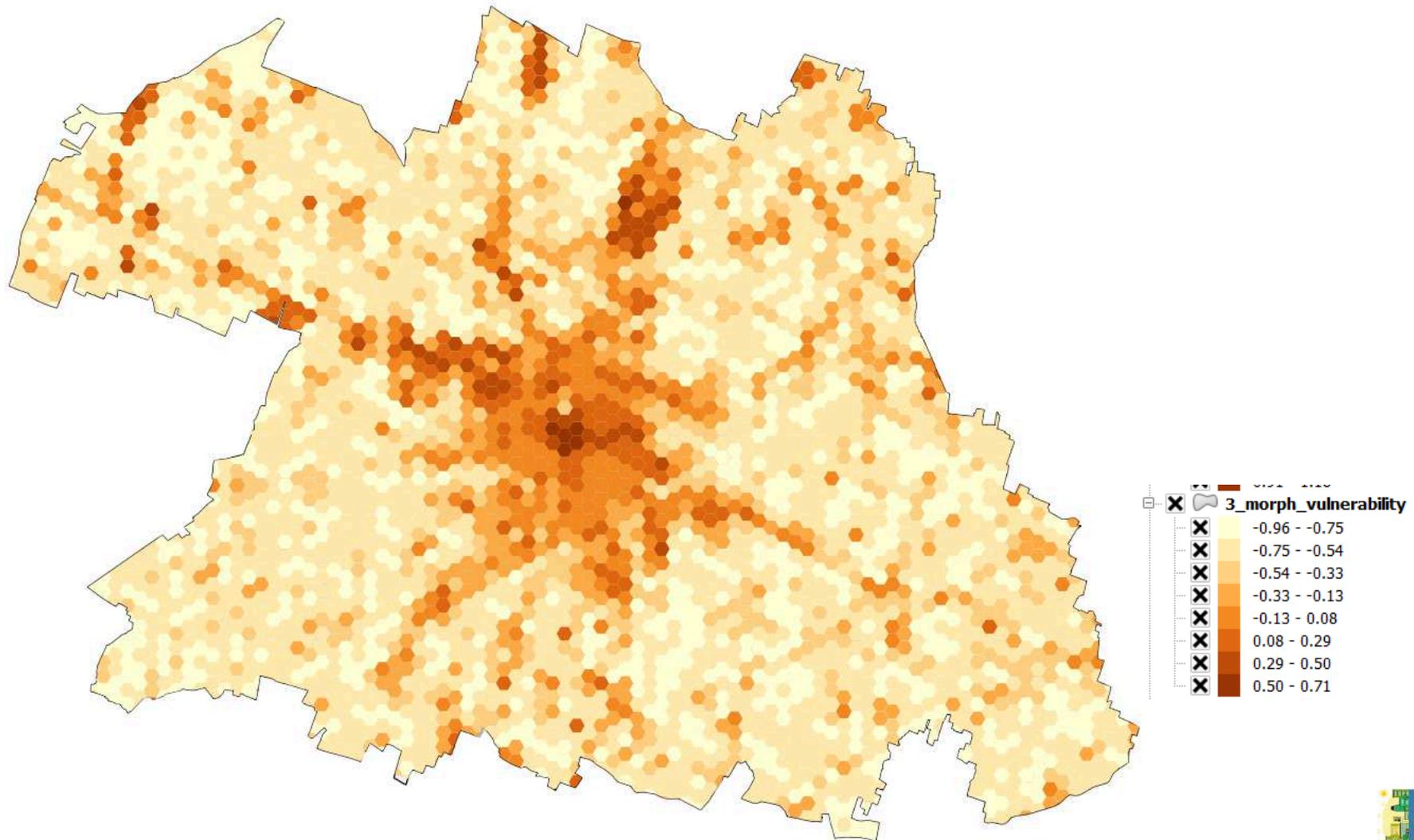
Sensitività sociale



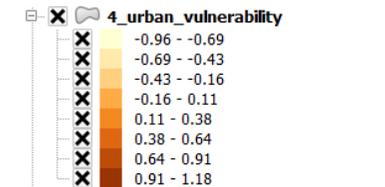
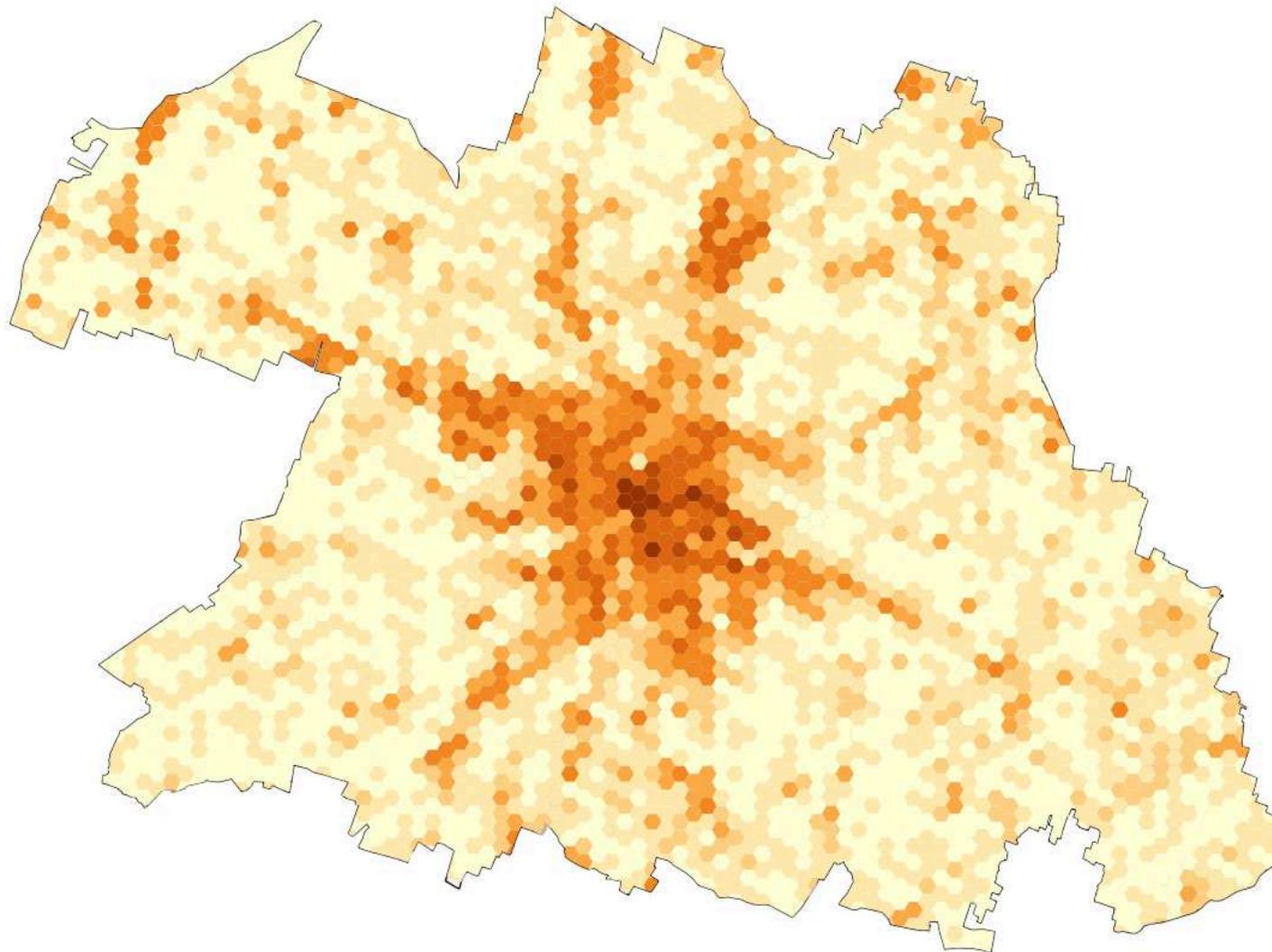
Capacità adattiva



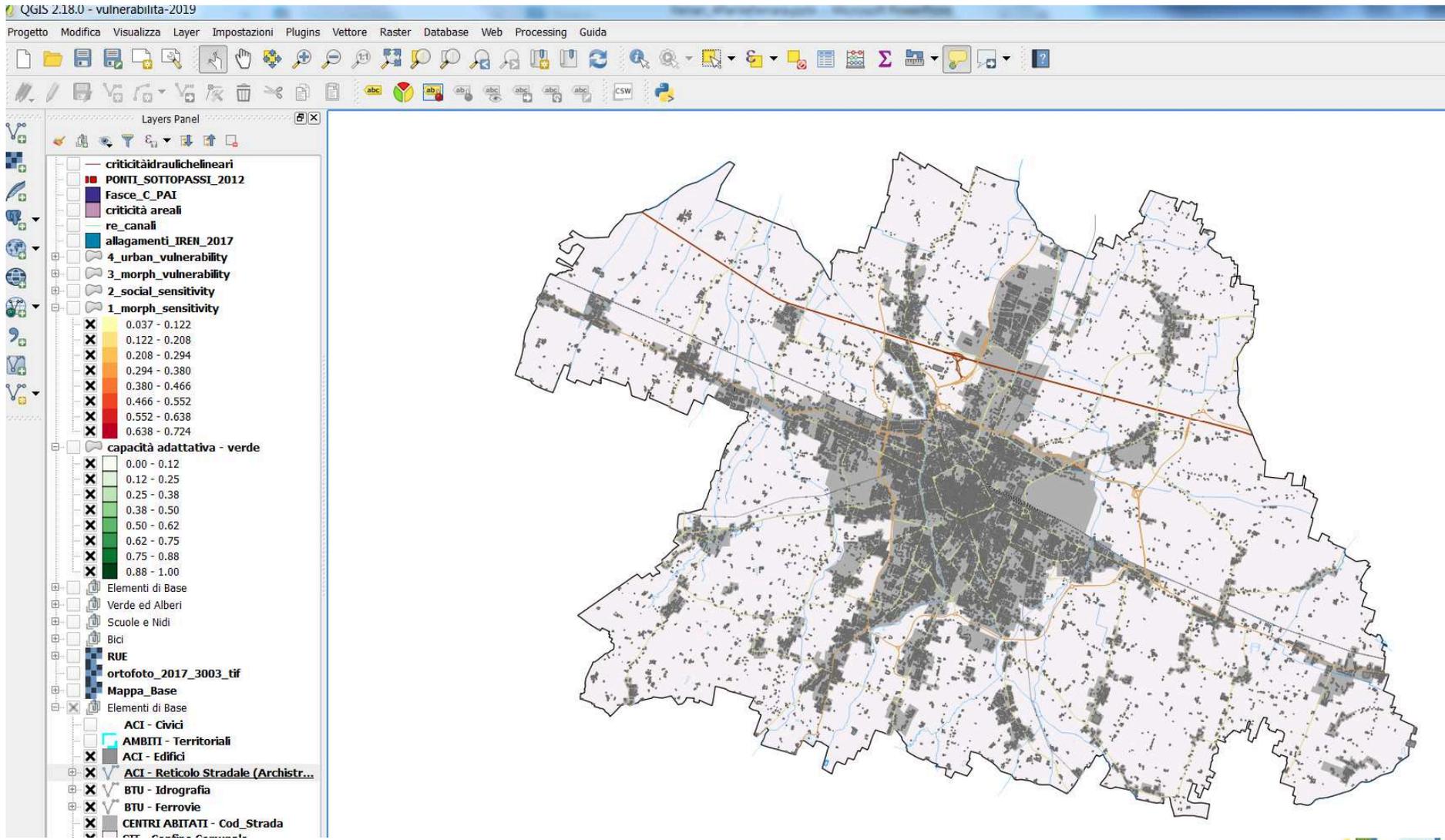
Vulnerabilità morfologica



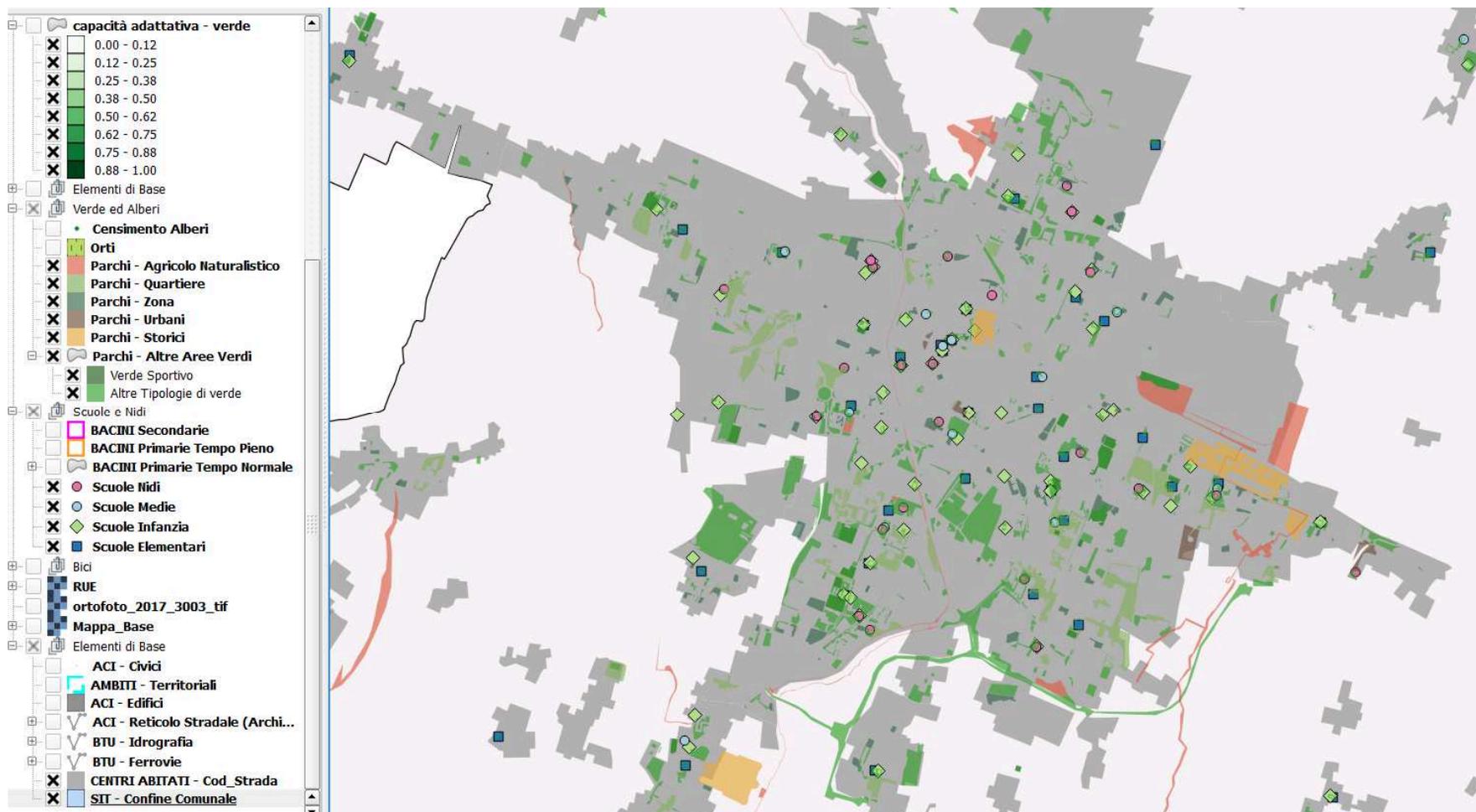
Vulnerabilità urbana totale



analisi IUAV –vulnerabilità ondate calore



analisi IUAV –vulnerabilità ondate calore



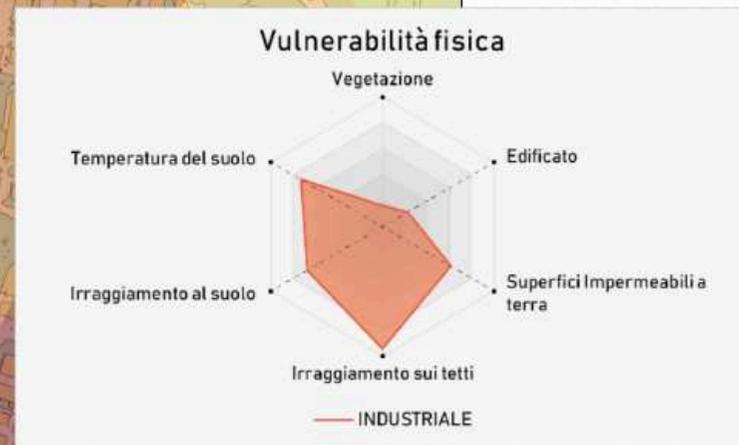
analisi IUAV –vulnerabilità ondate calore



I
-
U
-
A
-
V



analisi IUAV –vulnerabilità ondate calore



I
-
U
-
A
-
V



le analisi IUAV – proposte



I
- -
U
- -
A
- -
V

ICT, resilienza e pianificazione urbanistica
Relatore: Denis Maragno



le analisi IUAV – proposte



I
-
U
-
A
-
V

ICT, resilienza e pianificazione urbanistica
Relatore: Denis Maragno



le analisi IUAV – proposte



I
-
U
-
A
-
V

ICT, resilienza e pianificazione urbanistica
Relatore: Denis Maragno



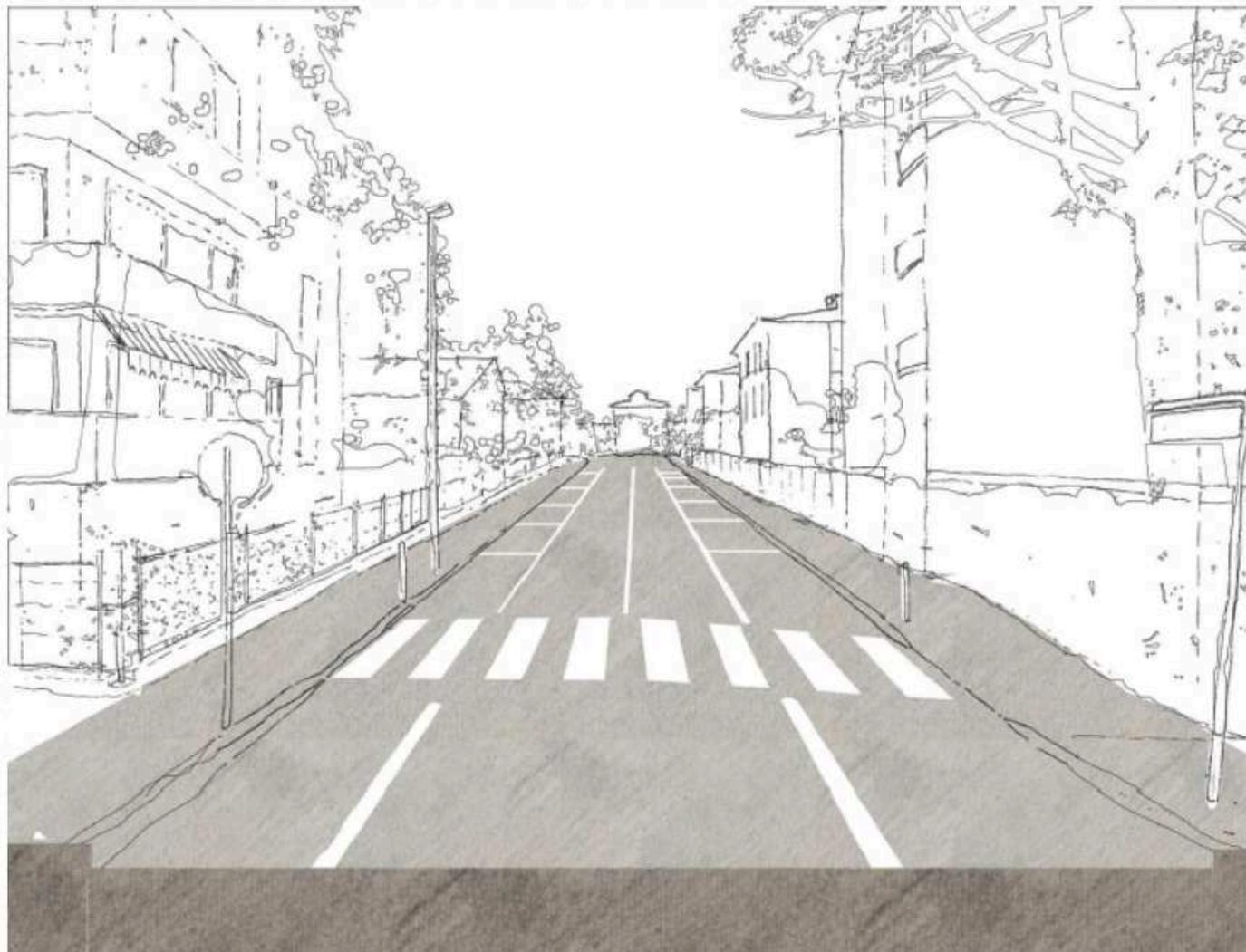
le analisi IUAV – proposte



I
- -
U
- -
A
- -
V



le analisi IUAV – proposte



I
-
U
-
A
-
V



le analisi IUAV – proposte



I
-
U
-
A
-
V

ICT, resilienza e pianificazione urbanistica
Relatore: Denis Maragno



le analisi IUAV – proposte



I
-
U
-
A
-
V





LIFE URBANPROOF
CLIMATE PROOFING
URBAN MUNICIPALITIES



Susanna Ferrari Bergomi

Servizio Mobilità, Housing Sociale e Progetti Speciali - Ambiente
Comune di Reggio Emilia

susanna.ferrari@comune.re.it

www.comune.re.it/cambiamentoclimatici

LIFE URBANPROOF

<http://urbanproof.eu/it/>

<https://www.facebook.com/EUrbanProof>

<https://twitter.com/EUrbanProof>