



ASSESSORATO REGIONALE DELLA SALUTE
Dipartimento Attività Sanitarie
ed Osservatorio Epidemiologico

Cambiamenti climatici e indicatori di vulnerabilità sociale ed ambientale

Sebastiano Pollina Addario

*Servizio 9 DASOE
Sorveglianza ed epidemiologia valutativa*



Città di Palermo
Area delle Politiche Ambientali e
Transizione Ecologica



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA SICUREZZA ENERGETICA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PALERMO

Il progetto Climactions



- finanziato dal Ministero della Salute (bando CCM 2019),
- avviato a inizio 2020,
- finalizzato all'individuazione di strategie e interventi di mitigazione dell'isola di calore urbano e dell'inquinamento atmosferico,
- obiettivo: generare benefici per la salute pubblica in sei aree urbane:
- **Torino, Genova, Bologna, Roma, Bari e Palermo**



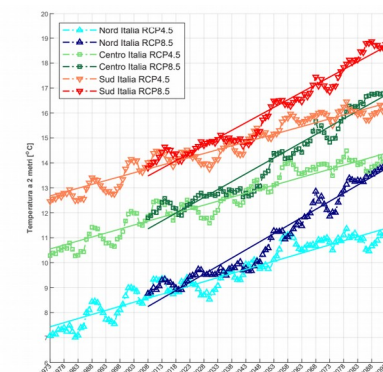
E&P 2025, 49 (2-3) marzo-giugno Suppl. 1

Background

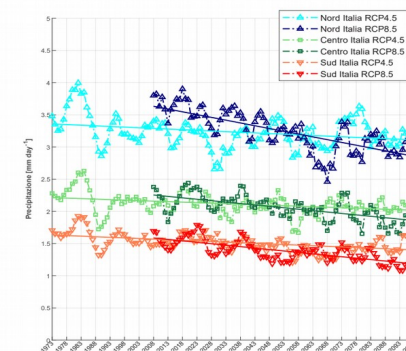
L'aumento degli eventi meteorologici estremi (caldo, nubifragi etc.) derivanti dal riscaldamento globale sta acutizzando ed intensificando il **fenomeno dell'isola di calore urbano** soprattutto nei quartieri dove l'elevata urbanizzazione caratterizzata da **cemento e asfalto** e l'**assenza di verde** tendono a trattenere e irradiare calore

La **transizione ecologica necessaria per mitigare i** cambiamenti climatici in atto richiede la promozione di **pratiche sostenibili per l'ambiente**

Prevedere gli impatti degli interventi urbanistici per l'ambiente e per il clima sulla salute pubblica dovrebbe diventare in futuro prassi comune a supporto degli amministratori locali



Proiezioni della temperatura media dalla simulazione climatica eseguita con COSMO-CLM sull'Italia con gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 (Bucchignani et al., 2016).



Proiezioni della precipitazione dalla simulazione climatica eseguita con COSMO-CLM sull'Italia con gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 (Bucchignani et al., 2016).

Esposizioni associate ai cambiamenti climatici

Eventi meteorologici estremi



Ondate di calore



Inquinamento atmosferico



Qualità delle risorse idriche



Qualità delle risorse alimentari



Distribuzione ed ecologia dei vettori



Fattori sociali



Effetti sulla salute

- Traumatismi
- Decessi
- Disturbi psichici

- Malattie e decessi associati al caldo
- Aumento dei ricoveri e degli accessi in PS
- Aumento dei sintomi respiratori
- Esiti riproduttivi

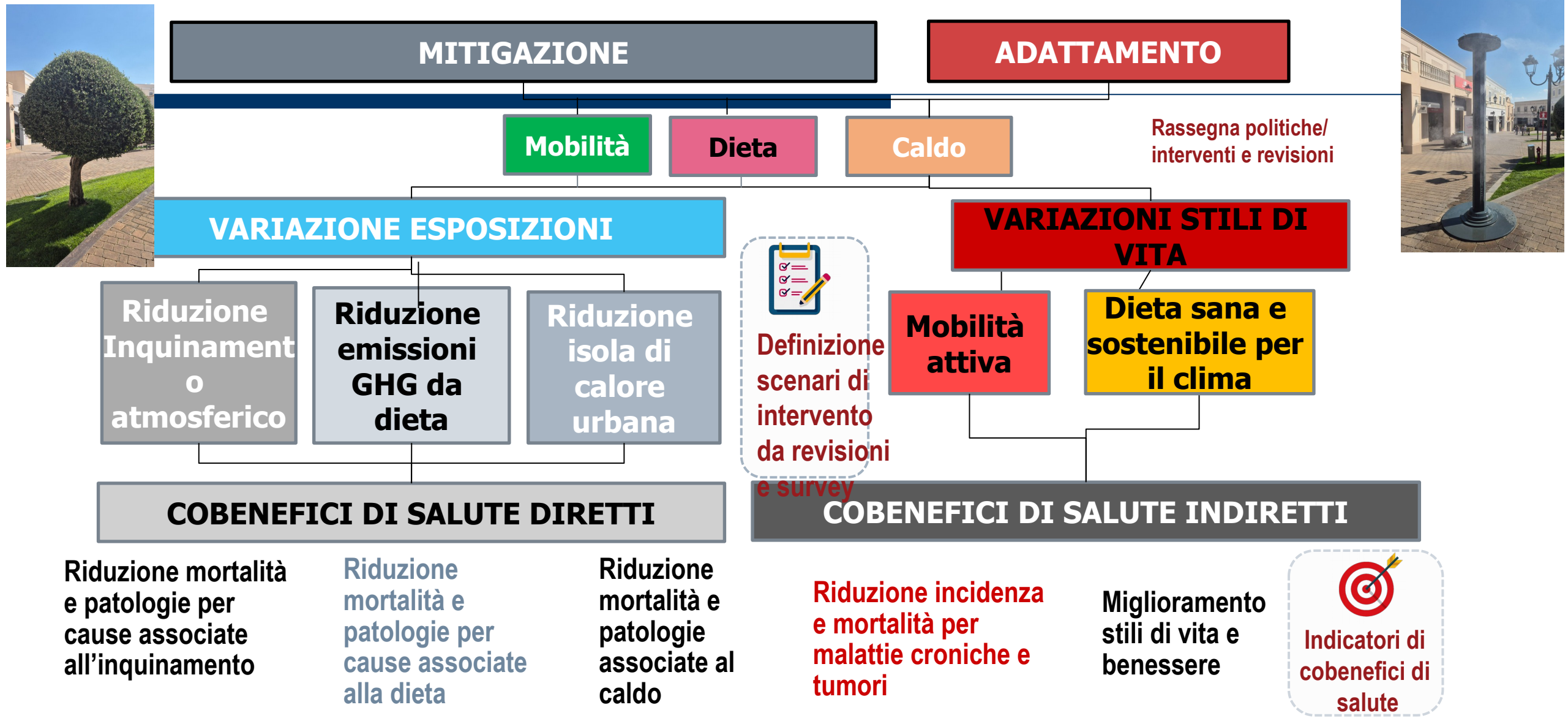
- Mortalità a breve termine
- Asma e altre malattie respiratorie
- Allergie
- Malattie cardiovascolari
- Disturbi psichici
- Esiti riproduttivi

- Infezione da *Campylobacter*
- Colera
- Criptosporidiosi
- Fioriture di alghe tossiche
- Leptospirosi

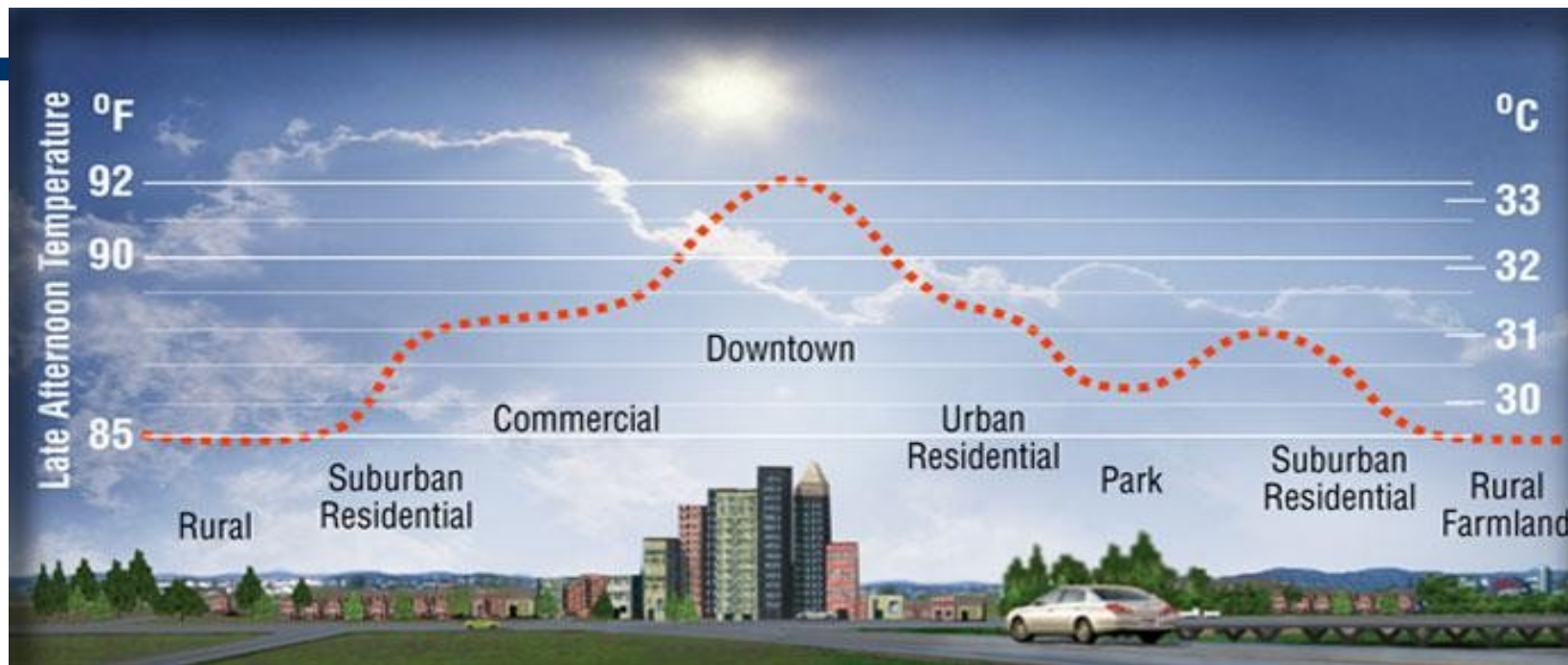
- Malnutrizione
- Salmonellosi e altre malattie trasmesse da alimenti
- Micotossine

- Chikungunya
- Dengue
- Encefalite
- Infezione da Hantavirus
- Malattia di Lyme
- Malaria
- Febbre della Rift Valley
- Infezione da virus West Nile
- Infezione da virus Zika

- Malattia fisica e mentale causata da conflitti e migrazioni forzate



Le isole di calore urbane



L'isola di calore urbana è un fenomeno in cui le temperature in una città sono significativamente più alte rispetto alle aree circostanti rurali o meno sviluppate. Questo accade perché le città tendono ad assorbire e trattenere più calore rispetto alle aree verdi. Le isole di calore urbane possono avere impatti negativi sulla qualità della vita, sulla salute e sull'ambiente.

Si calcola per una città di medie dimensioni che tra il centro e le zone rurali ci siano tra gli 0.5°C e i 3°C di differenza.



Vulnerabilità ambientale, socioeconomica e territoriale in 5 città italiane

Cosa si sapeva già

- nelle aree urbane la popolazione è esposta a **molteplici fattori** di rischio ambientali come **traffico, caldo e inquinamento atmosferico**, con conseguenti impatti sulla salute in termini di mortalità prematura e peggioramento delle condizioni di salute,
- **gli spazi verdi**, possono avere un'azione di **mitigazione** sulle condizioni ambientali e allo stesso tempo promuovere l'attività fisica,
- le **disuguaglianze di salute** non solo sono dei determinanti di salute di per sé, ma possono anche **amplificare gli effetti** dei fattori ambientali.

Cosa aggiunge di nuovo Climactions

- cinque città italiane sono state caratterizzate dal punto di **vista ambientale, socioeconomico e territoriale**,
- attraverso l'uso di un indicatore sintetico di esposizione ambientale socioeconomica, **sono state individuate le aree più vulnerabili**,
- l'indicatore consente di valutare le esposizioni ambientali presenti all'interno delle aree urbane e **valutarne l'impatto sulla salute** della popolazione
- l'indicatore fornisce **informazioni immediate** ed efficaci per sostenere **politiche di tutela della salute e di contrasto dei fattori di rischio ambientali e sociali sul territorio**.



L'indicatore sintetico di esposizione ambientale

Per ogni area urbanistica o quartiere sono stati costruiti indicatori spaziali che riguardano:

- **aspetti ambientali** (inquinamento atmosferico, urbanizzazione, temperatura, altitudine e presenza di fiumi e corsi d'acqua, verde, rete stradale e ferroviaria)
- **socioeconomici** (indice di deprivazione)

Queste caratteristiche sono state sintetizzate in un indicatore composito al fine di caratterizzare la vulnerabilità ambientale e socioeconomica in un'unica misura facilmente interpretabile rispetto a una serie di indicatori individuali.

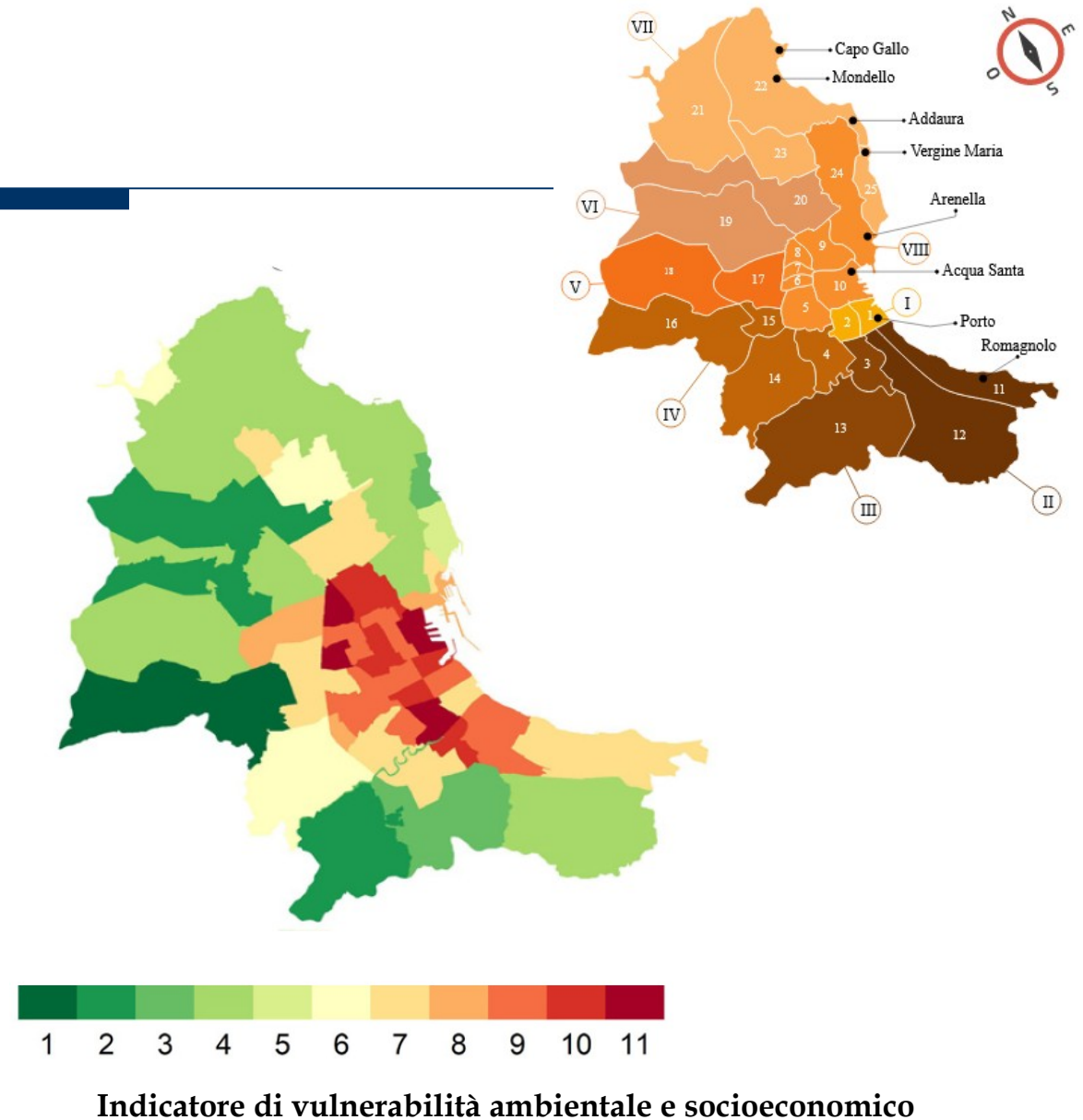
L'indice di deprivazione

- l'indice di deprivazione utilizza i dati del Censimento generale della popolazione e delle abitazioni del 2011
- sintetizza 5 caratteristiche a livello di sezione di censimento:
 - basso livello di istruzione,
 - condizione di disoccupazione,
 - famiglia monogenitoriale,
 - abitazione in affitto,
 - Abitazione ad alta densità abitativa.
- l'indice viene classificato in 5 categorie, che rappresentano 5 livelli di deprivazione, dal meno deprivato al più deprivato,
- per ogni città, è stato calcolato un indice calibrato

Risultati: Palermo

A Palermo emerge una maggiore vulnerabilità ambientale e socioeconomica nel centro della città e in alcuni quartieri della periferia Sud-Est.

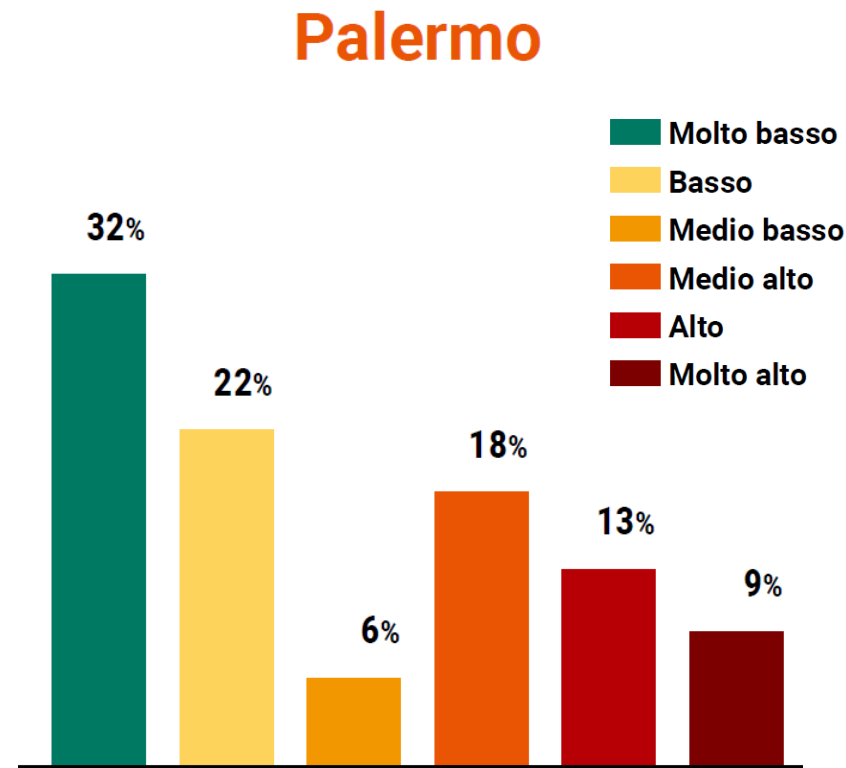
- nel centro della città contribuiscono maggiormente all'indicatore di vulnerabilità le elevate temperature, il traffico e l'inquinamento, sia acustico sia atmosferico; inoltre, si osserva una minore presenza di spazi verdi, mentre il livello di deprivazione segue un andamento inverso ed è maggiore nella periferia della città.
- l'area Sud-Est è una zona con molteplici impianti industriali (Brancaccio), in cui si osservano livelli elevati sia di inquinamento da PM10 sia di deprivazione sociale.
- all'allontanarsi da essa, i valori risultano inferiori, in particolare andando verso Sud e nella zona Ovest, dove si colloca la parte collinare della città, dove si trova più verde, minor popolazione, minor uso del suolo, bassi livelli di inquinamento e di deprivazione.



Risultati: distribuzione della popolazione

La distribuzione della popolazione di Palermo per le 6 classi di indice di vulnerabilità ambientale e socioeconomica mostra una maggior presenza di popolazione nelle aree con livelli molto bassi e bassi di vulnerabilità (rispettivamente il 32% e il 22%).

Nelle altre classi prese in considerazione la popolazione appare distribuita in modo piuttosto uniforme, con una prevalenza di aree con livelli di vulnerabilità media pari al 24% e alta e molto alta pari al 22%.



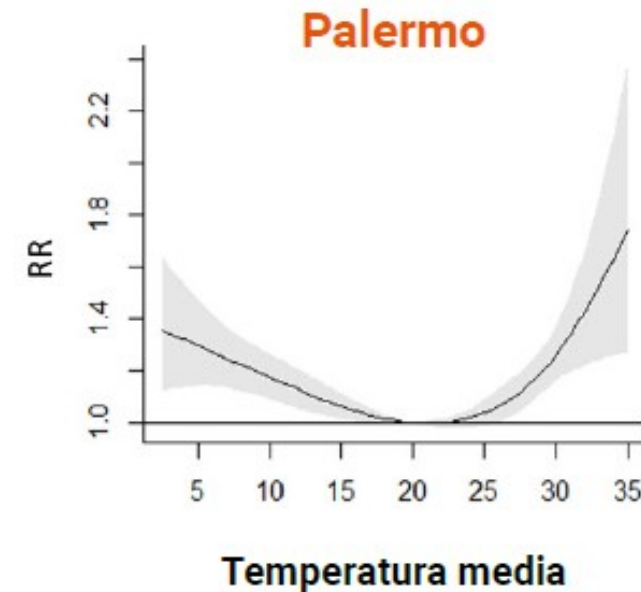
Distribuzione della popolazione per classi dell'indice di vulnerabilità ambientale e socioeconomica

Isola di calore urbano e mortalità

Studi epidemiologici di serie temporale hanno messo in luce una relazione non lineare a U tra l'esposizione a temperatura dell'aria ed esiti sanitari, quali la mortalità e i ricoveri ospedalieri giornalieri, dove all'aumentare delle temperature si osserva un incremento del rischio per la salute con una latenza di pochi giorni soprattutto nel caso dell'esposizione al caldo

A partire dai dati di esposizione di temperatura media giornaliera e dei dati di mortalità, è stata stimata l'associazione tra esposizione ed esito, con un focus sulle temperature calde nel periodo 2006- 2015.

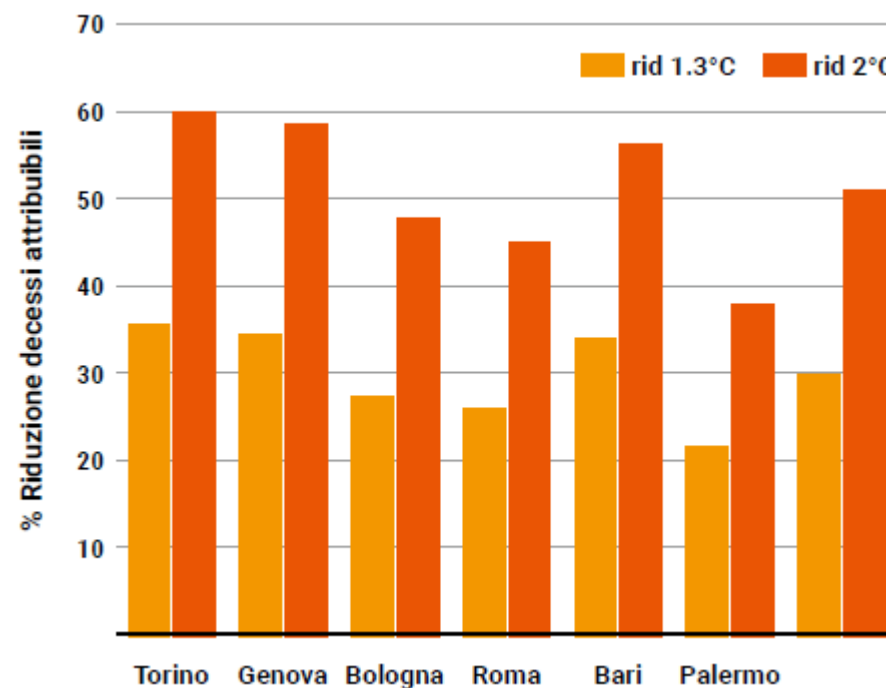
Considerando il rischio di mortalità associato a incrementi nella temperatura media è stato calcolato a Palermo un eccesso di mortalità pari al 22%: 1.013 decessi attribuibili nel periodo in studio (in media 101 all'anno)



Scenari di riduzione dell'effetto dell'isola di calore urbano

Considerando gli scenari di riduzione nella temperatura media pari a **1,3°C** e **2°C** proposti dal progetto Climactions si osserverebbe a Palermo:

- ✓ nel primo scenario una riduzione nei decessi attribuibili al caldo pari a **220 (22%)**,
- ✓ una riduzione di **387** decessi attribuibili pari al **38%** nel secondo scenario.



Piano di investimenti

- ✓ collegato all'azione di riforma oggetto della Missione 6 - Salute Health, del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza *Definizione di un nuovo assetto istituzionale sistemico per la prevenzione in ambito sanitario, ambientale e climatico, in linea con un approccio integrato ("One Health")*
- ✓ investimenti sinergici:

Soggetti
attuatori

ISS



Rafforzamento complessivo delle strutture e dei servizi di SNPS-SNPA a livello nazionale, regionale e locale, migliorando le infrastrutture, le capacità umane e tecnologiche e la ricerca applicata

MdS



Sviluppo e implementazione di specifici programmi operativi pilota per la definizione di modelli di intervento integrato salute-ambiente-clima in 2 siti contaminati selezionati di interesse nazionale

ISS



Programma nazionale di formazione continua in salute-ambiente-clima anche di livello universitario

Mds



Promozione e finanziamento di ricerca applicata con approcci multidisciplinari in specifiche aree di intervento salute-ambiente-clima

ISS



Piattaforma di rete digitale nazionale SNPA-SNPS

 <i>Ministero della Salute</i> DIREZIONE GENERALE DELLA PREVENZIONE SANITARIA	PIANO NAZIONALE PER GLI INVESTIMENTI COMPLEMENTARI (PNC) E.1 SALUTE, AMBIENTE, BIODIVERSITÀ E CLIMA 1.4: Promozione e finanziamento di ricerca applicata con approcci multidisciplinari in specifiche aree di intervento salute – ambiente – biodiversità - clima
Codice progetto: PREV-A-2022-12376994	Tipologia: Area A
Capofila/Proponente: Lazio	Coordinatore: Michelozzi Paola

ALLEGATO 1

Dati generali progetto

Tipologia ricerca:	AREA A-6) Riduzione dei rischi diretti e indiretti per la salute umana associati ai cambiamenti climatici
Titolo del progetto:	COBENEFICI DI SALUTE ED EQUITÀ A SUPPORTO DEI PIANI DI RISPOSTA AI CAMBIAMENTI CLIMATICI IN ITALIA
Capofila/Proponente:	Lazio
Coordinatore:	Michelozzi Paola
Durata (in mesi):	48
Costo totale del finanziamento: €	2.100.000,00
Di cui richiesto per le UO Sud: €	840.000,00



Definizione degli Outcome



MORTALITA' PER CAUSA

- **Non accidentale** (000-799) - (A00-R99)
- **Cardiovascolare** (390-459) - (I00-I99)
- **Respiratoria** (460-519) - (J00-J99)
- **Tumori maligni** (140-208) - (C00-C97)
- **Metaboliche** (240-279) - (E00-E99)
- **Diabete mellito** (250) - (E10-E14)



Clima Cobenefici di salute Equità

ESITI SALUTE MENTALE

Principali codici diagnostici ICD-9 alla prima dimissione

- **Depressione** (296.2-3, 298.0, 300.4, 309.0, 309.1, 311)
- **Disturbi d'ansia** (300 (300.3, 300.4 and 300.7 excluded), 306, 307.4, 307.8-307.9, 308, 316)

Almeno due prescrizioni in un periodo di 6 mesi:

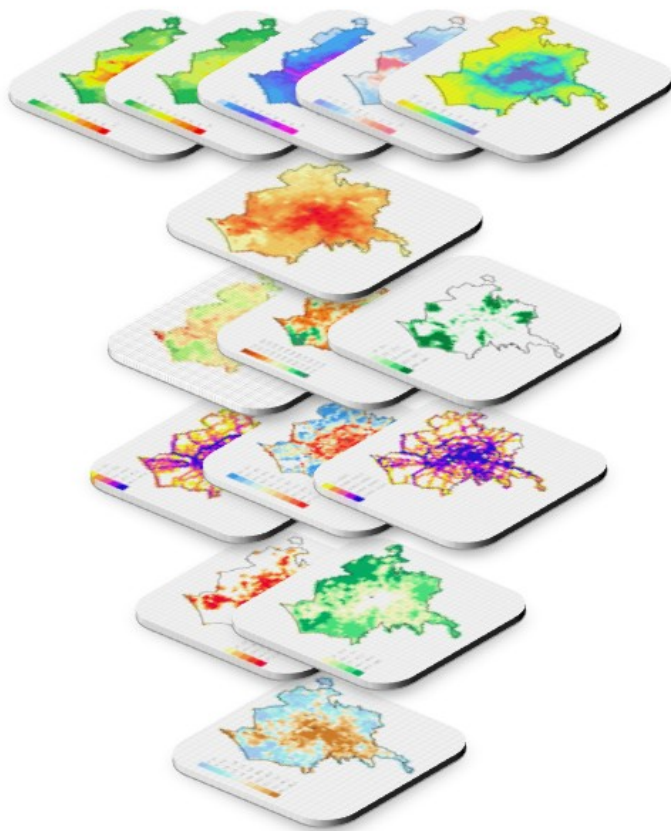
- **Antipsicotici** (ATC code: N05A)
- **Antidepressivi** (N06A)
- **Antiepilettici** (N03A)

Escludere casi prevalenti - dalla popolazione a rischio per ogni outcome considerato

Identificare casi incidenti - dal 2011 al 2019.



Esposizioni ambientali e climatiche nell'indicatore di vulnerabilità ambientale e climatica



Inquinamento
dell'aria

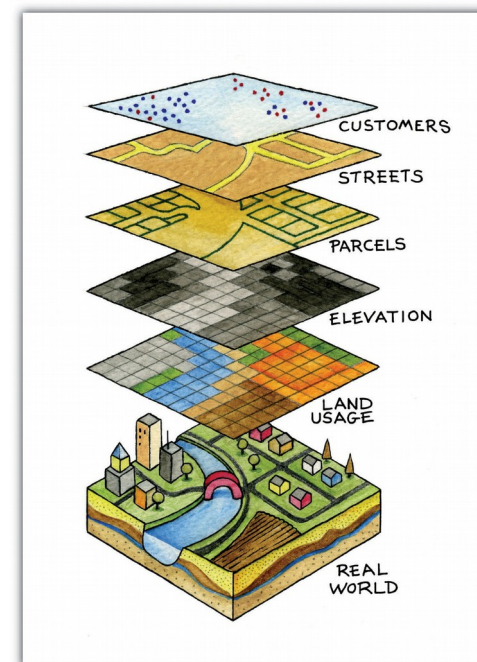
Indicatori
climatici

Infrastrutture
e verdi

Trasporti e mobilità

Caratteristiche
e uso del
territorio

suolo
impermeabile



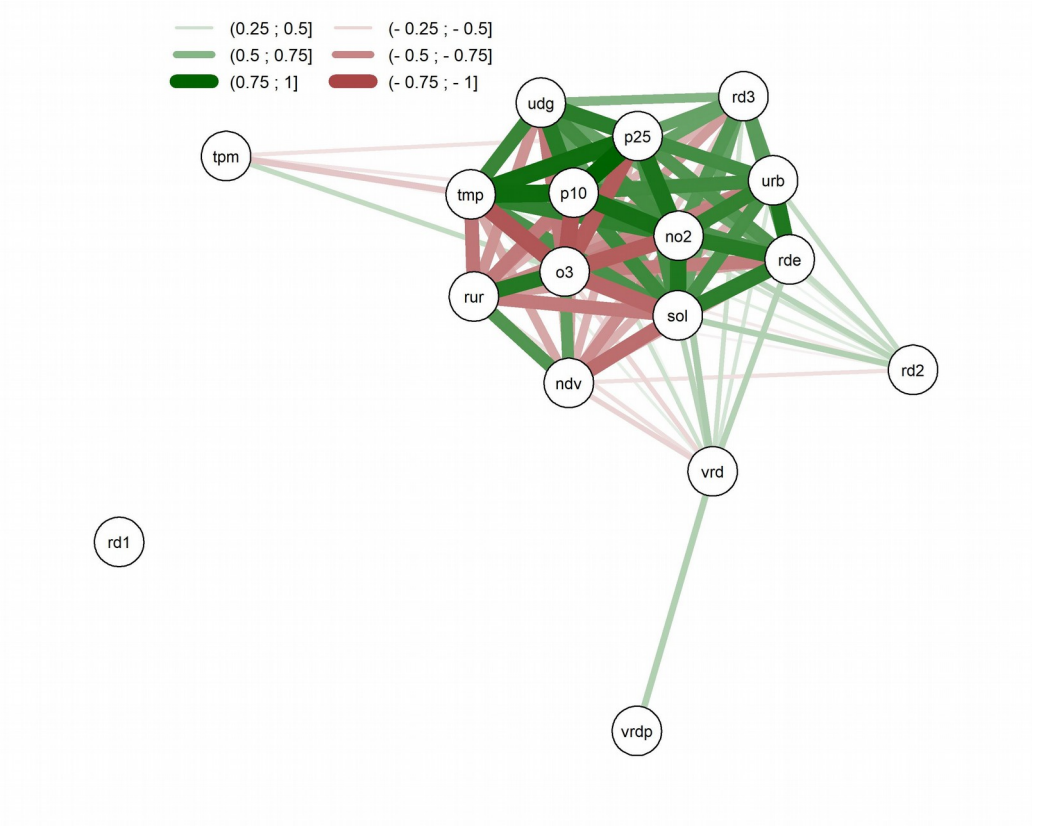
Palermo: Statistiche descrittive di indicatori spaziali per la caratterizzazione della vulnerabilità ambientale e climatica (popolazione 650 mila (2011))

Dimensioni		mean	sd	percentiles				
Indicatori				5°	25°	50°	75°	95°
Popolazione	<i>N° residenti per area</i>	3213.74	4689.10	0.39	48.43	807.65	4876.24	14302.59
Caratteristiche suolo e territorio	<i>% superficie ad uso alta densità abitativa</i>	40.21	36.84	0.00	1.66	32.70	72.20	99.72
	<i>% superficie ad uso bassa densità abitativa</i>	42.22	39.23	0.00	0.07	32.45	80.31	99.74
	<i>Indice soil sealing: impermeabilizzazione del suolo</i>	26.35	21.40	0.00	9.50	21.54	41.09	69.31
	<i>% consumo di suolo/grado urbanizzazione</i>	23.71	7.09	11.17	17.64	27.66	30.00	30.00
Trasporti e Mobilità	<i>densità autostrade (m/m²)</i>	0.16%	0.07%	0.06%	0.10%	0.19%	0.20%	0.24%
	<i>densità strade ad alto scorrimento principali (m/m²)</i>	0.18%	0.15%	0.02%	0.07%	0.13%	0.21%	0.45%
	<i>densità strade ad alto scorrimento secondarie (m/m²)</i>	0.22%	0.15%	0.02%	0.11%	0.19%	0.34%	0.46%
	<i>densità strade locali (m/m²)</i>	0.69%	0.58%	0.04%	0.20%	0.55%	1.04%	1.83%
Inquinamento dell'aria	<i>qualità dell'aria (PM2.5) (µg/m³)</i>	11.22	0.93	9.45	10.77	11.42	11.95	12.36
	<i>qualità dell'aria (PM10) (µg/m³)</i>	20.40	2.65	15.52	18.39	21.31	22.50	23.66
	<i>qualità dell'aria (NO2) (µg/m³)</i>	13.45	5.64	5.61	7.99	14.10	17.78	23.08
	<i>qualità dell'aria (O3) (µg/m³)</i>	65.89	9.05	53.83	58.80	63.88	72.45	82.41
Indicatori climatici	<i>temperatura (°C)</i>	23.75	1.56	20.52	22.88	24.34	24.95	25.33
	<i>precipitazioni stagionali e siccità</i>	765.73	65.09	698.64	724.91	755.87	768.07	909.89
Infrastrutture verdi	<i>Indice di vegetazione (NDVI 2015)</i>	0.46	0.13	0.22	0.38	0.49	0.55	0.64
	<i>% superficie di verde pubblico</i>	0.64	1.12	0.00	0.06	0.27	0.68	2.67
	<i>disponibilità di verde pubblico pro capite (m²/ab)</i>	2.38	8.44	0.02	0.21	0.61	1.28	6.55



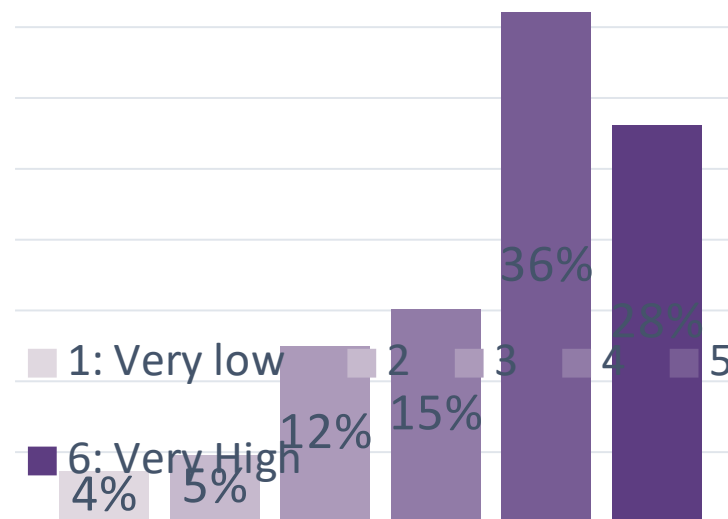
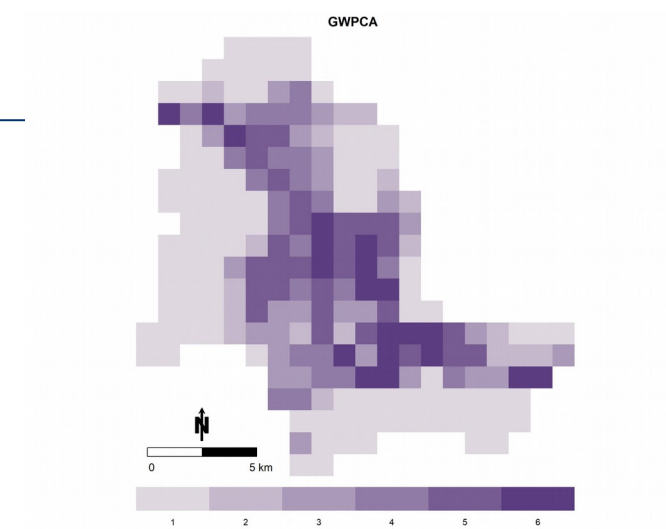
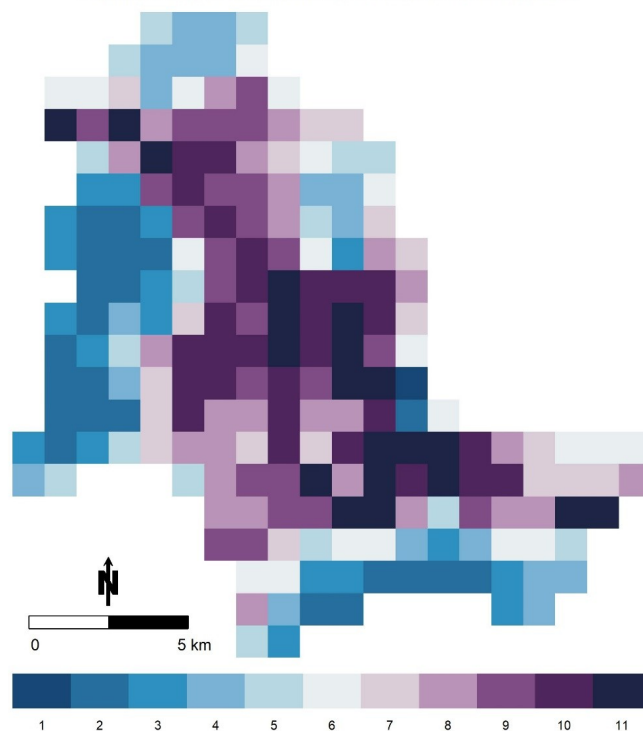
Palermo: Correlazione indicatori spaziali

urb	% urban use
rur	% rural use
rd1	Road density (FRC 0)
rd2	Road density (FRC 1:3)
rd3	Road density (FRC 4:5)
rde	Road density (FRC 6:8)
vrđ	Urban green
ndv	NDVI
vrđp	Green pro-cap
soil	Soil sealing index
udgr	Urban degree
tpm	Precipitazioni 2008-2009
p25	PM _{2.5}
p10	PM ₁₀
no2	NO ₂
o3	O ₃
tmp	Temp



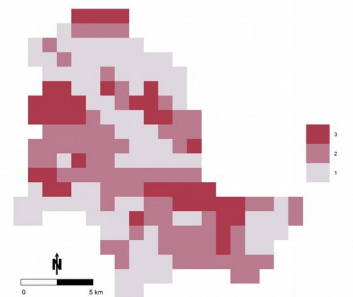
Palermo: La vulnerabilità ambientale e climatica

Palermo: Indice di vulnerabilità ambientale e climatica



Palermo: Mappa bivariata, Identificazione delle aree ad elevata vulnerabilità climatica e sociale

Deprivazione
sociale



Vulnerabilità
climatica
ambientale



Deprivation index	Vulnerability environmental index		
	Low	Medium	High
1: low	7.0%	18.4%	14.3%
2	7.3%	25.7%	7.8%
3: high	6.5%	7.0%	5.9%



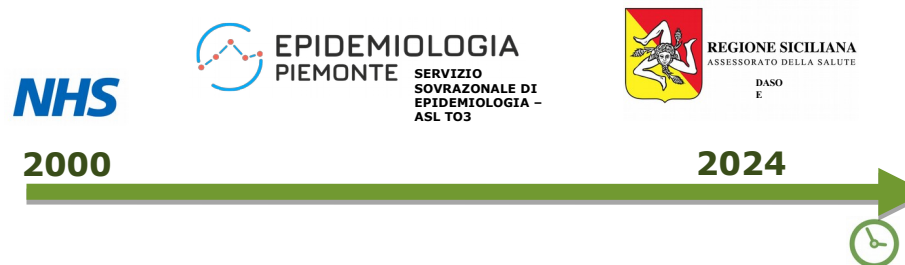
Health Action Zone



Le **disuguaglianze di salute** continuano a rappresentare importanti sfide per la sanità pubblica a livello globale e sono radicate in una complessa serie di disuguaglianze sociali, politiche ed economiche [1-2].

In questo contesto lo strumento HAZs è stato sviluppato da:

Obiettivi:



Suddividere la Regione in **aggregati territoriali (HAZ)** più piccoli dei distretti sanitari.

Calcolare **tre indici** per ciascuna HAZ

1. Marmot M. Social justice, epidemiology and health inequalities. European Journal of Epidemiology 2017
2. Lawrence O Gostin et al. Health Inequalities. The Hastings Center report 2020. razionale

Tre Indici



TF 2017-2019

SDO e
ReNCaM



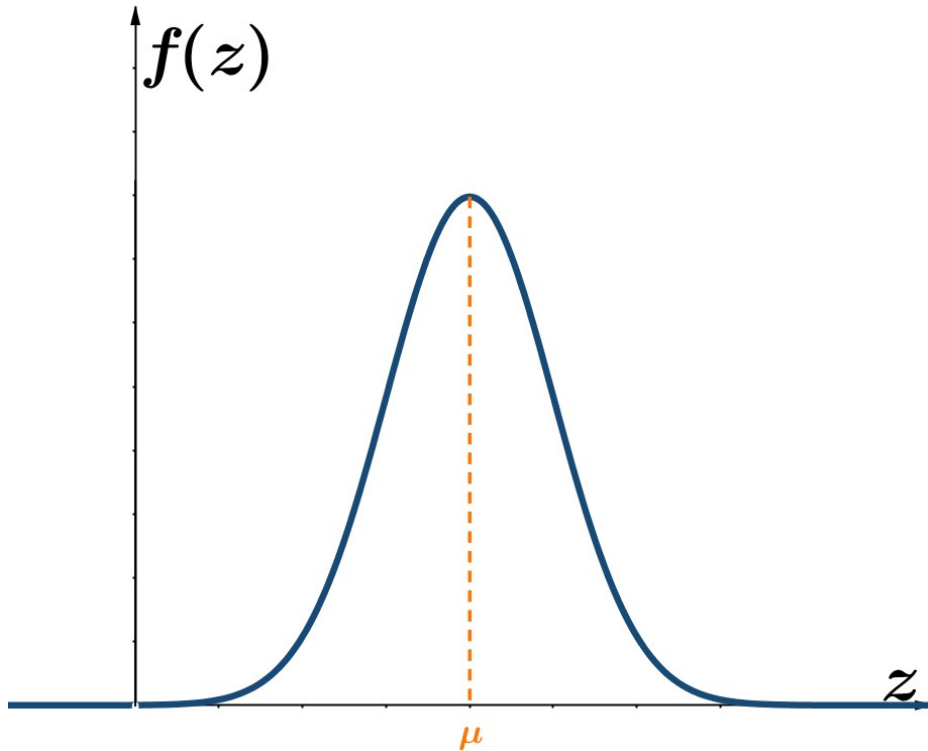
Disagio Sociale + Bisogno di Salute = Indice Sintetico

- Basso livello di educazione (15-60aa)
- Soggetti inattivi fra gli adulti (15-64aa)
- Affollamento abitativo
- Provenienti da Paesi a forte pressione Migratoria (PFPM)

- Tasso interruzioni volontarie di gravidanza
- Tasso di ospedalizzazione per incidenti (scala MAIS)
- Tasso di ospedalizzazione per patologie mentali evitabili
- Anni di vita persi a 75 anni

Focus

Distribuzione Z



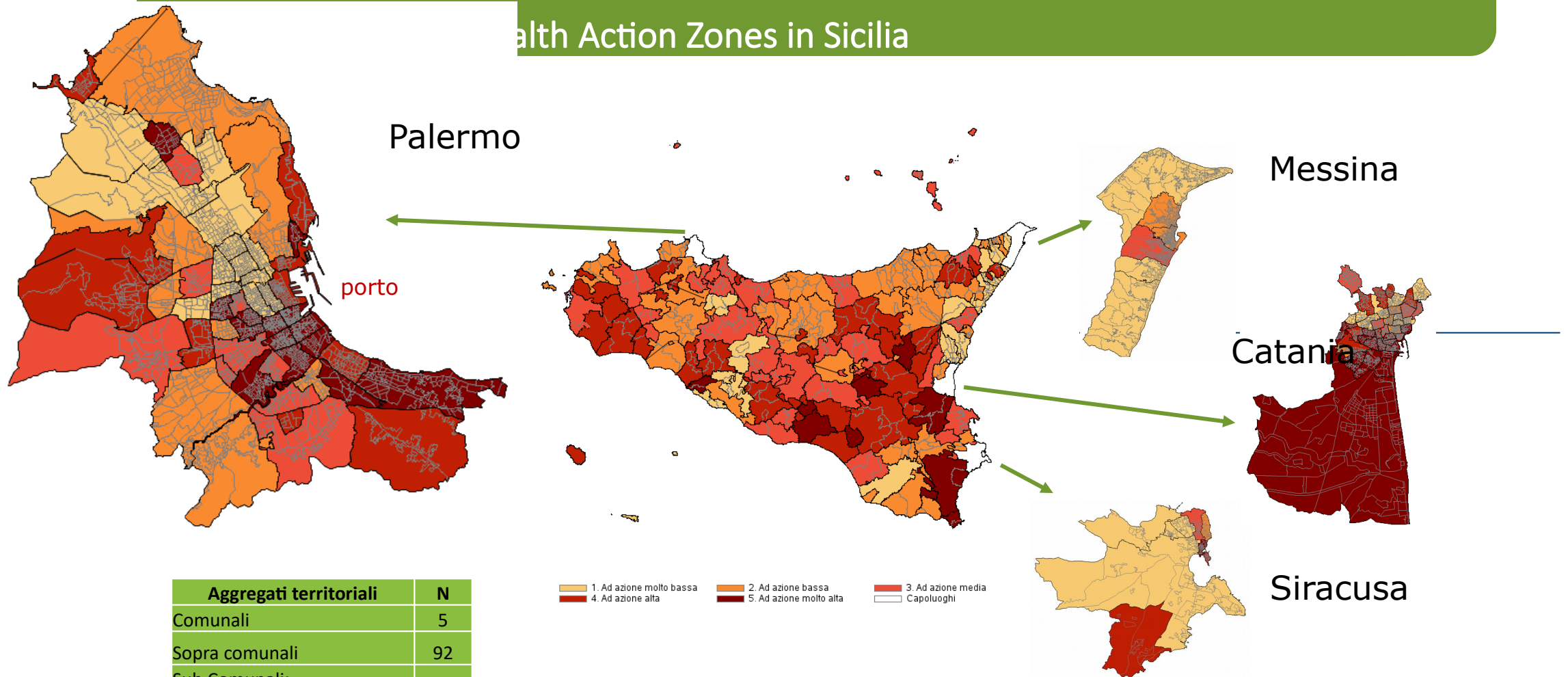
$$Z = (x - \mu) / \sigma$$

- x è il valore da standardizzare
- μ è la media della distribuzione
- σ è la deviazione standard della distribuzione

e equiparabili distribuzioni con grandezze differenti, sulla base della loro distanza dal valore medio

Risultati

Health Action Zones in Sicilia



Aggregati territoriali	N
Comunali	5
Sopra comunali	92
Sub Comunali:	
- UPL Palermo	54
- Quartieri Catania	42
- Circoscrizioni Messina	6
- Quartieri Siracusa	9
Totale	208

1. Ad azione molto bassa
 2. Ad azione bassa
 3. Ad azione media
 4. Ad azione alta
 5. Ad azione molto alta
 Capoluoghi

Livello territoriale	numero HAZ	HAZ - Zone di azione per la salute	ASP	Distretto Sanitario	Indice di disagio sociale (distribuzione Z)	Indice di bisogno di salute (distribuzione Z)	Indice sintetico di disagio sociale e bisogno di salute HAZ (distribuzione Z)	Zona di azione per disagio sociale	Zona di azione per bisogno di salute	Zona di azione per la salute HAZ
Sub_Comunali	1	1-Acquasanta	PALERMO	PALERMO	4,05	-0,10	3,96	Molto disagiata	Nella media	Ad azione molto alta
Sub_Comunali	5	5-Altarello - Tasca Lanza	PALERMO	PALERMO	1,60	0,92	2,52	Disagiata	Poco sana	Ad azione alta
Sub_Comunali	6	6-Arenella_Vergine_Maria	PALERMO	PALERMO	2,11	0,38	2,49	Molto disagiata	Poco sana	Ad azione alta
Sub_Comunali	11	11-Boccadifalco - Baida	PALERMO	PALERMO	0,24	-0,38	-0,15	Nella media	Nella media	Ad azione media
Sub_Comunali	12	12-Bonagia	PALERMO	PALERMO	0,06	2,72	2,78	Nella media	Per niente sana	Ad azione alta
Sub_Comunali	14	14-Borgo Nuovo	PALERMO	PALERMO	2,19	0,89	3,07	Molto disagiata	Poco sana	Ad azione alta
Sub_Comunali	15	15-Borgo Vecchio - Principe Scordia	PALERMO	PALERMO	4,39	-2,14	2,25	Molto disagiata	Molto sana	Ad azione alta
Sub_Comunali	16	16-Brancaccio Conte Federico	PALERMO	PALERMO	3,23	3,33	6,56	Molto disagiata	Per niente sana	Ad azione molto alta
Sub_Comunali	19	19-Cantieri	PALERMO	PALERMO	2,92	-0,92	2,00	Molto disagiata	Sana	Ad azione alta
Sub_Comunali	22	22-Castellammare o Loggia	PALERMO	PALERMO	4,64	0,15	4,79	Molto disagiata	Nella media	Ad azione molto alta
Sub_Comunali	24	24-Chiavelli - S.Maria di Gesù	PALERMO	PALERMO	0,40	-1,74	-1,34	Disagiata	Molto sana	Ad azione media
Sub_Comunali	25	25-Ciaculli Croce Verde	PALERMO	PALERMO	2,19	-0,89	1,29	Molto disagiata	Sana	Ad azione alta
Sub_Comunali	32	32-Corso dei Mille - S.Erasmo	PALERMO	PALERMO	4,39	3,47	7,85	Molto disagiata	Per niente sana	Ad azione molto alta
Sub_Comunali	36	36-Croci - Ruggiero Settimo	PALERMO	PALERMO	-4,22	-3,80	-8,01	Molto agiata	Molto sana	Ad azione molto bassa
Sub_Comunali	37	37-Cruillas	PALERMO	PALERMO	-1,04	-0,75	-1,79	Agiata	Nella media	Ad azione bassa
Sub_Comunali	38	38-Cuba - Calatafimi	PALERMO	PALERMO	-0,17	-0,15	-0,32	Nella media	Nella media	Ad azione media
Sub_Comunali	40	40-Falsomiele Borgo Olivia	PALERMO	PALERMO	1,78	-2,74	-0,97	Disagiata	Molto sana	Ad azione media
Sub_Comunali	48	48-Leonardo da Vinci - Di Blasi	PALERMO	PALERMO	-4,37	-0,96	-5,32	Molto agiata	Sana	Ad azione molto bassa
Sub_Comunali	52	52-Malaspina - Leonardo da Vinci	PALERMO	PALERMO	-5,14	0,77	-4,36	Molto agiata	Poco sana	Ad azione molto bassa
Sub_Comunali	53	53-Marchese di Villabianca - Sampolo	PALERMO	PALERMO	-4,48	-1,15	-5,63	Molto agiata	Sana	Ad azione molto bassa
Sub_Comunali	54	54-Mezzomonreale	PALERMO	PALERMO	-0,69	-1,50	-2,19	Nella media	Sana	Ad azione bassa
Sub_Comunali	55	55-Monte di Pietà o Seralcadi	PALERMO	PALERMO	9,85	0,18	10,04	Molto disagiata	Nella media	Ad azione molto alta
Sub_Comunali	57	57-Montegrappa	PALERMO	PALERMO	1,17	-1,62	-0,45	Disagiata	Sana	Ad azione media
Sub_Comunali	58	58-Montepellegrino	PALERMO	PALERMO	-1,55	-1,10	-2,64	Agiata	Sana	Ad azione bassa



Considerazioni/conclusioni

L'Italia è un Paese vulnerabile ai cambiamenti climatici e in particolare alle ondate di calore, che andranno a intensificarsi entro la fine di questo secolo, diventando sempre più intense e frequenti

Scenari di riduzione dell'effetto dell'isola di calore urbano possono essere associati a riduzioni della mortalità.

In relazione alle caratteristiche microclimatiche e urbanistiche di una città, il verde urbano deve essere affiancato a misure urbanistiche su edifici, strutture urbane e superfici impermeabili finalizzate a ridurre assorbimento di calore e radiazione solare.



***Grazie per l'attenzione.....
walter.pollina.ext@regione.sicilia.it***

