

SCHEDA 12

LE INCIDENZE DELL'EMERGENZA CLIMATICA SULLA SALUTE IN ITALIA

SOMMARIO: Il quadro generale di insicurezza dei determinanti della salute; - Incidenza sulla salute psico-fisica; - Insicurezza nell'accesso e nell'utilizzo dell'acqua; - Insicurezza alimentare; - Insicurezza abitativa.

(Tutti i documenti sono linkabili)

IL QUADRO GENERALE DI INSICUREZZA DEI DETERMINANTI DELLA SALUTE

Le manifestazioni dell'emergenza climatica in Italia incidono ovviamente su tutti i determinanti della salute dei suoi abitanti.

Già nel 2007, APAT, poi confluito in ISPRA, ha pubblicato il Report *Cambiamenti climatici ed eventi estremi. Rischi per la salute in Italia*, 2007, nonché ISPRA, *Impatti, vulnerabilità e adattamento*, e ora SNPA, *Rapporto sugli indicatori di impatto dei cambiamenti climatici. Edizione 2021*, inerente gli impatti dei cambiamenti climatici sulle risorse naturali e sui settori socio-economici italiani, un capitolo (il 6.9) appositamente dedicato alla salute umana.

Ma informazioni sul nesso tra manifestazioni dell'emergenza climatica e salute umana in Italia sono desumibili da diverse altre fonti, come il *Country Profile* dell'*European Climate and Health Observatory* dell'EEA e quello dell'OMS/UNFCCC, con l'appoggio del Ministero della Salute italiano, dell'ISS e del CNR, nel 2018. Quest'ultimo, tra l'altro, ha elaborato scenari di rischio secondo l'approccio olistico richiesto dall'Accordo di Parigi, denominandoli "vision Planetary Health" (Lucentini, Di Benedetto, Neville, *Gli effetti del cambiamento climatico sulla salute in Italia nella vision "planetary health"*, ne *Il Cesalpino. Rivista dell'Ordine dei Medici di Arezzo*, 2019, numero monografico, 10-16; Lauriola, Serafini, Santamaria *et al.*, *Family doctors to connect global concerns due to climate change with local actions: State-of-the art and some proposals*, in *13 World Medical & Health Policy*, 2, 2021, 199-223).

I profili che emergono corrispondono a quelli censiti dalla letteratura internazionale sugli impatti del cambiamento climatico sulla salute umana.

Del resto, proprio in ragione di tale corrispondenza ubiqua sulle conseguenze per le persone, quella climatica è rubricata anche come emergenza sanitaria anch'essa planetaria (Harmer, Eder, Gepp, Leetz *et al.*, *WHO should declare climate change a public health emergency*, in *BMJ*, 368, 2020, 1-3).

Pertanto, anche con riguardo all'Italia si parla di:

- malattie legate al clima (c.d. *climate-sensitive diseases*), primariamente quelle respiratorie (come asma o allergie a causa dell'aumento dei pollini) e cardiovascolari;
- malattie di origine alimentare, provocate dall'insicurezza alimentare e dalla contaminazione dell'acqua potabile;
- aumento morbilità;
- aumento tassi di infezione tramite vettori, come la malaria, la dengue e la malattia di Lyme, favoriti dalle temperature più alte;
- eco-ansia (solastalgia) e depressione;
- stress per colpi di calore;
- decessi legati al caldo estremo;
- annegamento e folgorazione in presenza di eventi estremi;
- disturbi da evento traumatico (per perdita beni, affetti, paura degli eventi estremi ecc...);
- compromissione degli stati di gravidanza, della fertilità e nei processi epigenetici.

A questo quadro va aggiunta la mortalità per gli sbalzi di temperatura e per l'aumento delle concentrazioni di gas serra, quindi

- morti attribuibili alle ondate di calore antropogeniche, destinate ad aumentare nel tempo (Vicedo-Cabrera, Scovronick, Sera, *et al.*, *The burden of heat-related mortality attributable to recent human-induced climate change*, in *Nature Climate Change*, 11, 2021, 492-500; Martínez-Solanas, Quijal-Zamorano, Achebak, Petrova *et al.*, *Projections of temperature attributable mortality in Europe: a timeseries analysis in 147 contiguous regions*, 7, 2021, E446-E454), particolarmente nella regione mediterranea, inclusa l'Italia,

- ma anche morti legate al troppo freddo (Zaho, Guo, Ye, Gasparrini *et al.*, *Global, regional, and national burden of mortality associated with non-optimal ambient temperatures from 2000 to 2019: a three-stage modelling study*, in *The Lancet Planetary Health*, 7, 2021, E425-E425),

- e morti legate all'aumento di concentrazioni di ozono, gas serra e inquinamento (Orru, Åström, Andersson, Tamm *et al.*, *Ozone and heat-related mortality in Europe in 2050 significantly affected by changes in climate, population and greenhouse gas emission*, in *14 Environmental Research Letters*, 7, 2019, 074013).

Il quadro che emerge profila un progressiva perdita di sicurezza dei determinanti della salute, intendendo la sicurezza nella doppia prospettiva (e nel doppio significato) di mantenimento nel tempo delle proprie condizioni e qualità individuali di vita (come *safety*) e di mantenimento del tempo delle possibilità di accesso a tutti i beni vitali e servizi di supporto a quella qualità della vita (come *security*), tanto da indurre a prospettare un futuro di perenne insicurezza, definita "routine" emergenziale (UNEP, *Climate change and security risks*; Cohen, *Preparing for and responding to routine "emergency" threats to our security*, 2021; Stierwalt, *8 Ways climate change puts your safety at risk*, in *Scientific American*, 2017; EFSA, *Climate change and food safety*; Maggiore, Ana Afonso, Federica Barrucci, Giacomo De Sanctis, *Climate change as a driver of emerging risks for food and feed safety, plant, animal health and nutritional quality*, EFSA, 2020).

Questa progressiva perdita di sicurezza si coniuga con ulteriori fattori di contesto, come la qualificazione soggettiva del proprio benessere (Facchinetti, Siletti, *Well-being Indicators: a review and comparison in the context of Italy*, in *Social Indicators Research*, 159, 2022, 523-547; Beja, *Subjective Well-Being. Approach to environmental valuation: evidence for greenhouse gas emissions*, in *Social Indicators Research*, 109, 2012, 243-266) e la trasformazione del contesto ecoregionale di vita (Bonardo, Quondamstefano, *Measuring Well-Being in Italian (Eco)regions*, in *Social Indicators Research*, 2020).

Espressione sintomatica di questa percezione di insicurezza come "safety" e "security" è la *Lettera aperta a voi adulti, giovani di ieri*, del 25 settembre 2021, di *Friday for Future Italia*.

INCIDENZA SULLA SALUTE PSICO-FISICA

Pertanto, risulta ineluttabile la perdita progressiva delle condizioni di sicurezza del benessere psico-fisico della persona.

1. Aumento esposizione a malattie trasmissibili

Sul piano della sicurezza fisica, per esempio, gli abitanti italiani sono destinati a un'esposizione crescente alle malattie trasmissibili (Wu, Lu, Zhou, Chen, *Impact of climate change on human infectious diseases. Empirical evidence and human adaptation*, in *Environmental International*, 86, 2016, 14-23) e alle zoonosi (Leal Filho, Ternova, Parasnis, Kovaleva, *Climate Change and Zoonoses: A Review of Concepts, Definitions, and Bibliometrics*, in *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19, 2022, 893).

2. Diffusione dell'eco-ansia

Sul piano, invece, della stabilità psichica, è prevista la diffusione delle forme di c.d. solastalgia o eco-ansia (Innocenti, Santarelli, Faggi, Castellini *et al.*, *Psychometric properties of the Italian version of the climate change anxiety scale*, in *The Journal of Climate Change and Health*, 3, 2021, 100080; Charlson, Ali, Benmarhnia, Pearl *et al.*, *Climate change and mental health: a scoping review*, in

International Journal of Environmental Research and Public Health, 18, 2021, 4486; Frumkin, *Hope, health, and the climate crisis*, in *The Journal of Climate Change and Health*, 5, 2022, 100115; Baudon, Jachens, *Scoping review of interventions for the treatment of Eco-Anxiety*, in *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 2021, 9636; Soutar, Wand, *Understanding the spectrum of anxiety responses to climate change: a systematic review of the qualitative literature*, in *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19, 2022, 990; Ágoston, Csaba, Nagy, K"ováry et al., *Identifying types of eco-anxiety, eco-guilt, eco-grief, and eco-coping in a climate sensitive population: a qualitative study*, in *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19, 2022, 2461; Kingsland, *Climate change and mental health: Expert tips on how to cope*, in *Medical News Today*, February 21, 2022; Berry, Bowen, Kjellstrom, *Climate change and mental health: a causal pathways framework*, in *55 International Journal of Public Health*, 2, 2010, 123-132).

Già oggi è calcolato che il 45% delle persone tra i 16 e i 25 anni soffre di *eco-ansia* (Hickman, Marks, Pihkala, Clayton et al., *Climate anxiety in children and young people and their beliefs about government responses to climate change: a global survey*, in *5 The Lancet Planetary Health*, 22, 2021, E863-E873).

Il dato è destinato ad aumentare, perché, con l'aumentare delle manifestazioni dell'emergenza climatica, la percezione diffusa del rapido e peggiorativo cambiamento diventerà sempre più evidente e facilmente osservabile (Graham, Harrison, Lampard, *Public perceptions of climate change and its health impacts: taking account of people's exposure to floods and air pollution*, in *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19, 2022, 2246).

3. Compromissione degli stati di gravidanza, fertilità e condizionamenti epigenetici

I cambiamenti climatici peggiorano l'inquinamento atmosferico e favoriscono condizioni meteorologiche estreme che possono determinare gravi impatti sulla salute durante e dopo la gravidanza (nascite premature, basso peso alla nascita, bambini nati morti, effetti sullo sviluppo del cervello ecc.: cfr. UCLA San Francisco, *Program on Reproductive Health and the Environment*; Schifano, Asta, Dadvand, Davoli et al., *Heat and air pollution exposure as triggers of delivery*, in *Environment International*, 88, 2016, 153-156).

Le stesse ondate di calore incidono sulla natimortalità (Reali, Toffol, *Cambiamento climatico: effetti delle ondate di calore sulla natimortalità*, in *24 Quaderni ACP*, 24, 6, 2017, 1).

Ma le manifestazioni dell'emergenza climatica sono destinate a incidere pure sulla fertilità (Heerwaarden, Sgrò, *Declining male fertility increases climate change vulnerability*, in *Nature Communications*, 12, 2021, 2214).

Sono studiati anche gli impatti epigenetici delle trasformazioni ambientali indotte dal cambiamento climatico (Bollati, Baccarelli, *Environmental Epigenetics*, in *Heredity* 105, 2010, 105-112, e, con riferimento all'area del Mediterraneo, Gaudi, Mancini, *Epigenetics in the Mediterranean area: genome-pollution interaction*, paper presented in the 19th International MESAEP Symposium, Rome-Italy from October 4-6, 2017).

4. Aumento dell'insicurezza della salute psico-fisica dei minori

La sicurezza della salute dei minori è un punto molto delicato nella considerazione degli impatti delle manifestazioni dell'emergenza climatica, tanto da costituire oggetto di un apposito *focus* a COP26 (*Climate change, food insecurity, and child health*, 2021).

Gli elementi che mettono a rischio la sicurezza della stabilità psico-fisica dei minori sono omoltreplici (Arpin, Gauffin, Kerr, Hjern, Mashford-Pringle, Barros, Rajmil, Choonara, Spencer, *Climate change and child health inequality: a review of reviews*, in *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 2021, 10896; Pass Philipsborn, Chan, *Climate change and global child health*, in *141 Pediatrics*, 6, 2018, 1-5), in quanto intrecciati non solo con i

fattori strettamente personali ma anche di contesto familiare sia economico-sociale che appunto di sicurezza della salute degli adulti.

In Italia, i dati offrono un quadro molto preoccupante della condizione dei minori: nel 2021, secondo stime Istat, è salito al 13,6% la quota di bambini e ragazzi in povertà assoluta, mentre Save the Children, ha dedicato due studi al tema (*I diritti dell'infanzia e dell'adolescenza in Italia: rapporto CRC 2021*, e *Nati in crisi climatica*, 2021).

5. Inquinamento diffuso

Un recente documento il gruppo GARD Italia (Alleanza nazionale contro le malattie respiratorie croniche) ha presentato gli elementi fondanti per mitigare contestualmente gli impatti sulla salute sia dell'inquinamento atmosferico che dei cambiamenti climatici, processi tra loro connessi e quindi da contrastare sinergicamente, evidenziando come l'assenza di sinergia implichi la carenza di efficacia di qualsiasi misura adottabile (Toffol, Uga, Reali, *Inquinamento atmosferico e cambiamenti climatici, un nuovo documento di GARD Italia*, in *27 Quaderni ACP*, 6, 2020, 2).

6. Trasformazione dell'Italia in territorio ospite di virus

In conseguenza del cambiamento climatico, in Italia, si assiste anche alla ricomparsa o recrudescenza di agenti infettivi precedentemente endemici (tra i quali il poliovirus, presente in paesi limitrofi, e il bacillo della tubercolosi) nonché all'arrivo di nuove malattie esotiche trasmissibili, come Dengue, Chikungunya (Rezza, Nicoletti, Angelini, Romi *et al.*, *Infection with chikungunya virus in Italy: an outbreak in a temperate region*, in *370 The Lancet*, 2007, 1840-1846), Zika, Febbre del Congo-Crimea, Febbre del Nilo (Toffol, Reali, *Cambiamento climatico e salute in Italia: evidenze dal progetto Climate and Health Country Profile dell'Organizzazione Mondiale della Sanità*, in *25 Quaderni ACP*, 2, 2018, 1; Reali, *Cambiamenti climatici e malattie trasmesse da vettori*, in *25 Quaderni ACP*, 2, 2018, 51).

Un dato significativo è che la capacità di acquisire virus, e trasmetterli a un ospite suscettibile, è aumentata del 50% in quasi 40 anni.

Questo vuol dire che l'idoneità climatica per il virus sta aumentando in Italia, per cui se, per esempio, una zanzara infettata dal virus arriva sul territorio italiano, troverà l'ambiente adatto per trasmettere la malattia (Manica, Filipponi, D'Alessandro, Screti *et al.*, *Spatial and Temporal Hot Spots of Aedes albopictus Abundance inside and outside a South European Metropolitan Area*, in *10 PLOS neglected Tropical Diseases*, 6, 2016).

INSICUREZZA NELL'ACCESSO E NELL'UTILIZZO DELL'ACQUA

Problematico si profila altresì il futuro dell'accesso all'acqua (in termini quindi di disponibilità) e di utilizzo della stessa (in termini di salubrità).

Le ragioni di questa insicurezza derivano dai processi di desertificazione, dalla riduzione delle risorse idriche e dall'aumento dei fenomeni siccitosi, quindi dalle modifiche del ciclo idrologico e dal conseguente aumento dei rischi (Martano, Delle Rose, *Clima e risorse idriche tra atmosfera e sottosuolo*, in *Ithaca*, XV, 2020, 69-80).

In più, come rilevato da SNPA, la quantità di acqua immagazzinata nella neve (*Snow Water Equivalent*) è ormai ai valori minimi osservati negli ultimi vent'anni nel periodo invernale.

Infine, il cambiamento climatico sta deformando l'intero ciclo dell'acqua dolce, tra l'altro molto più velocemente di quanto si stimasse in precedenza (Sohail, Zika, Irving, *et al.*, *Observed poleward freshwater transport since 1970*, in *Nature*, 602, 2022, 617-622), facendo aumentare anche le temperature estreme delle acque dei laghi (Woolway, Albergel, Frölicher *et al.*, *Severe lake heatwaves attributable to human-induced global warming*, in *Geophysical Research Letters*, 49, 2022, e2021GL097031).

La gravità di questo rischio era stato già evidenziato dal progetto CircE del Ministero dell'Ambiente del 2014, in cui, tra le conseguenze previste, figura anche la diminuzione dei deflussi

superficiali nei corsi d'acqua e di quelli profondi che ricaricano gli acquiferi.

Secondo le proiezioni più recenti (ISPRA-TEA, *Transizione ecologica aperta. Dove va l'ambiente italiano?*, 2021), la disponibilità media annua di acqua si potrebbe ridurre da un minimo del 10% entro il 2030, adottando un approccio di mitigazione aggressivo, a un massimo del 40% entro il 2100 (con picchi del 90% per il Sud Italia) nel caso le emissioni di gas serra rimanessero invariate.

L'aggravamento del problema delle risorse idriche, come rilevato da ASVIS, mette in discussione l'effettivo conseguimento per l'Italia del *Goal 6* dei 17 *SDGs* ONU per il 2030.

Il degrado della qualità dell'acqua è destinato ad aumentare (Gupta, Sing, Verma, Chandel *et al.*, *Impact of climate change and water quality degradation on food security and agriculture*, in *Water conservation in the era of global climate change*, 2021, 1-22).

INSICUREZZA ALIMENTARE

1. Povertà di risorse nutritive e perdita di stili alimentari

In Italia le persone a rischio di povertà alimentare o insicurezza alimentare sono il 22,3% dell'intera popolazione, con un tasso che varia a livello regionale. Questo tasso è destinato ad aumentare con l'acuirsi dell'emergenza climatica e i suoi impatti ecosistemici e sociali (Marchetti, Secondi, *The economic perspective of food poverty and (in)security: an analytical approach to measuring and estimation in Italy*, in *Social Indicators Research*, 2022, 1-26).

Le risorse nutritive maggiormente colpite dagli eventi dannosi del cambiamento climatico sono e saranno sempre più i beni primari di sostentamento: verdure, carne e pesce. Il dato è stato denunciato a livello globale dall'IPCC, con lo *Special Report on Climate Change and Land, Chapter V: Food security*, del 2019.

Anche i regimi alimentari individuali saranno condizionati (FAO, *Valuation of the health and climate-change benefits of healthy diets*, 2020).

Ma l'insicurezza alimentare intreccia tutte le manifestazioni dell'emergenza climatica (ISDE Italia, *Position Paper. Cambiamenti climatici, salute, agricoltura e alimentazione*, 2018).

2. Perdita di raccolti agricoli e sfasamenti stagionali nelle coltivazioni

Per esempio, sul fronte della produzione agricola, le perdite di produzione indotte dal cambiamento climatico saranno compromessi non solo dalla siccità e dalla desertificazione, ma anche dalla diffusione di patogeni delle piante (Chaloner, Gurr, Bebber, *Plan pathogen infection risk tracks global crop yields under climate change*, in *Nature Climate Change*, 11, 2021, 710–715.).

In tutta Europa, la perdita dei raccolti agricoli a causa della siccità è triplicata negli ultimi cinquant'anni (Brás, Seixas, Carvalhais, Jägermeyr, *Severity of drought and heatwave crop losses tripled over the last five decades in Europe*, in *Environmental Research Letters*, 16, 2021, 065012).

Particolarmente grave è l'aumento dei fenomeni di sfasamento stagionale. Secondo Coldiretti, in Italia l'eccezionalità degli eventi atmosferici è ormai diventata la norma con una tendenza alla tropicalizzazione che, manifestandosi con una più elevata frequenza di precipitazioni brevi e intense, con rapido passaggio dal sole al maltempo e sbalzi termici significativi, determina sulle coltivazioni appunto costanti sfasamenti stagionali (quindi incapacità di adattamento rapido da cambi di condizioni stagionali improvvise), che compromettono il rendimento agricolo.

In più, le aree agricole in pendenza sono addirittura più minacciate dal cambiamento climatico rispetto alla media della superficie agricola globale, interessando tutti i territori collinari e di basa montagna italiani (Wang, Pijl, Tarolli, *Future climate-zone shifts are threatening steep-slope agriculture*, in *Nature Food*, 2022).

3. Aumento dei fenomeni di essiccazione

Il citato *Special Report on Climate Change and Land, Chapter V: Food security* dell'IPCC calcola, con dati sino al 2019, che la tendenza all'essiccazione ha portato a cali di resa delle coltivazioni del 5% o superiori (p. 453).

4. Diminuzione o estinzione delle coltivazioni autoctone

Accanto al calo di resa, tuttavia, si aggiungerà l'estinzione delle coltivazioni autoctone, come l'ulivo o le vigne. Secondo l'EEA (*Economic losses from climate-related extremes in Europe*), l'aumento delle temperature stravolgerà la vita degli ulivi, con impatti sulle risposte fenologiche, che inciderà sulla produzione (pag. 45). La produzione dell'intero comparto è destinata alla diminuzione, con punte fino a -15%, (Fraga, Pinto, Viola, Santos, *Climate change projections for olive yields in the Mediterranean Basin*, in *International Journal of Climatology*, 40, 2020, 769-781).

5. Compromissione degli allevamenti

Anche l'allevamento risulta compromesso. Le capacità degli animali di riprodursi, crescere e fornire nutrienti (a partire dal latte) è destinata alla diminuzione, dato che l'instabilità climatica inciderà sulla crescita e la qualità dei pascoli e delle colture foraggere, in aggiunta alla desertificazione e alla scarsità dell'acqua (Cheng, McCarl, Fei, *Climate Change and Livestock Production: A Literature Review*, in *Atmosphere*, 13, 2022, 140).

6. Compromissione delle risorse ittiche

Le risorse ittiche risulteranno sempre più compromesse da diversi fattori (FAO, *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture*, 2018).

Il processo di deossigenazione delle acque provocherà estinzioni di specie, mentre il riscaldamento della temperatura accelererà la tropicalizzazione degli ambienti acquatici, con avanzamento di specie aliene nocive o tossiche, come meduse e alghe (Oschlies, *A committed fourfold increase in ocean oxygen loss*, in *Nature Communications*, 12, 2021, 2307; Hilmi, Farahmand, Lam, Cinar et al., *The Impacts of Environmental and Socio-Economic Risks on the Fisheries in the Mediterranean Region*, in *Sustainability*, 13, 2021, 10670; WWF, *The climate change effect in the Mediterranean*, 2021).

INSICUREZZA ABITATIVA

Il contesto italiano presenta una certa fragilità abitativa (Fiorino, Perini, Salvati, *Diffusione urbana e cambiamento climatico: percorsi di (in)sostenibilità a livello locale?*, in *Scienze del territorio*, 3, 2015) non solo per la struttura stessa delle sue aree urbane, esacerbate da regimi termometrici intensi e precipitazioni maggiormente impattanti rispetto alle aree rurali o extraurbane, ma anche per la diffusa esposizione delle singole abitazioni, urbane e non, ai disastri meteorologici provocati dall'emergenza climatica.

Questo significa che anche il determinante della salute consistente nel benessere abitativo è destinato alla compromissione e all'insicurezza, sia negli insediamenti urbani che dentro le singole abitazioni (Brownlee, Camaioni, Pellegrino, *Emergenza clima e qualità della vita nelle città*, Milano, 2021).

1. Isole di calore urbano

Per gli insediamenti urbani, si consideri che il 56% della popolazione italiana risiede all'interno di città, mentre oltre il 90% all'interno di insediamenti comunque urbanizzati. Nelle città aumenterà il fenomeno delle "isole di calore urbano", dove l'innalzamento della temperatura risulta e risulterà sempre più al di sopra della media, fino a punte di +4/+5°C (ISPRA, *Focus su: le città e la sfida dei cambiamenti climatici*, 2014; ISPRA-TEA, *Transizione ecologica aperta. Dove va l'ambiente italiano?*, 2021).

Le città, in particolare, sono ormai definite veri e propri *hot-spot* climatici, dove convergono impatti negativi e amplificativi, non solo di surriscaldamento, ma anche di mancata ossigenazione e idratazione, oltre che di estremizzazione degli impatti fisici degli eventi meteorologici (come esondazioni di fiumi torrenti e canali, cedimenti dell'asfalto, caduta alberi, scoppio tubature ecc...).

Sia il CMCC (con la sua *Analisi del rischio. I cambiamenti climatici in sei città italiane*, 2021) che Legambiente, a partire dalla *Mappa del rischio climatico nelle città italiane*, del 2015, al Report



intitolato *Sos acqua: nubifragi, siccità, ondate di calore. Le città alla sfida del clima*, del 2016 al progetto *Città Clima*, monitorano queste tipologie di esposizioni particolarmente gravi.

2. Abitazioni esposte a disastro

Con riguardo, invece, alle singole abitazioni, secondo un Rapporto ANIA del 2017, in Italia quasi 8 abitazioni su 10 sono a rischio alto per esposizione a disastri naturali, compresi gli eventi estremi indotti dalle manifestazioni del cambiamento climatico.

Questa fragilità strutturale delle abitazioni si aggiunge alla fragilità o povertà abitative delle persone socialmente svantaggiate o vulnerabili per condizioni di salute o per età (Fondazione Solidarietà Caritas Onlus, *Povertà abitativa e costi dell'abitare*, 2021).

3. Insorgenza delle “zone climatiche locali”

Gli spazi abitati, in virtù di questa duplice caratteristica (di tradursi in veri e propri hot-spot, come insediamenti urbani, con singole abitazioni esposte al disastro), sono ormai rubricati come “zone climatiche locali” (LCZ).

Il concetto mira a definire e osservare i tipi morfologici di superficie urbana rispetto alla formazione di condizioni climatiche locali, in gran parte termiche, conseguenti alle manifestazioni dell'emergenza climatica (Lehnert, Savi'c, Miloševi'c, Dunji'c *et al.*, *Mapping local climate zones and their applications in european urban environments: a systematic literature review and future development trends*, in *International Journal of Geo-Information*, 10, 2021, 260).