

5 INQUINAMENTO DELL'ARIA E CAMBIAMENTI CLIMATICI



QUALITA' DELL'ARIA

S. AGOSTINO
POLVERI 16/50
QUALITA' ARIA
DISCRETA



La Miniera del Regale

Coccarelli
LISTE DI NOZZE
ELETTRODOMESTICI - TV 16/18 - BOMBOLE
VIA ROMA, 5 - TEL. (0744) 94087

**PIZZICHERIA NORCINERIA
BRUNORI**
PRODUZIONE PROPRIA
VIA ROMA, 24 - TEL. 94614

**Panificio
Pistola**

PREMIO NAZIONALE
PALA D'ORO 1983

ALIBRINI
VIA ROMA, 25 - 41 - TEL. 0743 / 85171-94020
VIA GALEAZZI, 30

CONSIGLIO
PUBBLICAZIONE PERIODICA ESTIVA
VIA ROMA, 25 - TEL. 0743 124222

**MACELLERIA
IL FAGGETO**
Coop. Produttori Zootecnici

**CARNE
LOCALE**

COOP. DELLA CITTÀ DI S. AGOSTINO - ALIBRINI

PEUGEOT

SINTESI

a cura di Giorgio Cattani

Nel contributo **5.3 Ondate di calore e mortalità** è riportato un interessante studio sull'impatto delle ondate di calore sulla salute nel 2018. Lo studio rientra nelle attività del "Piano Nazionale di prevenzione e allerta degli effetti sulla salute delle ondate di calore" del CCM (Centro nazionale per la prevenzione e il Controllo delle Malattie) del Ministero della salute (www.salute.gov.it/caldo) che include attualmente 27 tra Capoluoghi di Regione e città con più di 200.000 abitanti. Il Sistema di previsione e allarme (HHWW - *Heat Health Watch Warning*) affiancato da un sistema rapido di monitoraggio della mortalità giornaliera (SISMG) è uno strumento molto importante che permette da molti anni di valutare l'impatto delle ondate di calore sulla salute della popolazione e rappresenta anche una importante fonte di informazione per il pubblico.

Il box di approfondimento "**L'inquinamento dell'aria indoor in Italia**" tratta alcuni aspetti dell'ambiente *indoor* che incidono sul benessere e sulla salute degli abitanti: l'umidità dell'ambiente, il fumo passivo, le conseguenze di un'adeguata gestione e manutenzione degli impianti di condizionamento dell'aria, le condizioni che favoriscono la proliferare del batterio *Legionella pneumophila* e la contrazione della Malattia del Legionario, più comunemente definita legionellosi, con un'analisi dell'Incidenza di casi notificati per Regione negli ultimi tre anni.

Nel box "**Qualità dell'aria indoor ed efficientamento energetico degli edifici: benefici e rischi per la salute**" si affronta, attraverso un'analisi della letteratura scientifica, l'importante tema delineato nel titolo. Gli autori sottolineano come sia urgente aumentare la consapevolezza dei residenti sulle buone pratiche di comportamento ai fini di garantire una buona qualità dell'aria *indoor*. Le politiche di efficientamento energetico, soprattutto in caso di interventi che coinvolgono il patrimonio edilizio pubblico (uffici, scuole, ospedali, ecc.), dovrebbero essere accompagnate da risorse dedicate a una corretta formazione/informazione, oltre che degli addetti ai lavori, degli occupanti sui comportamenti virtuosi da mettere in atto per evitare l'aumento delle concentrazioni di inquinanti chimici e biologici dell'aria *indoor*.

Infine nel box "**Il progetto life MASTER ADAPT**" vengono descritti brevemente alcuni dei risultati del progetto *MAinStreaming Experiences at Regional and local level for ADAPTation to climate change* (<https://masteradapt.eu/>), completato nel 2019, che vuole fornire una metodologia comune per gli Enti locali, per individuare le principali vulnerabilità e priorità di intervento a livello territoriale e, in particolare, per il governo dell'adattamento nelle aree urbane. Il progetto si propone di dare indicazioni agli Enti che stanno sperimentando gli impatti negativi dei cambiamenti climatici sui loro territori, attraverso l'individuazione, la verifica e la diffusione di strumenti di *governance* multilivello, utili ad inserire nella propria programmazione le misure di adattamento ai cambiamenti climatici come elemento chiave per una gestione sostenibile del territorio.

IL PROGETTO LIFE MASTER ADAPT

Viviana Lucia, Francesca Giordano, Lorenzo Barbieri

ISPRA - Dipartimento per la valutazione, i controlli e la sostenibilità ambientale

Il progetto LIFE MASTER ADAPT, *MAInStreaming Experiences at Regional and local level for ADAPTation to climate change* (<https://masteradapt.eu/>), già presentato nell'edizione 2017 del RAU con un approfondimento su Cagliari (Giordano *et al.*, 2017a), vuole fornire una metodologia comune per gli Enti locali, per individuare le principali vulnerabilità e priorità di intervento a livello territoriale e, in particolare, per il governo dell'adattamento nelle aree urbane. Il progetto si propone di dare indicazioni agli Enti che stanno sperimentando gli impatti negativi dei cambiamenti climatici sui loro territori, attraverso l'individuazione, la verifica e la diffusione di strumenti di *governance* multilivello, utili ad inserire nella propria programmazione le misure di adattamento ai cambiamenti climatici come elemento chiave per una gestione sostenibile del territorio.

Il Coordinamento generale del progetto è affidato alla Regione Sardegna con un partenariato ampio che comprende ISPRA, Regione Lombardia, Coordinamento Agende 21 locali, IUAV, UNISS, Ambiente Italia, Fondazione Lombardia per l'Ambiente. La sperimentazione viene effettuata nei territori di: Regioni Sardegna e Lombardia, Città di Sassari, Città Metropolitana di Cagliari, Città Metropolitana di Venezia, aggregazione dei comuni a nord di Milano¹, Unione dei Comuni del Nord Salento².

Nell'ambito del progetto MASTER ADAPT, iniziato ad ottobre 2016, e di durata triennale, sono state prodotte le *Linee guida, principi e procedure standardizzate per l'analisi climatica e la valutazione della vulnerabilità a livello regionale e locale*³, con l'obiettivo di fornire agli amministratori gli elementi operativi indispensabili alla definizione di un quadro delle conoscenze propedeutico alla pianificazione delle più opportune misure di adattamento, tramite 7 passi:

- 1: *Caratterizzare il contesto dal punto di vista ambientale e socio-economico*
- 2: *Identificare le sorgenti di pericolo di natura climatica*
- 3: *Identificare i potenziali impatti*
- 4: *Individuare gli elementi esposti*
- 5: *Valutare la sensibilità*
- 6: *Valutare la capacità di adattamento*
- 7: *Valutare la vulnerabilità ai cambiamenti climatici*

Il Report *Analisi climatica e valutazione della vulnerabilità: risultati per la Regione pilota (Sardegna) e per le aree target*⁴, descrive la procedura adottata e i risultati ottenuti, con l'analisi dei *trend* del clima nel passato e in corso, delle proiezioni future e con la valutazione della vulnerabilità nelle aree *target* di progetto.

Il lavoro presenta le previsioni climatiche delle aree *target* con riferimento a due scenari socio-economici ed emissivi differenti: RCP 4.5 (scenario intermedio) e RCP 8.5 (scenario pessimistico).



¹ Meda, Seveso, Desio, Varedo, Bovisio Masciago, Cesano Maderno, Barlassina, Lentate

² Campi Salentina, Squinzano, Surbo, Trepuzzi, Novoli, Salice Salentino, Guagnano.

³ Giordano *et al.*, 2018

⁴ Giordano *et al.*, 2017b

Queste previsioni presentano livelli di incertezza che accompagnano l'interpretazione dei risultati. Siccità, alluvioni e allagamenti, ondate di calore e incendi sono alcune delle problematiche considerate nell'ambito delle analisi di vulnerabilità ai cambiamenti climatici nelle aree *target* del progetto. Queste analisi svolte in differenti territori, rappresentano uno tra i primi esempi in Italia di valutazioni quantitative che combinano fattori di sensitività e di capacità adattiva, alla luce degli elementi esposti individuati.

Per la Regione Sardegna le analisi climatiche condotte mostrano previsioni di temperatura in aumento, anche cospicuo per la fine del XXI secolo con un lieve decremento delle precipitazioni annue. L'analisi di vulnerabilità mostra valori compresi tra le categorie "media" e "medio-bassa". Le aree a maggior sensitività sono quelle naturali, forestali ed agricole ed in tutto il territorio regionale si riportano valori "medio-bassi" di capacità adattiva rispetto alla siccità.

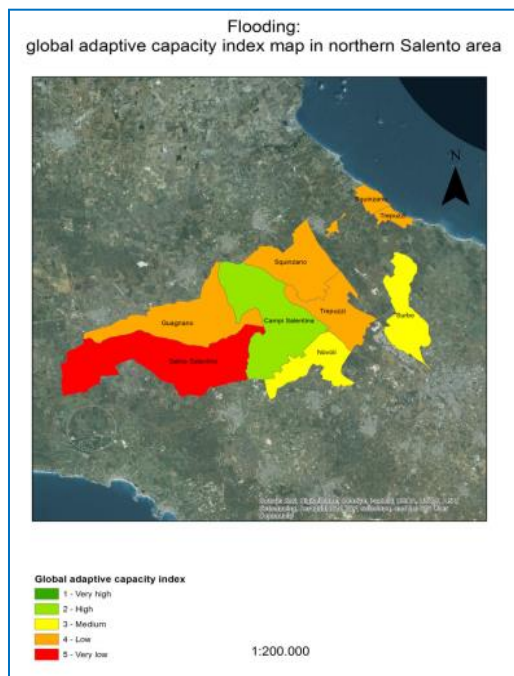
Per l'aggregazione dei Comuni del Nord Salento (Figura 1), pur nell'incertezza del segnale associato alle previsioni, si ipotizza un decremento medio delle precipitazioni. Rispetto agli eventi di precipitazione intensa, l'area presenta attualmente un quadro di vulnerabilità "medio-alta" nella maggior parte del territorio, dove si verificano importanti fenomeni di allagamento. I risultati sono condizionati fortemente da una generale "bassa" capacità adattiva globale (Fig. 1), anche se i risultati variano tra i singoli comuni, misurata in questo caso in termini di scarsità delle risorse economiche e di una capacità istituzionale che appare ancora poco rilevante su questo tema.

Figura 1 - Global Adaptive Capacity Index map

(Global Adaptive Capacity Index: Campi S.0.25, Novoli 0.44, Surbo 0.59, Guagnano 0.63, Trepuzzi 0.68, Squinzano 0.72, Salice S. 0.85) –

Fonte: Report on climate analysis and vulnerability assessment results in the pilot region (Sardinia region) and in the areas targeted – p.251

L'approccio di MASTER ADAPT ha come tratto distintivo l'alta trasferibilità e replicabilità in varie aree. Questo si realizza in affiancamento ad un processo di *mainstreaming* per la progettazione e la realizzazione di strategie di adattamento regionale, tramite il coordinamento tra i diversi livelli di governo del territorio (Stato, Regioni, Enti Locali) insieme al coordinamento "orizzontale" tra le diverse politiche (territoriale, paesaggistica, ambientale, agricola, di protezione civile, etc).



RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano i colleghi e partner che hanno contribuito al progetto LIFE Master Adapt.

SITOGRAFIA

<https://masteradapt.eu/>

BIBLIOGRAFIA

Giordano F., Marras S., Bacciu V., Mereu V. e Cocco G., 2017a. *L'analisi di vulnerabilità ai cambiamenti climatici: applicazione e risultati del progetto LIFE MASTER ADAPT nella Città metropolitana di Cagliari*. In "XIII Rapporto ISPRA sulla qualità dell'ambiente urbano - Edizione 2017", ISPRA Stato dell'Ambiente 74/17: 572-575.

Giordano F., Lucia V., Marinosci I., Freixo Santos T., Bono L., Lapi M., Marras S., Maragno D., Magni F., Musco F. e Satta G. (a cura di), 2017b. *Report on Climate Analysis and Vulnerability Assessment Results in the Pilot Region (Sardinia Region) and in the Areas Targeted in Action C3*.

<https://masteradapt.eu/wordpress/wp-content/uploads/2017/09/MA-report-A1.pdf>

Giordano F., Barbieri L., Freixo Santos T., Bono L., Ballarin Denti A., Lapi M., Cozzi L., Pregolato M., Oliveri S., Marras S., Maragno D., Magni F., Musco F., Satta G., Congiu A. e Arras F. (a cura di), 2018. *Linee guida, principi e procedure standardizzate per l'analisi climatica e la valutazione della vulnerabilità a livello regionale e locale*.

<https://masteradapt.eu/wordpress/wp-content/uploads/2018/03/MA-linee-guida-A1-1.pdf>

5.3 ONDATE DI CALORE E MORTALITÀ

Francesca de'Donato^{1,2}, Paola Michelozzi^{1,2}, Annamaria de Martino³

- (1) Dipartimento di Epidemiologia SSR Lazio – Asl Roma 1
- (2) Centro di Competenza Nazionale Prevenzione degli effetti del Caldo sulla Salute, Dipartimento della Protezione Civile
- (3) Ministero della Salute

RIASSUNTO

Questo contributo riporta l'impatto delle ondate di calore sulla salute in termini di mortalità nella popolazione anziana, di età uguale o maggiore a 65, per le aree urbane incluse nel "Piano Nazionale di prevenzione e allerta degli effetti sulla salute delle ondate di calore" del Ministero della Salute CCM (Michelozzi *et al.*, 2010), operativo dal 2004, dotate di un Sistema di previsione e allarme (HHWW - *Heat Health Watch Warning*) per il periodo estivo 15 maggio – 15 settembre 2018.

L'estate 2018 è stata caratterizzata da un'esposizione al caldo medio-bassa, l'unica ondata di calore rilevante si è registrata tra la fine di luglio ed i primi giorni di agosto. Considerando tutto il periodo estivo, le ondate di calore non hanno avuto un impatto sulla mortalità per l'estate 2018. Complessivamente l'estate 2018 ha registrato una mortalità inferiore all'atteso ad eccezione del mese di agosto con incrementi di mortalità in alcune città del nord.

Parole chiave

Clima, ondate di calore, salute umana, mortalità.

ABSTRACT – HEAT WAVES AND MORTALITY

The following chapter describes the impact of heat waves on mortality among the elderly population (aged 65 and over) for the summer (15 May to 15 September) 2018 in Italian cities. Findings for cities included in the Ministry of Health national heat prevention plan: nel "*Piano Nazionale di prevenzione e allerta degli effetti sulla salute delle ondate di calore*", operational since 2004, that also have a Heat Health Watch Warning System (HHWW) are presented.

Summer 2018 was a mild summer, with only one heat wave episode between the end of July and the beginning of August. Overall the impact on mortality of heat for summer 2018 was below average in most cities. A slight excess in mortality was observed in August in a few cities in northern Italy in association to the heat wave days.

Keywords

Climate, heat waves, human health, mortality.



ONDATE DI CALORE E MORTALITÀ

Gli effetti sulla salute legati agli eventi meteorologici estremi, come le ondate di calore rappresentano uno dei problemi più rilevanti di sanità pubblica a livello globale. L'OMS stima oltre 250.000 decessi annui in più nel mondo a causa dei cambiamenti climatici per il periodo 2030-2050 (WHO, 2014). L'area Mediterranea, ed in particolare l'Italia, sono ritenute tra le aree più vulnerabili ai rischi associati ai cambiamenti climatici (IPCC, 2014). Le elevate temperature e le ondate di calore provocano effetti sulla salute diretti (disidratazione, colpo di calore) e indiretti in termini di incrementi di mortalità, ricoveri, accessi in pronto soccorso, per effetti a carico del sistema cardiovascolare e respiratorio e per aggravamento di patologie croniche preesistenti (Ministero Salute, 2019). Numerosi studi epidemiologici hanno evidenziato che i soggetti a maggior rischio durante le ondate di calore sono gli anziani, le donne in gravidanza, i bambini piccoli, i lavoratori *outdoor* e le persone affette da patologie croniche (malattie cardiovascolari, malattie respiratorie, diabete, insufficienza renale, disturbi psichici e neurologici).

Il presente contributo descrive l'effetto sulla salute delle ondate di calore in termini di variazioni della mortalità totale. Tale indicatore è sviluppato nel contesto del "Piano Nazionale di prevenzione e allerta degli effetti sulla salute delle ondate di calore" del CCM (Centro nazionale per la prevenzione e il Controllo delle Malattie) del Ministero della salute (www.salute.gov.it/caldo). Il Piano nazionale include 27 città⁵ (città Capoluoghi di regione, o con più di 200.000 abitanti che disponevano di serie storiche di dati meteorologici e di mortalità) con un Sistema di previsione e allarme (HHWW - *Heat Health Watch Warning*) e con un sistema rapido di monitoraggio della mortalità giornaliera (SISMG) che permette di valutare, in tempo reale, l'impatto delle ondate di calore sulla salute della popolazione (Michelozzi *et al.*, 2010). Per "ondata di calore" s'intende una sequenza di tre o più giorni consecutivi in cui persistono condizioni di rischio di livello 2 o 3 come definite dal Sistema HHWW città-specifico. Tali sistemi si basano sull'identificazione di livelli soglia di temperatura apparente massima associati ad un significativo incremento della mortalità e sul numero consecutivo di giorni a rischio. La temperatura apparente massima è un indicatore di temperatura percepita dal corpo umano che include la temperatura dell'aria e l'umidità relativa.

L'indicatore misura gli incrementi della mortalità giornaliera nelle popolazioni esposte, confrontando la mortalità attesa e la mortalità osservata nella popolazione anziana di età uguale o maggiore a 65 anni. Per ogni città viene definito l'eccesso di mortalità come differenza tra mortalità osservata e attesa e poi calcolata la variazione percentuale ed il *p-value*. La mortalità giornaliera attesa (*baseline*) viene definita come la media per giorno della settimana e numero della settimana calcolata sulla popolazione di età superiore a 65 anni, nei 5 anni precedenti. Nel presente contributo verranno riportati per ogni città i dati di sintesi per mese e per l'intero periodo (15 maggio-15 settembre 2018).

Complessivamente l'estate 2018 non è stata caratterizzata da condizioni a rischio per la salute, con un numero di giorni di allarme HHWW (livello 2 e 3) in linea o inferiore all'anno precedente. La **Tabella 5.3.1** nel file Excel allegato mostra il numero di giorni di allarme HHWW di livello 2 e 3 per mese e complessivamente per l'estate 2018. Il **Grafico 5.3.1** mostra il numero di giorni di allarme HHWW di livello 2 e 3 nell'estate 2018 in ogni città e si evince che l'ondata di calore di più forte intensità si è verificata tra la fine di luglio e la prima settimana di agosto ed ha interessato soprattutto le città del nord (tra cui Bolzano, Trieste e Genova in cui i giorni di allerta di livello 2 e 3 sono

⁵ Le 26 città qui analizzate più Civitavecchia che non è inclusa nei Comuni trattati nel presente Rapporto.

stati pari rispettivamente a 21, 19 e 15). La **Tabella 5.3.2**, invece, mostra i giorni di allarme HHWW di livello 2 e 3 per gli anni 2010-2018 nelle Città metropolitane ed evidenzia le estati più calde a maggior rischio quali il 2010, 2012, 2015 e 2017. La tabella mostra un'eterogeneità tra anni e tra città, principalmente legato al clima osservato ogni estate e nelle diverse aree del nostro Paese.

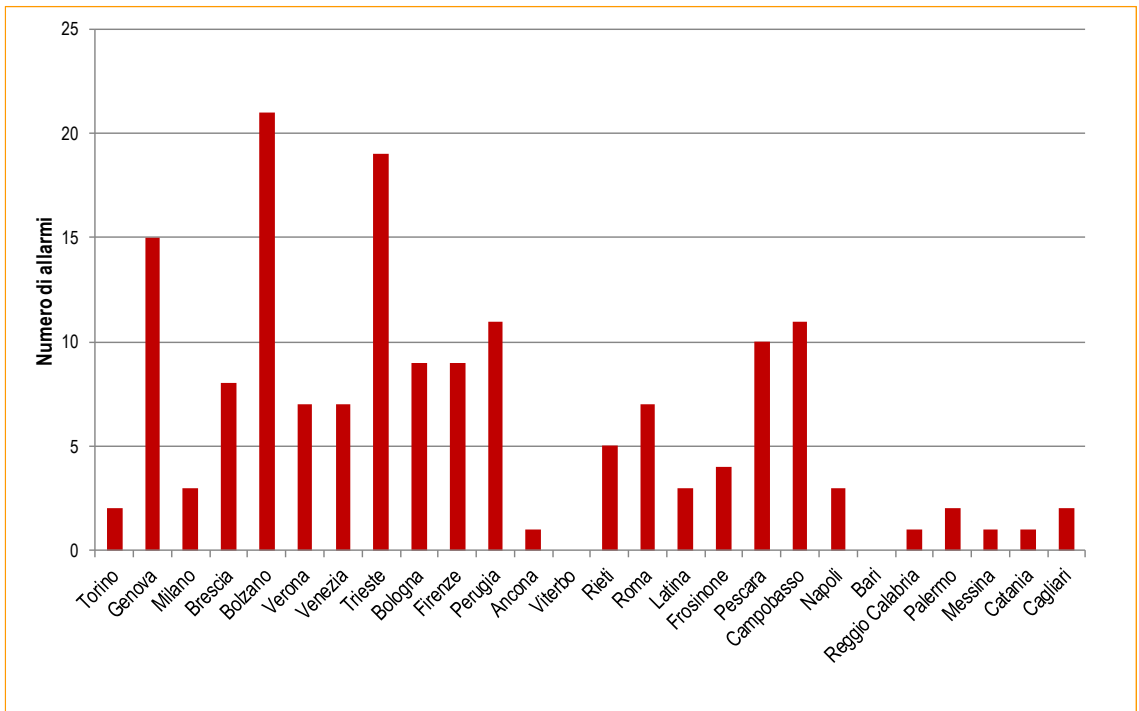


Grafico 5.3.1 - Numero di giorni di allerte HHWW di livello 2 e 3 per città nel periodo 15 maggio-15 settembre 2018
Fonte: elaborazione DEPLAZIO/Ministero della Salute

L'estate 2018 non ha fatto registrare un impatto significativo sulla salute della popolazione. I dati di variazione percentuale della mortalità per mese e per il periodo estivo 2018 sono riportati in **Tabella 5.3.3** nel file Excel allegato. La valutazione mensile ha evidenziato solo nel mese di agosto, a seguito dell'ondate di calore, un incremento statisticamente significativo (p -value con significatività allo 0,05) della mortalità in alcune aree urbane (Torino, Milano, Brescia, Genova). La valutazione dell'intero periodo estivo, 15 maggio-15 settembre 2018, riporta una mortalità inferiore all'atteso nella maggior parte delle aree urbane (**Tabella 5.3.3**).

Nelle Città metropolitane si osserva complessivamente per il periodo estivo (15 maggio-15 settembre) un eccesso significativo di mortalità a Genova associato alle ondate di calore e all'elevato numero di giorni di allerta. A Bari e Palermo si registra una mortalità superiore all'atteso in tutti i mesi e complessivamente nel periodo non ascrivibile al caldo in quanto non sono state registrate condizioni di rischio in entrambe le città (**Tabella 5.3.4** nel file Excell allegato).

DISCUSSIONE

L'icona "Ambiente e salute" è stata selezionata in quanto l'indicatore correla l'esposizione alle ondate di calore con l'esito sanitario della mortalità e pertanto consente di effettuare una valutazione descrittiva dell'impatto delle ondate di calore sulla mortalità nelle aree urbane italiane per l'estate 2018. L'icona "Cambiamenti climatici" è stata selezionata in quanto l'indicatore permette di monitorare la variazione temporale delle ondate di calore nelle città italiane incluse nello studio. Per quanto riguarda il 2018, il numero di giorni di allarme HHWW (livello 2 e 3) è stato in linea o inferiore all'anno precedente e pertanto non è stata caratterizzata da condizioni a rischio per la salute. Complessivamente l'estate 2018 ha registrato una mortalità inferiore all'atteso ad eccezione del mese di agosto con incrementi di mortalità in alcune città, soprattutto nelle città metropolitane del nord (Torino, Milano, Genova) e a Brescia maggiormente interessate dall'ondata di calore di maggior intensità tra fine luglio e inizio agosto osservata.

La sorveglianza tempestiva dell'impatto delle ondate di calore sulla mortalità permette di introdurre misure di risposta ed emergenze durante eventi di particolare intensità e di valutare l'efficacia delle misure di prevenzione introdotte a livello locale. Diversi studi epidemiologici recenti mostrano in Italia una progressiva riduzione dell'effetto delle elevate temperature sulla mortalità, nonostante il *trend* in aumento delle temperature estive, suggerendo un'efficacia del modello di prevenzione adottato nel nostro Paese e sottolineando la capacità di adattamento al fine di ridurre l'impatto delle elevate temperature in Italia (Schifano *et al.*, 2012; de'Donato *et al.*, 2015). I sistemi di sorveglianza sanitaria tempestiva e gli studi epidemiologici della variazione temporale degli effetti sulla salute delle ondate di calore sono strumenti importanti nel contesto dei cambiamenti climatici e salute della popolazione per monitorare in maniera tempestiva gli effetti acuti degli eventi estremi nel breve termine e quantificare gli impatti sulla salute complessivi a medio e lungo termine.

BIBLIOGRAFIA

IPCC 2018. *GLOBAL WARMING OF 1.5 °C*. An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Summary for Policymakers. <http://www.ipcc.ch/report/sr15/>

MINISTERO DELLA SALUTE. 2019. *Linee di indirizzo per la prevenzione. Ondate di calore e inquinamento atmosferico*. http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_2867_allegato.pdf

WHO 2014. *Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s*. WHO; Geneva, Switzerland.

Michelozzi P *et al.*, 2010. *Surveillance of summer mortality and preparedness to reduce the health impact of heat waves in Italy*. *Int J Environ Res Public Health* 7(5): 2256-73.

de'Donato F. *et al.*, 2018. *Temporal variation in the effect of heat and the role of the Italian heat prevention plan*. *Public Health*. S0033-3506(18)30127-6. doi: 10.1016/j.puhe.2018.03.030

Schifano P. *et al.*, 2012. *Changes in the effects of heat on mortality among the elderly from 1998 and 2010: results from a multicenter timeseries study in Italy*. *Environmental Health*; 11(1).

SITOGRAFIA

www.salute.gov.it/caldo

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano gli Uffici Anagrafici Comunali delle città incluse nel piano Nazionale per l'invio tempestivo dei dati al SISMG.

Si ringrazia il Centro Funzionale Centrale – Settore Meteo del Dipartimento della Protezione e il CNMCA per l'accesso ai dati meteorologici aeroportuali delle città incluse nel Piano nazionale.

BOX: L'INQUINAMENTO DELL'ARIA INDOOR IN ITALIA

Francesca De Maio, Arianna Lepore, Giuliana Giardi, Silvia Brini

ISPRA – Dipartimento per la valutazione, i controlli e la sostenibilità ambientale

L'inquinamento dell'aria *indoor* coinvolge la popolazione tutta - e in particolar modo le categorie suscettibili - poiché trascorriamo la maggior parte del nostro tempo in ambienti chiusi; ben comprendiamo, quindi, come la salubrità degli ambienti *indoor* sia determinante per il nostro benessere e la nostra salute. La conoscenza della problematica, se pur documentata dalla presenza di numerosi studi e ricerche, risente ancora delle difficoltà di una base comune di confronto di dati e di risultati. Evidenze sperimentali rilevano situazioni di significativo inquinamento *indoor* in Italia, specialmente nelle grandi aree urbanizzate (ISPRA, 2010). Sebbene la normativa nazionale contenga riferimenti al problema della qualità dell'aria indoor (Acc. Min. Salute, Regioni e Province autonome, 2001; Acc. Governo, Regioni e Province autonome, 2011; DM del 24 dicembre 2015; Direttiva 3/2017) si può affermare che veri e propri riferimenti di legge sono del tutto assenti⁶. Inoltre, le differenti abitudini e attività svolte internamente e la complessità delle fonti di inquinamento, non rendono possibile un monitoraggio (ISS, 2013 a, 2013 b, 2015, 2016, 2019) standardizzato delle diverse realtà confinate. In tale contesto è difficile individuare degli indicatori popolabili per l'inquinamento *indoor*; come già nelle precedenti edizioni del Rapporto, si propone un set di indicatori basati su informazioni di tipo socio-economico e sanitario, su base territoriale aggregata, che possono essere di indirizzo rispetto al rischio di insorgenza di problemi relativi alla qualità dell'aria *indoor*.

Una fonte di inquinamento interno di tipo biologico è costituita dall'umidità: questa, insieme ad una ventilazione inadeguata può favorire la crescita di muffe, funghi e batteri, che in seguito rilasciano spore, cellule, frammenti e composti organici volatili. A livello nazionale e regionale, informazioni relative alla presenza di umidità all'interno delle abitazioni sono fornite dall'ISTAT⁷. La presenza di umidità risulta essere un problema rilevato da una quota considerevole della popolazione, affliggendo in Italia, nel 2017, il 10,5% delle famiglie. Negli anni 2004-2017 si assiste ad una diminuzione di percentuale di famiglie che dichiara di avere problemi di umidità, partendo da 19,1% nel 2004, con un picco nel 2014 pari al 19,9%, per arrivare poi al 10,5% nel 2017. Un *trend* in diminuzione si osserva sia nei Comuni centrali di alcune Città metropolitane⁸ che nelle periferie⁹, anche se nel primo caso l'andamento del fenomeno è più altalenante (**Grafico 1**). Indagare le cause della presenza di umidità rilevata nelle abitazioni è piuttosto complesso, concorrono infatti diversi fattori: le differenti condizioni climatiche non bastano a spiegare il panorama disomogeneo dei dati rilevati nelle diverse realtà territoriali perché le condizioni per la comparsa di umidità sono strettamente correlate alle caratteristiche architettoniche dell'abitazione, alla tipologia e destinazione d'uso degli ambienti, ai materiali da costruzione nonché alle attività espletate dagli occupanti e alle pratiche di ventilazione.

Altra fonte di inquinamento dell'aria *indoor* può essere l'uso di impianti di condizionamento. I rischi legati all'uso di queste apparecchiature sono dovuti ad un uso improprio e ad una scarsa pulizia e manutenzione. I filtri e i condotti degli impianti, infatti, possono rappresentare sito di crescita e proliferazione di contaminanti biologici come acari, polveri, muffe, allergeni batterici o di origine animale, oppure possono fungere da trasporto e

⁶ Il D. Lgs. n. 81/2008 fornisce solo limiti TLV per i lavoratori.

⁷ ISTAT, Indagine sulle condizioni di vita (EU-SILC) che restituisce le informazioni a livello regionale, nazionale e per vari raggruppamenti di Comuni.

⁸ Per Comuni centro dell'area metropolitana si intendono: Torino, Milano, Venezia, Genova, Bologna, Firenze, Roma, Napoli, Bari, Palermo, Catania, Cagliari (ISTAT, 2011, <https://www.istat.it/it/files/2012/07/glossario.pdf>).

⁹ La periferia dell'area metropolitana è costituita dai Comuni delle cinture urbane (ISTAT, 2011, <https://www.istat.it/it/files/2012/07/glossario.pdf>).

diffusione degli stessi inquinanti. Informazioni puntuali circa la corretta gestione dei condizionatori da parte della popolazione non possono essere reperite. Come misura indiretta di potenziale esposizione all'aria *indoor* di scadente qualità a causa di impianti di climatizzazione non opportunamente gestiti, si può ricorrere alla percentuale di famiglie che dichiarano di possedere un condizionatore. Nel 2018, la percentuale nazionale raggiunge il 42,8% (**Grafico 2**). Nel caso di Comuni centrali delle principali Città metropolitane e delle loro periferie, la quota è ancora più consistente, arrivando rispettivamente ad una media del 47,4 e 48,9% delle famiglie. Esaminando l'arco temporale 2001-2018, il *trend* è in netta crescita, se si considera che nel 2001 solo il 10,7% delle famiglie italiane dichiarava di possedere un condizionatore. Alla diffusione degli impianti di condizionamento concorrono sicuramente le condizioni climatiche (ondate di calore), ma anche la maggiore accessibilità in termini di costo degli impianti.

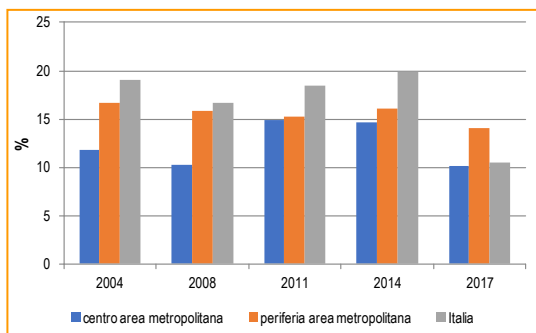


Grafico 1 - Percentuale di famiglie con presenza di umidità nei muri, nei pavimenti, nei soffitti o nelle fondamenta. Anni 2004, 2008, 2011, 2014 e 2017.
Fonte: ISTAT, 2019

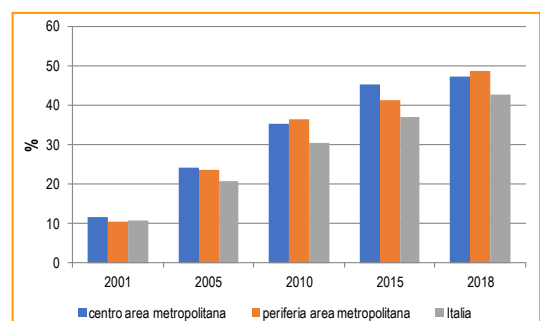


Grafico 2 - Percentuale di famiglie dotate di condizionatori, climatizzatori. Anni 2001, 2005, 2010, 2015 e 2018.
Fonte: ISTAT, 2019

La Malattia del Legionario, più comunemente definita legionellosi, è un'infezione polmonare causata dal batterio *Legionella pneumophila*. L'infezione avviene principalmente per via respiratoria mediante inalazione di goccioline o particelle contenenti il microorganismo che riconosce come serbatoio naturale gli ambienti acquatici sia naturali (come acqua dolce di laghi e fiumi) sia artificiali (come gli impianti idrici di strutture pubbliche e private) (Rota *et al.*, 2018). Trattandosi di una malattia grave, è soggetta a notifica obbligatoria in Italia e in Europa. Nel 2018 in Italia sono stati notificati all'ISS complessivamente 2.964 casi di legionellosi, corrispondenti a un'incidenza pari a 48,9 casi per milione di abitanti; si tratta di un dato che continua ad aumentare: nel 2015, 2016 e 2017, infatti, l'incidenza era pari, rispettivamente, a 25,8, 28,2 e 33,2 casi per milione di abitanti. Si osserva un'incidenza e un numero di casi notificati maggiori nelle Regioni del Nord rispetto a quelle del Centro/Sud (**Grafico 3**). L'andamento in crescita non necessariamente indica un aumento dei casi di contagio, perché può essere dovuto al miglioramento delle metodologie di indagine e delle capacità di diagnosticare la malattia e all'accresciuta efficienza nel documentare e notificare gli effettivi casi. La prevenzione delle infezioni da *Legionella* si basa essenzialmente sulla corretta progettazione, realizzazione, manutenzione e disinfezione degli impianti tecnologici che comportano un riscaldamento dell'acqua e/o la sua nebulizzazione (impianti a rischio).

Il fumo passivo rappresenta una delle fonti d'inquinamento *indoor* maggiormente diffuse ma difficilmente monitorabile visto che l'esposizione può aver luogo in tutti gli ambienti privati. Si può, invece, seguire l'andamento della percentuale dei fumatori attivi che può costituire una misura, anche se di tipo indiretto, di potenziale esposizione al fumo. In Italia, all'interno dell'intervallo 2001-2018, l'anno 2005 - in cui è entrato in

vigore il divieto di fumo nei luoghi pubblici (L. 3/2003, art.51) – è quello in cui si verifica una evidente diminuzione dei fumatori (22%; nell'anno 2001, invece, la quota era di circa il 24%), seguita poi da un andamento altalenante, fino a tornare a diminuire dopo il 2009 e ad assestarsi nel 2018 ad una percentuale di fumatori pari al 19% (ISTAT, 2019)¹⁰. È possibile che alla diminuzione della percentuale dei fumatori concorra una normativa nazionale di divieto di fumo sempre più stringente¹¹. Anche nei centri e periferia dell'area metropolitana si rileva nello stesso arco temporale una diminuzione dei fumatori, con una percentuale dell'ultimo anno disponibile lievemente superiore alla media nazionale (circa il 20%) (Grafico 4).

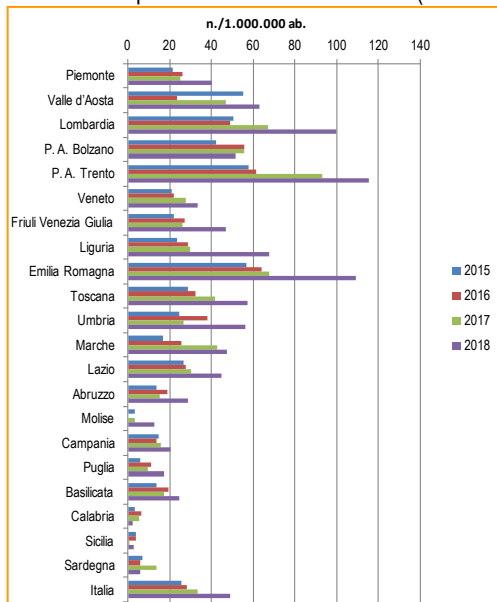


Grafico 3 – Incidenza di casi notificati per Regione. Anni 2015, 2016, 2017 e 2018.

Fonte: ISS, 2019

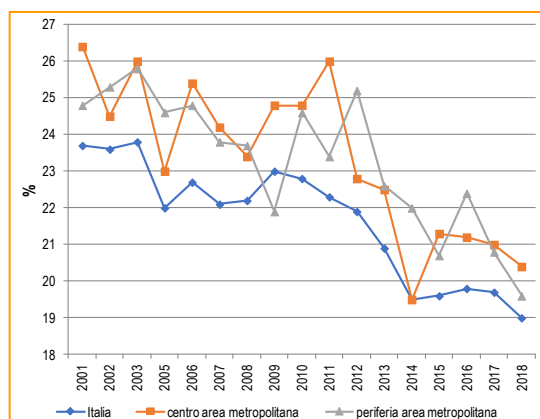


Grafico 4 – Percentuale di fumatori (persone di 14 anni e più). Anni 2001-2018.

Fonte: ISTAT, 2019

¹⁰ ISTAT, Indagine multiscopo sulle famiglie: aspetti della vita quotidiana, <http://dati.istat.it/>.

¹¹ Si pensi, ad esempio al D. Lgs. n. 6 del 12 gennaio 2016 che, con l'art. 24 del Capo II, estende il divieto di fumo al conducente di autoveicoli in presenza di minori e donne in gravidanza e alle pertinenze esterne delle strutture ospedaliere.

BIBLIOGRAFIA

Accordo del 27/09/2001 tra il Ministro della salute, le Regioni e le Province autonome sul documento concernente: «Linee-guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati». Pubblicato nella Gazz. Uff. 27 novembre 2001, n. 276, S.O.

Accordo del 18/11/2010, ai sensi dell'articolo 9 del decreto legislativo 27 agosto 1997, n. 281, tra Governo, Regioni, Province autonome di Trento e Bolzano, Province, Comuni e comunità montane concernente «Linee di indirizzo per la prevenzione nelle scuole dei fattori di rischio indoor per allergie ed asma». (Repertorio atti n. 124/CU). Pubblicato nella Gazz. Uff. 13 gennaio 2011, n. 9.

D.M. del 24 dicembre 2015. Adozione dei criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici per la gestione dei cantieri della pubblica amministrazione e criteri ambientali minimi per le forniture di ausili per l'incontinenza. Pubblicato nella Gazz. Uff. 21 gennaio 2016, n. 16.

Direttiva del 1/06/2017, n. 3. Indirizzi per l'attuazione dei commi 1 e 2 dell'articolo 14 della Legge 7 agosto 2015, n. 124 e linee guida contenenti regole inerenti all'organizzazione del lavoro finalizzate a promuovere la conciliazione dei tempi di vita e di lavoro dei dipendenti. Pubblicata nella Gazz. Uff. 17 luglio 2017, n. 165.

D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81. Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. Pubblicato nella Gazz. Uff. 30 aprile 2008, n. 101, S.O.

ISPRA, 2010. *Inquinamento indoor: aspetti generali e casi studio in Italia*. Rapporto 117/2010.

M. C. Rota, M. G. Caporali, A. Bella, M. Scaturro, S. Giannitelli e M. L. Ricci, 2018. *Rapporto annuale sulla legionellosi in Italia nel 2017*. Istituto Superiore di Sanità.

Legge 16 gennaio 2003, n. 3 "Disposizioni ordinarie in materia di pubblica amministrazione" pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 15 del 20 Gennaio 2003 - Supplemento Ordinario n. 5, art. 51. (Tutela della salute dei non fumatori) e ss.mm.

D. Lgs. n. 6 del 12 gennaio 2016. Recepimento della direttiva 2014/40/UE sul ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative degli Stati membri relative alla lavorazione, alla presentazione e alla vendita dei prodotti del tabacco e dei prodotti correlati e che abroga la direttiva 2001/37/CE. Pubblicato nella Gazz. Uff. 18 gennaio 2016, n. 13.

ISS, 2013 a. *Strategie di monitoraggio dei composti organici volatili (COV) in ambiente indoor*. Rapporti ISTISAN 13/4.

ISS, 2013 b. *Strategie di monitoraggio dell'inquinamento di origine biologica dell'aria in ambiente indoor*. Rapporti ISTISAN 13/37.

ISS, 2015. *Strategie di monitoraggio per determinare la concentrazione di fibre di amianto e fibre artificiali vetrose aerodisperse in ambiente indoor*. Rapporti ISTISAN 15/5.

ISS, 2016. *Strategie di monitoraggio del materiale particolato PM10 e PM2,5 in ambiente indoor. Caratterizzazione dei microinquinanti organici e inorganici*. Rapporti ISTISAN 16/16.

ISS, 2019. *Strategie di monitoraggio della qualità dell'aria indoor negli ambienti sanitari: strategie di monitoraggio degli inquinanti chimici e biologici*. Rapporti ISTISAN 19/17.

SITOGRAFIA

ISTAT, www.istat.it, consultazione a ottobre 2019.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano Maria Cristina Rota e Maria Luisa Ricci dell'Istituto Superiore di Sanità per la trasmissione dei dati di dettaglio regionale sulla legionellosi.

BOX: QUALITÀ DELL'ARIA *INDOOR* ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEGLI EDIFICI: BENEFICI E RISCHI PER LA SALUTE

Silvia Brini, Roberto Caselli, Francesca De Maio, Arianna Lepore, Giuliana Giardi
ISPRA – Dipartimento per la valutazione, i controlli e la sostenibilità ambientale

La problematica dell'edilizia abitativa è di particolare rilievo e interesse nelle città: si prevede che la popolazione urbana mondiale raddoppierà entro il 2050 (UN, 2016) e, con essa, la domanda di alloggi. È quindi di fondamentale importanza migliorare le condizioni abitative e ridurre i rischi per la salute nelle abitazioni. In aggiunta, la popolazione mondiale di età superiore ai 60 anni, che tende a trascorrere più tempo in casa, raddoppierà entro il 2050 (*World Health Organization*, 2016). Buone condizioni abitative non possono prescindere dal perseguire una buona qualità dell'aria *indoor*: L'inquinamento dell'aria interna, infatti, potrebbe essere responsabile di malattie non trasmissibili quali malattie respiratorie, cardiovascolari e allergiche, come l'asma, soprattutto in virtù delle lunghe esposizioni a cui sono sottoposti tutti gli abitanti e in particolare quelli appartenenti alle categorie più suscettibili.

Il patrimonio immobiliare riveste, inoltre, un ruolo fondamentale nella lotta ai cambiamenti climatici e nell'uso sempre più consapevole dell'energia, in quanto rappresenta circa il 40% dei consumi energetici totali (Raccomandazione (UE) 2019/786). L'importanza di un ambiente abitativo salubre e confortevole è ormai entrata di diritto nelle politiche europee al punto che l'UE, nell'ultima direttiva 2018/844/UE e nella raccomandazione UE 2019/786, fornendo indicazioni sull'efficientamento energetico e su quali strategie utilizzare per la ristrutturazione degli edifici, introduce tra gli obiettivi un forte riferimento alla povertà energetica e nuovi riferimenti a salute, sicurezza e qualità dell'aria. La direttiva UE 2018/844, indica alcune misure per le ristrutturazioni edilizie (il riscaldamento e il condizionamento dell'aria, la ventilazione, l'automazione e il controllo dell'edificio) che possono contribuire alla salubrità degli ambienti interni e promuovere livelli più elevati di *comfort* e benessere degli occupanti. La Raccomandazione UE 2019/786, nel fornire linee guida sul recepimento della Dir. 2018/844/UE, presenta un quadro di riferimento per la definizione di indicatori, suggerendo l'utilizzo anche di indici sanitari, di *comfort* termico e di qualità dell'aria *indoor*.

Una revisione della letteratura dell'ultimo decennio sugli effetti sanitari e sociali degli interventi di riqualificazione energetica ha mostrato risultati non univoci a seconda dei vari fattori (tipologia e ubicazione dell'edificio, tipologia dell'intervento, comportamenti degli inquilini, tipologia di ventilazione, ecc.) che insieme concorrono alla qualità dell'ambiente di vita confinato. La maggior parte degli studi è stata condotta in nord Europa dove l'interesse è concentrato sul miglioramento della salute conseguente all'aumento della temperatura interna e al risparmio economico delle famiglie per le spese di riscaldamento (povertà energetica).

Per esempio, Poortinga (2017) ha rilevato che la maggioranza degli interventi di ristrutturazione ed efficientamento era associata a un miglioramento della salute (minori sintomi respiratori e stato di salute generale), nei casi però in cui gli interventi di efficientamento (isolamento delle pareti) non erano affiancati da ventilazione forzata sono stati riscontrati esiti sanitari sfavorevoli, probabilmente per la maggiore umidità e minore ricambio d'aria, fattori notoriamente correlati a disturbi respiratori. In un'analisi successiva (Poortinga 2018), l'autore ha analizzato *outcome* sanitari più specifici come i ricoveri per patologie cardiovascolari o respiratorie, funzione respiratoria e salute mentale a breve termine, ma non ha riscontrato associazioni significative. La correlazione tra mortalità e interventi di efficientamento energetico è stata esaminata da Armstrong (2018): nonostante il modesto impatto sulle temperature *indoor* (+0,09 °C), lo studio ha evidenziato una significativa riduzione della mortalità correlata al freddo. Gli effetti positivi sulla salute sono stati riscontrati quando gli interventi di efficientamento erano associati a ventilazione aggiuntiva; l'assenza di quest'ultima comportava un maggior risparmio energetico, ma anche una maggiore concentrazione di inquinanti *indoor*.

(STS¹², PM_{2,5} *indoor*, PM_{2,5} *outdoor*, Radon e muffe). Le caratteristiche della ventilazione sono risultate, pertanto, più importanti rispetto al solo incremento della temperatura interna. In particolare, l'installazione della ventilazione forzata con una efficace filtrazione è da ritenersi uno dei maggiori interventi a scala di edificio per ridurre l'esposizione *indoor* all'inquinamento da particolato *outdoor* (MacNaughton, 2018; Underhill, 2018). Inoltre, è stato dimostrato che una riduzione dei tassi di ricambio d'aria in assenza di altre misure può portare a concentrazioni maggiori di biossido di azoto (NO₂) e di particolato fine provenienti da fonti *indoor* (Underhill, 2018). Queste evidenze erano state già messe in risalto da Millner (2015), che aveva analizzato i benefici delle misure di efficientamento energetico di edifici privati nell'UK, per valutare l'impatto sulla salute (mortalità e morbilità per asma, cardiopatia coronarica e cancro ai polmoni, aspettativa di vita) della riduzione dell'esposizione *indoor* a PM_{2,5}. Anche Hamilton (2015) ha analizzato la correlazione tra interventi di efficienza energetica sugli edifici, la ventilazione e la salute stimando l'impatto di interventi di ristrutturazione per l'efficientamento energetico applicato a differenti scenari con diversa ventilazione; solo lo scenario che garantiva una adeguata ventilazione (secondo gli standard inglesi) era associato a un miglior esito sanitario, gli altri scenari, invece, erano associati ad esiti sanitari negativi poiché non garantivano una buona qualità dell'aria *indoor* (per un aumento dell'ingresso di inquinanti esterni, o per un aumento delle concentrazioni di inquinanti *indoor*). L'importanza della ventilazione correlata all'ubicazione dell'edificio e alle sue caratteristiche strutturali è stata confermata anche da Carlton (2019) in uno studio condotto in Colorado che ha evidenziato come un maggior ricambio di aria, per un fabbricato ubicato in aree trafficate, fosse associato a una maggior frequenza di sintomi respiratori (tosse cronica, asma e sintomi simili all'asma) ma non a manifestazioni allergiche. L'associazione era più consistente per le famiglie situate in aree con elevati livelli di traffico e maggiore esposizione ad inquinanti atmosferici, probabilmente a causa dell'infiltrazione di inquinanti atmosferici *outdoor*. La relazione tra la proliferazione di inquinanti biologici *indoor* (es. muffe), conseguenti a interventi di efficientamento energetico, e l'insorgenza di sintomi allergici e asmatici è stata analizzata da Sharpe (2015) che ha confermato la complessità della relazione tra efficienza energetica, ventilazione e sintomatologia allergica. Bone (2010) aveva già esaminato gli effetti degli interventi di efficientamento, in diverse condizioni di ventilazione, sull'umidità relativa e sulla proliferazione di muffe e di acari della polvere domestica, nonché sull'incremento delle concentrazioni di composti organici volatili (VOC), fattori di rischio noti per chi soffre di asma.

L'effetto del miglioramento dell'efficienza energetica si riscontra anche sulla salute mentale e sociale delle famiglie, risultato non dovuto al solo risparmio energetico e quindi al contenimento dei costi nella gestione delle utenze energetiche, ma piuttosto a un arricchimento del valore della casa dove il fattore determinante per una migliore salute fisiologica, psicologica e sociale sembra essere la disponibilità di una casa confortevole da un punto di vista termico (Fabbri K., 2019). Ricerche condotte in Finlandia e Lituania (Haverinen-Shaughnessy, 2018) hanno restituito una maggiore soddisfazione dell'abitante degli immobili in cui venivano effettuati interventi per efficientare e riqualificare: vivere in condizioni di *fuel poverty* e in case fredde contribuisce ad una cattiva salute fisica e mentale.

In conclusione gli ambienti interni hanno un grande impatto sulla salute e sul benessere psico-sociale dell'individuo, per cui al fine di renderli sani e sostenibili è opportuno comprendere come i molteplici fattori interagiscono tra loro. Gli studi sulle interazioni tra fattori e rischi socio-sanitari potenziali, andrebbero considerati mediante un approccio olistico e multidisciplinare, valutando i diversi ambiti quali gli aspetti bio-psico-sociali di salute, l'interazione tra occupanti, edificio, cambiamenti climatici, misure di efficienza energetica (Wierzbicka, 2018). Dalla rassegna di letteratura effettuata si evince che l'efficientamento energetico può avere impatti dupli sulla salute e il benessere degli occupanti. L'equilibrio degli effetti negativi e positivi dipende da molteplici fattori

¹² STS: *Secondhand Tobacco Smoke* (fumo passivo)

quali: le caratteristiche strutturali dell'edificio e della ventilazione, la posizione in cui è ubicato l'immobile, e, non ultimi, i comportamenti degli occupanti. È, pertanto, sempre più urgente aumentare la consapevolezza dei residenti sulle buone pratiche di comportamento ai fini di garantire una buona qualità dell'aria *indoor*. Le politiche di efficientamento energetico, soprattutto in caso di interventi che coinvolgono il patrimonio edilizio pubblico (uffici, scuole, ospedali, ecc.), dovrebbero essere accompagnate da risorse dedicate a una corretta formazione/informazione, oltre che degli addetti ai lavori, degli occupanti sui comportamenti virtuosi da mettere in atto per evitare l'aumento delle concentrazioni di inquinanti chimici e biologici dell'aria *indoor*.

BIBLIOGRAFIA

Armstrong B. *et al.*, 2018. *The impact of home energy efficiency interventions and winter fuel payments on winter- and cold-related mortality and morbidity in England: a natural equipment mixed-methods study*. Public Health Research 2018 VOL. 6 NO. 11.

Bone A. *et al.*, 2010. *Will drivers for home energy efficiency harm occupant health*. Public Health, v130,n5 2010: 233-238.

Carlton E.J. *et al.*, 2019. *Relationships between home ventilation rates and respiratory health in the Colorado Home Energy Efficiency and Respiratory Health (CHEER) study*. Environmental Research 169 (2019) 297–307.

DIRETTIVA (UE) 2018/844 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 30 maggio 2018 che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica.

Fabbri K., 2019. *Urban Fuel Poverty*. Academic Press 2019, pag 247. ISBN-13: 978-0128169520

Hamilton I. *et al.*, 2015. *Health effects of home energy efficiency interventions in England: a modelling study*. BMJ Open. 2015 Apr 27;5(4): e007298.

Haverinen-Shaughnessy U. *et al.*, 2018. *Occupant satisfaction with indoor environmental quality and health after energy retrofits of multi-family buildings: Results from INSULAtE-project*. Int J Hyg Environ Health. 2018 Jul;221(6): 921-928.

MacNaughton *et al.*, 2018. *Energy savings, emission reductions, and health co-benefits of the green building movement*, J Expo Sci Environ Epidemiol. 2018 Jun;28(4): 307-318.

Milner J. *et al.*, 2015. *Housing interventions and health: quantifying the impact of indoor particles on mortality and morbidity with disease recovery*. Environ Int. 2015 Aug;81: 73-9.

Poortinga W. *et al.*, 2017. *Social and health outcomes following upgrades to a national housing standard: a multilevel analysis of a five-wave repeated cross-sectional survey*. BMC Public Health (2017) 17: 927.

Poortinga W. *et al.*, 2018. *The health impacts of energy performance investments in low-income areas: a mixed-methods approach*. Public Health Research 6(5) ISSN 2050-4381

RACCOMANDAZIONE (UE) 2019/786 DELLA COMMISSIONE dell'8 maggio 2019 sulla ristrutturazione degli edifici.

Sharpe R.A. *et al.*, 2015. *Higher energy efficient homes are associated with increased risk of doctor diagnosed asthma in a UK subpopulation*. Environment International 75 (2015): 234–244.

UN, 2016. *Habitat III. Revised zero draft of the New Urban Agenda*. Quito: United Nations; 2016.

Underhill L.J. *et al.*, 2018. *Modeling the resiliency of energy-efficient retrofits in low-income multifamily housing*. Indoor Air. 2018 May;28(3): 459-468.

Wierzbicka A. *et al.*, 2018. *Healthy Indoor Environments: The Need for a Holistic Approach*. Int J Environ Res Public Health. 2018 Aug 30;15(9). pii: E1874.

World Health Organization, 2016. *World report on ageing and health*. Geneva; 2015.