Cambiamenti climatici e salute

Contributo tecnico-scientifico per il Settore SALUTE al

*Rapporto sullo stato delle conoscenze scientifiche su impatti, vulnerabilità ed adattamento ai cambiamenti climatici in Italia**

17 LUGLIO 2014

Citazione suggerita: Castellari S., Venturini S., Ballarin Denti A., Bigano A., Bindi M., Bosello F., Carrera L., Chiriacò M.V., Danovaro R., Desiato F., Filpa A., Gatto M., Gaudioso D., Giovanardi O., Giupponi C., Gualdi S., Guzzetti F., Lapi M., Luise A., Marino G., Mysiak J., Montanari A., Ricchiuti A., Rudari R., Sabbioni C., Sciortino M., Sinisi L., Valentini R., Viaroli P., Vurro M., Zavatarelli M. (Ed.) (2014). *Rapporto sullo stato delle conoscenze scientifiche su impatti, vulnerabilità ed adattamento ai cambiamenti climatici in Italia*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.

© *MATTM, Roma, 2014*

Tutti i diritti spettano al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

*** Documenti tecnici di supporto alla "Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici" del Ministero dell'Ambiente**
http://www.minambiente.it/pagina/adattamento-ai-cambiamenti-climatici-0

Contributo tecnico-scientifico per il settore *Salute*:

Coordinatore: ***Luciana Sinisi*** (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale).

Gruppo di lavoro: ***Francesca De Maio*** (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), ***Annamaria De Martino*** (Ministero della Salute), ***Anna Maria Fausto*** (Università degli Studi della Tuscia), ***Luca Lucentini*** (Istituto Superiore di Sanità), ***Maura Manganelli*** (Istituto Superiore di Sanità), ***Roberto Romi*** (Istituto Superiore di Sanità), ***Jessica Tuscano*** (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale); ***Francesco Cuccaro*** (Azienda Sanitaria Locale di Barletta-Andria-Trani), ***Alessandra Marani*** (Sapienza- Università di Roma), ***Davide Renzi*** (Sapienza - Università di Roma), ***Remo Rosati*** (Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Regioni Lazio e Toscana), ***Gianfranco Tarsitani*** (Sapienza - Università di Roma).

Revisore esterno: ***Giorgio Assennato*** (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Puglia).

Salute

Sintesi

Da oltre un ventennio sono sempre più crescenti le evidenze scientifiche sugli effetti dei cambiamenti climatici sulla salute nonchè sulla comprensione dei meccanismi diretti e indiretti attraverso i quali si realizzano. La loro conoscenza è parte integrante di Rapporti e documenti istituzionali prodotti a livello nazionale, europeo e internazionale[1] sia nell'ambito dell'attuazione di politiche di mitigazione (misure per la riduzione delle emissioni) che di strategie d'adattamento (misure per la riduzione di rischi e impatti avversi). In Italia, fatta eccezione per la rete di sorveglianza degli eccessi di mortalità per ondate di calore, è tuttora assente un sistema informativo istituzionale che consenta, con criteri condivisi, la conoscenza puntuale di decessi, popolazione colpita, morbilità, patologie psichiche e fisiche post traumatiche e danni socio-economici associati agli eventi meteorologici estremi.

Pur ancora in assenza di una base informativa adeguata e di una valutazione nazionale sistematica degli impatti diretti e indiretti dei cambiamenti climatici su salute, benessere e sicurezza della popolazione è comunque ormai largamente condiviso che, anche in Italia, sono già in atto i nuovi scenari di rischio influenzati da determinanti ambientali e meteo climatici come già evidenziato nel primo Rapporto Nazionale sul tema (APAT/OMS, 2007)

1 Ministero della Salute, APAT/ISPRA, Agenzia Europea per l'Ambiente, Regione Europea dell'OMS, Strategia Europea per l'adattamento, IPCC, UNFCCC, UNEP, FAO.

Al verificarsi di condizioni di rischio di danni diretti a causa di ondate di calore e di gelo, dell'aumento di incendi boschivi e, non in ultimo, ai sempre più frequenti eventi meteorologici avversi come alluvioni, piogge intense, frane, valanghe, inondazioni costiere, trombe d'aria, vanno a sommarsi altri rischi di rilevanza sanitaria, ovvero quelli mediati dagli impatti dei fattori meteoclimatici su ecosistemi, biodiversità, acque potabili e di balneazione, suolo, aria outdoor e indoor .

Tali determinanti ambientali e meteoclimatici :

1. Influenzano il rischio di malattie trasmissibili clima-sensibili quali quelle trasmesse da insetti vettori (emergenti e riemergenti), tossinfezioni alimentari e malattie trasmesse con l'acqua**.**

Malattie trasmesse da vettori. Nonostante la presenza di vettori sia influenzata da complessi fattori ecologici e socio-economici (maggiore mobilità intercontinentale di uomini, merci incluse piante esotiche), il clima favorisce il loro insediamento in regioni geografiche storicamente indenni aumentando il rischio di trasmissione di agenti patogeni nell'uomo e negli animali. Negli ultimi anni anche in Italia, come in Europa, si è assistito all'espansione della distribuzione geografica di molte specie di artropodi favorita, con modalità diverse per specifici vettori, da variabili meteo climatiche come l'innalzamento di temperature medie e umidità o le piogge intense (APAT/OMS, 2007; Romi et al., 2010; ECDC, 2010). I fattori climatici quindi possono favorire l'estensione di vettori ormai ubiquitari come la Zanzara tigre a quote più elevate (potenziale aumento di casi) o lo spostamento verso latitudini più settentrionali dei vettori di malattie già considerate endemiche (per es. flebotomo vettore della leishmania) e quindi la comparsa di casi in aree generalmente esenti o, in ultimo , favorire l'introduzione di virus "esotici". Negli ultimi anni si è assistito all'aumento della segnalazione di casi umani importati ed autoctoni di alcune arbovirosi trasmesse da zanzare infette per le quali dal 2002 il Ministero della Salute ha emanato specifiche indicazioni per la sorveglianza epidemiologica umana e veterinaria.[2] Queste malattie virali erano storicamente tipiche di aree asiatiche e africane tra cui la Dengue, la febbre Chikungunya[3] e la malattia da virus West Nile (WN). Di quest'ultima zoonosi, considerata come riemergente[4], che si manifesta in uomini e cavalli, ma che riconosce in altre specie animali il proprio serbatoio , dal 2008 si registrano ogni anno casi positivi umani e veterinari .L'interesse sanitario per la WN è sia per il rischio di forme cliniche gravi, se non fatali, che per il rischio, pur se raro, di trasmissione interumana dell'infezione virale attraverso emotrasfusioni e trapianti di organo (Semenza & Domanović, 2013). Tra le malattie trasmesse da vettori studi recenti hanno anche indagato il rischio di reintroduzione della malaria(Romi et al., 2012°, Romi et al, 2012b), attualmente considerato basso nel nostro Paese ma che richiede comunque un adeguato monitoraggio specie nelle aree più a rischio e, come per gli altri vettori, infrastrutture laboratoristiche e personale qualificato. Anche altri vettori come le zecche sono in espansione sia in Europa che in Italia, la *Ixodes ricinus* c.d. zecca

[2] Ultimo aggiornamento Circolare del Ministero della Salute del 14/6/2013.

[3] l'Italia ha "ospitato" nel 2007 la prima epidemia umana da virus Chikungunya del continente europeo e, nel 2009, primo caso umano nel mondo di malattia virale neuro invasiva da Usutu virus (Pecorari et al., 2009) entrambe trasmesse da zanzare.

[4] Ricompare dieci anni dopo la prima segnalazione di casi nei cavalli nel 1998.

dei boschi e *Ixodes persulcatus*, che operano sia come vettori che come serbatoi del virus TBE (*Tick Borne Encephalitis*- o meningoencefalite da zecche) e della Borrelia burgdorferi s.l., l'agente della malattia di Lyme o borreliosi (APAT/OMS, 2007; ECDC, 2012a). L'incremento medio della temperatura atmosferica potrebbe essere in grado di favorire la diffusione della leishmania nell'uomo e negli animali e delle altre malattie trasmesse da flebotomi (Maroli et al., 2012) causate da diverse specie di protozoi del genere *Leishmania* e trasmesse dalle punture di moscerini flebotomi (sandfly). Programmi di sorveglianza epidemiologica negli animali sono presenti solo in alcune Regioni.Tra le azioni previste per il monitoraggio dell'implementazione della Strategia Nazionale della Biodiversità del Ministero dell'ambiente del 2010 è stato affidato di recente ad ISPRA (2013) il compito di sviluppare indicatori per l'analisi dell'influenza dei cambiamenti climatici sulla distribuzione di vettori patogeni.

Qualità delle acque potabili e di balneazione e aumento del rischio di patologie idrotrasmesse. L'Italia non è esente da rischi di malattie idrotrasmesse. Anomalie termiche ed eventi meteorologici avversi più frequenti ne amplificano il rischio (Funari et al., 2012; Manganelli et al., 2012). Pur in assenza di un sistema nazionale di sorveglianza di malattie trasmesse con l'acqua molte evidenze indicano il ruolo del dilavamento contaminato negli eventi estremi, degli effetti di alte temperature e dell'impatto fisico sulle infrastrutture di distribuzione e trattamento delle acque sulla qualità di acque di balneazione, superficiali e sulla prestazione dei servizi idrici. Le gastroenteriti e l'epatite A rappresentano le malattie più frequenti. Negli ultimi anni nella quasi totalità delle Regioni Italiane sono state evidenziate criticità correlate allo sviluppo di cianobatteri produttori di tossine neuro- ed epatotossiche in invasi naturali e artificiali utilizzati per la fornitura di acque potabili (Lucentini et al., 2011). Temperature più elevate dell'acqua marina hanno facilitato la migrazione e lo stanziamento di specie di alghe tossiche per l'uomo in molte coste italiane con ulteriore aggravio finanziario e operativo per il monitoraggio ambientale.

Aumento dell'incidenza di malattie a trasmissione alimentare (MTA). La contaminazione degli alimenti e di acque a seguito di eventi alluvionali, l'esposizione degli alimenti a temperature più elevate in tutta la filiera di conservazione, distribuzione e stoccaggio, comportamenti sociali come l'uso di ristorazione pubblica e collettiva più frequente specie nei mesi caldi (quelli a maggior rischio), l'uso di buffet con cibo esposto a temperature ambiente, sono tutti fattori di rischio che, contribuiscono all'aumento dell'incidenza di malattie a trasmissione alimentari che richiedono interventi mirati di monitoraggio, sorveglianza e informazione. I sei microrganismi riconosciuti come agenti patogeni più frequenti: *Campylobacter, Cryptosporidium, Listeria, Norovirus, Salmonella e Vibrio non colerico* mostrano sensibilità specifiche per variabili climatiche (ECDC, 2012). Un'associazione statistica tra malattie e cambiamenti delle temperature a breve termine, suggerisce anche che le malattie veicolate dagli alimenti saranno influenzate dai cambiamenti a lungo termine del clima (Hall et al., 2002). In Emilia Romagna si è registrato negli ultimi anni un aumento di casi in cui i prodotti della pesca sono risultati causa pressoché unica di "intossicazione" alimentare (biotossina algale e sgombrotossina) (Regione Emilia-Romagna, 2012).

2. Amplificano, anche tramite meccanismi sinergici con inquinamento, l'aumento del rischio di malattie già riconosciute come associate a fattori di rischio ambientali come asma e allergie respiratorie, malattie cardiovascolari e respiratorie

Qualità aria outdoor e indoor: allergie, asma e malattie cardiorespiratorie. Temperature medie più alte, correnti transfrontaliere e altre variabili meteorologiche sono causa di aumento di numero, specie (nuove e infestanti), distribuzione temporale (anticipo fioriture) e geografica di allergeni influenzando la durata stagionale delle allergie e il rischio di nuove sensibilizzazioni tra la popolazione allergica. Le tempeste "polliniche nelle giornate ventose e le sinergie con gli inquinanti atmosferici (O_3, PM_{10}, NO_x) concorrono all'aumento del numero di crisi asmatiche/allergiche specie nelle aree urbane-. Il cambiamento climatico può anche influenzare la qualità dell'aria a livello locale e regionale attraverso modifiche delle velocità delle reazioni chimiche in atmosfera, delle altezze degli strati di rimescolamento degli inquinanti, e modifiche nelle caratteristiche dei flussi d'aria che regolano il trasporto d'inquinanti**.** Vari studi confermano l'associazione tra l'aumento dei ricoveri ospedalieri per malattie cardiovascolari e ictus nelle ondate di calore e un effetto sinergico per malattie cardiorespiratorie tra le concentrazioni tossiche d'inquinanti atmosferici (O_3, PM_{10}) e temperatura.

La qualità dell'aria indoor, dove passiamo la gran parte del nostro tempo, non è esente da influenze collegate ai cambiamenti climatici attraverso vari meccanismi: danni diretti sugli edifici negli eventi estremi, l'aumento indoor di umidità, temperature e concentrazioni di allergeni e ozono troposferico,ventilazione alterata. Queste nel loro insieme sono tutte variabili che incidono sull'inquinamento biologico (muffe, funghi, acari) e chimico (VOC, CO_2) oltre che sul comfort microclimatico, ovvero sui fattori individuati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS, World Health Organization – WMO) come determinanti indoor di salute (WHO Europe 2009; 2010).

3. Influiscono sulle pratiche agricole aumentando il rischio di esposizione a contaminanti chimici negli alimenti e per i lavoratori addetti; pregiudicano la produzione, la sicurezza e la qualità nutrizionale di alimenti fondamentali.

L'aumento clima sensibile della distribuzione geografica ed insediamento di nuove specie infestanti delle piante possono comportare un aumento dell'uso di fitosanitari e pesticidi influenzando il rischio di esposizione sia dei consumatori a livelli non accettabili di residui chimici che dei professionalmente esposti. In aggiunta alterati pattern ed intensità della piovosità possono condurre ad un alterato trasporto dei pesticidi nell'ambiente contaminando aree destinate a colture biologiche di alimenti. Inoltre l'aumento delle temperature può favorire alcune malattie anche negli animali d'allevamento, incluse le piscicolture con necessità di maggior uso di antibiotici e/o altri farmaci veterinari con accumulo nell'ambiente e nei prodotti derivati.

In generale i cambiamenti climatici incidono su tutti i fattori fondamentali per la sicurezza alimentare intesa secondo la più ampia definizione introdotta dalla FAO.[5] assenza di contaminanti abiotici (pesticidi, metalli pesanti) e biotici (virus, batteri, muffe e tossine biologiche) (Tirado et al., 2010), produzione e accessibilità agli alimenti ma anche sulla qualità nutrizionale dell'alimento, quali ad esempio un ottimale contenuto di proteine, carboidrati, vitamine e sali minerali come dimostrato da studi recenti. Livelli elevati di CO_2 producono numerosi cambiamenti fisiologici nelle coltivazioni di riso, come cambiamenti nella fotosintesi, l'assorbimento e trasporto nella pianta dei nutrienti, l'espressione genica e l'attività enzimatica (Wanga et al., 2011). La produzione totale di riso integrale, la resa in proteine e la resa in ferro sono influenzati negativamente anche dall'ozono (Frei et al., 2012). Uno dei primi esperimenti che combinano la temperatura e le precipitazioni ha mostrato che la temperatura elevata penalizza la qualità dei grani di orzo più severamente rispetto ai cambiamenti nelle precipitazioni. Le concentrazioni totali di carboidrati non strutturali, amido, fruttosio e raffinosio erano inferiori in piante coltivate ad alte temperature. Le precipitazioni hanno influenzato solo marginalmente i chicchi d'orzo: la riduzione ha aumentato le concentrazioni di diversi minerali (sodio, rame) e amminoacidi (leucina) (Högy et al., 2013).

Produzione alimentare. Gli effetti dei cambiamenti climatici sull'agricoltura comprendono variazioni nella stagionalità delle colture, modifiche alle aree idonee per l'agricoltura e ai pascoli di bestiame, e variazioni nelle parassitosi delle piante (es. muffe, funghi e patogeni). L'insorgenza di patologie e micosi delle coltivazioni contribuiscono alla riduzione della disponibilità di alcuni alimenti e, quindi, potenzialmente influenzano la sicurezza della produzione alimentare a livello globale (riduzione delle scorte) e locale (effetti su mercati e sicurezza nutrizionale). Oltre al sistema agricolo anche la produzione ittica e la produzione di bestiame sono vulnerabili ai cambiamenti climatici. La perdita di produttività è uno dei costi sociali principali così come il conseguente aumento dei prezzi dei generi alimentari o dei mangimi a causa della variabilità delle scorte alimentari e influenza i consumi e pattern nutrizionali.

Tra i danni diretti associati ai cambiamenti climatici vanno annoverati non solo gli effetti da ondate di calore e di gelo, da ma anche quelli conseguenti all'aumento degli incendi boschivi, ad una maggiore esposizione a radiazioni UV (favorita anche da maggior tempo speso all'aperto per le temperature più miti) nonché agli eventi meteorologici avversi come alluvioni, frane, valanghe, inondazioni costiere, trombe d'aria. Di quest'ultimi, nonostante il loro visibile aumento nel nostro Paese, specie negli ultimi anni, non si dispone ad oggi di un'informazione sistematica dei loro impatti. Le stime vengono operate sulla base di più fonti, per periodi temporali difformi e in assenza di criteri di selezione e raccolta dei dati. Le poche informazioni disponibili su vulnerabilità idrogeologiche e impatti comunque configurano un quadro di rischio socioeconomico: nelle aree classificate come ad alto rischio di frane e alluvioni è stata stimata la presenza di oltre 1 milione gli edifici ad uso prevalentemente residenziale, 6.251 scolastici e 547 strutture ospedaliere. Tra gli insediamenti non residenziali i capannoni a uso produttivo sono circa trentaquattromila e circa

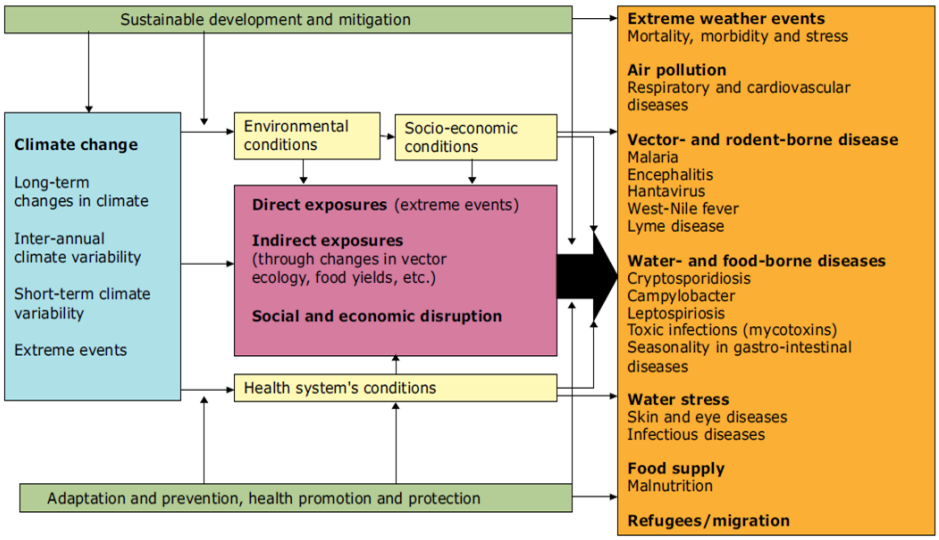
[5] "*Food security exists when all people, at all times, have physical, social and economic access to sufficient, safe and nutritious food which meets their dietary needs and food preferences for an active and healthy life.*"

ventiquattromila quelli commerciali (ANCE/CRESME, 2012). Per l'anno 2011 i dati ISPRA registrano 91 episodi franosi con 39 vittime e danni stimati di oltre 1,60 miliardi di euro. Per danni da eventi meteorologici avversi la Protezione Civile nel biennio gennaio 2009-gennaio 2011 ha stanziato, per soli interventi urgenti, fondi per oltre 1,3 miliardi di euro. L'analisi di fonti varie (elaborazione CRESME) stima che tra il 2002 e il 2012 gli eventi di dissesto che hanno provocato danni diretti alla popolazione (con vittime, feriti e sfollati) hanno provocato circa 290 morti (128 dovuti alle alluvioni e 165 alle frane). Stress acuto e ansia negli eventi climatici estremi possono essere causa d'infarti e cardiopatie stress correlate. Tra gli effetti di eventi disastrosi va anche menzionata l'insorgenza di disturbi psichici (disturbo post traumatico da stress) di durata variabile (Stanke et al., 2012).

Gli eccessi di mortalità per ondate di calore in Italia sono diminuiti quale effetto positivo delle politiche di allarme, sorveglianza, prevenzione e comunicazione istituite e implementate dal Ministero della Salute a seguito degli eventi dell'estate del 2003. Questo emerge dal confronto dei dati relativi all'estate 2003 e del 2012. L'efficacia delle misure di prevenzione è stato anche dimostrato da un recente studio condotto in 16 città italiane che mette a confronto due periodi: "pre" e "post" attivazione del piano di prevenzione nazionale. Rimane comunque alta l'attenzione per l'insorgenza di patologie psichiche e fisiche associate alle ondate di calore causa di un aumento degli accessi al Pronto Soccorso nelle stagioni calde specie per soggetti suscettibili, anziani e bambini di 0-4 anni. Non solo le caratteristiche delle ondate di calore ma anche la densità delle aree urbane, la disponibilità di verde urbano e l'inquinamento atmosferico sono fattori incidenti sugli eccessi di mortalità e morbilità. Non è sufficientemente diffuso l'uso di materiali e tecnologie nell'edilizia e nell'infrastrutture stradali urbane per la mitigazione dell'effetto da isole di calore urbano (da +2 a +6°C rispetto alle aree rurali). Oltre ad anziani, bambini e individui suscettibili tra i gruppi vulnerabili vanno anche annoverati i lavoratori outdoor, fasce di popolazione in condizioni socio economiche svantaggiate, residenti in aree urbane, e a rischio idrogeologico.

Introduzione

Sono sempre più crescenti le evidenze scientifiche sugli effetti dei cambiamenti climatici sulla salute, sulla comprensione dei meccanismi diretti e indiretti attraverso i quali si realizzano e delle connessioni con le politiche climatiche, di sostenibilità e di prevenzione ambientale e sanitaria come riassunto nella Fig.1.



Source: Wolf, 2011, adapted from Confalonieri et al., 2007.

Figura 1.10: **Percorsi d'impatto dei cambiamenti climatici sulla salute umana (EEA, 2013).**

In coerenza con l'art.152 del vigente Trattato Europeo[6] ed in risposta a tali evidenze il Libro Bianco dell'UE sull'adattamento ai cambiamenti climatici del 2009, e la successiva Strategia Europea dell'aprile 2013, esortano un approccio integrato multidisciplinare per la gestione dei rischi per la popolazione che non riguardi esclusivamente il potenziamento specifico di sistemi di risposta alle emergenze e servizi sanitari, ma anche altri settori strategici per un'efficace mitigazione dei rischi e delle vulnerabilità. Un approccio che vuole essere propedeutico anche all'inclusione futura delle valutazioni socio-sanitarie nelle opzioni e misure di adattamento settoriali, nell'analisi della coerenza e/o dei potenziali conflitti tra le diverse politiche connesse alle strategie d'adattamento e dei risultanti co-benefici ambientali e sanitari

Ciò premesso in questo lavoro sono state privilegiate le aree d'adattamento d'interesse prevalente per le politiche ambientali e territoriali. E' indiscutibile, infatti, il loro ruolo, attraverso le politiche di tutela della qualità delle risorse naturali e del territorio, nella prevenzione di malattie e rischi di rilevanza sanitaria la cui realizzazione è mediata dagli impatti dei fattori meteoclimatici su ecosistemi, biodiversità, acque potabili e di balneazione, suolo, aria outdoor e indoor. I fattori meteo-climatici infatti agiscono, nella maggioranza dei casi, come amplificatori, se non in sinergia, di vulnerabilità territoriali (rischio idrogeologico) e pressioni ambientali preesistenti, come l'inquinamento chimico e biologico di aria e acqua o le alterazioni della biodiversità. Tutti questi

6 Articolo 152 (ex articolo 129) "*Nella definizione e nell'attuazione di tutte le politiche ed attività della Comunità è garantito un livello elevato di protezione della salute umana. L'azione della Comunità che completa le politiche nazionali, si indirizza al miglioramento della sanità pubblica, alla prevenzione delle malattie e affezioni e all'eliminazione delle fonti di pericolo per la salute umana. Tale azione comprende la lotta contro i grandi flagelli, favorendo la ricerca sulle loro cause, la loro propagazione e la loro prevenzione, nonchè l'informazione e l'educazione in materia sanitaria…*"

fattori, nel loro complesso, modulano la realizzazione e le caratteristiche di gravità di impatti e rischi per la salute. L'adozione di misure di adattamento che integrino anche la prevenzione dei nuovi rischi per salute, benessere e sicurezza della popolazione è quindi un'opportunità per un "sano" sviluppo sostenibile climate-proof.

Cambiamenti climatici e malattie trasmissibili

L'aumento della temperatura della superficie terrestre e dell'acqua, la frequenza e durata delle ondate di calore, la contaminazione di acque interne e costiere conseguenti ai più frequenti eventi meteorologici avversi sono tutte variabili che, con meccanismi diversi, contribuiscono a delineare scenari di rischio di un aumento della prevalenza e dell'incidenza di malattie infettive trasmesse da insetti vettori biologici infetti, acque e cibo contaminati (ECDC, 2010). La vulnerabilità dei sistemi di prevenzione e di early-warning (come per esempio il controllo e monitoraggio dei vettori patogeni o l'efficienza dei sistemi di depurazione dell'acqua e dei servizi idrici in generale) incidono sulla frequenza e gravità di tali rischi e la loro analisi dovrà far parte di una strategia d'adattamento.

I dati a disposizione, riassunti nei paragrafi che seguono, pur se limitati (specie per le malattie idrotrasmesse in assenza di un sistema di sorveglianza specifico), ci consentono di concludere che l'Italia non è esente da tali vulnerabilità e scenari di rischio.

Malattie infettive trasmesse da vettori

Le malattie trasmissibili infettive di origine non alimentare, o malattie trasmesse da vettori (Vector Borne Diseases – VBD), mostrano una spiccata sensibilità alle variabili meteo climatiche (ECDC, 2010) e hanno richiesto l'adattamento di sistemi di sorveglianza sanitaria in molti Paesi europei. Di particolare interesse per l'Italia sono le malattie da vettore trasmesse attivamente tra uomo e animali da artropodi (insetti e acari) che agiscono come *vettori biologici*[7], ovvero vettori al cui interno l'agente patogeno (virus) si moltiplica oppure compie una parte importante del proprio ciclo vitale. I vettori biologici sono ematofagi e possono infettarsi su un ospite animale e poi, successivamente, trasmettere il patogeno all'uomo durante il pasto di sangue. I vettori d'interesse sanitario in Italia sono le zanzare, i flebotomi e le zecche che, oltre ai disturbi determinati da punture e morsi, possono quindi potenzialmente veicolare anche agenti virali che negli ultimi anni hanno richiesto interventi normativi di livello nazionale (Ministero della Salute) e regionale.[8]

Nonostante la distribuzione dei vettori possa essere influenzata da fattori ecologici e socio-economici (mobilità intercontinentale umana e commerciale), il clima favorisce il loro

[7] Anche alcune specie di insetti infestanti, comuni negli ambienti antropizzati, quali le mosche e le blatte, possono contribuire alla diffusione di agenti patogeni responsabili di malattie di origine alimentare ma non agiscono come *vettori biologici* ma come *vettori meccanici*, cioè trasportando all'esterno del proprio corpo materia organica infetta di cui si sono imbrattati (zampe e apparato boccale) e contaminando "meccanicamente" cibo e bevande con cui vengono a contatto.

[8] Più recentemente (2013) tra le risposte istituzionali va segnalata anche l'iniziativa del Ministero dell'Ambiente di affidare ad ISPRA il compito di sviluppare indicatori per l'analisi dell'influenza dei cambiamenti climatici sulla distribuzione di vettori potenzialmente patogeni nell'ambito delle attività di monitoraggio dell'implementazione della Strategia Nazionale della Biodiversità del 2010 (MATTM, 2010).

insediamento in regioni geografiche storicamente indenni e la potenzialità della trasmissione di patogeni. Gli insetti vettori sono infatti organismi ectotermici, non in grado di regolare la propria temperatura e quindi particolarmente sensibili alla temperatura esterna. Di conseguenza il loro ciclo biologico è strettamente regolato da fattori esterni (temperatura/umidità). Anche gli agenti infettivi, come i loro vettori sono tipicamente sensibili alle condizioni ambientali in termini di sopravvivenza, riproduzione e moltiplicazione esponenziale del patogeno. La sensibilità alle temperature ambientali spiega i limiti della loro storica distribuzione geografica e il cambiamento della loro distribuzione sul continente europeo per motivi climatici.

Le conseguenze derivanti dai cambiamenti climatici sulla diffusione delle malattie infettive trasmesse da vettori implicano diversi fattori (APAT/OMS, 2007):

- ampliamento dell'area di distribuzione dei vettori indigeni;
- riduzione della durata dei cicli di sviluppo dei vettori indigeni;
- riduzione della durata della riproduzione del patogeno nell'artropode;
- prolungamento della stagione idonea alla trasmissione degli agenti patogeni;
- importazione ed adattamento di nuovi artropodi vettori;
- importazione ed adattamento di nuovi agenti patogeni attraverso vettori o serbatoi.

I fattori climatici in Italia possono favorire l'estensione di vettori ormai ubiquitari come la zanzara tigre a quote più elevate (potenziale aumento di casi) o lo spostamento verso latitudini più settentrionali dei vettori di malattie già considerate endemiche (ad es. flebotomo vettore della leishamania) e quindi la comparsa di casi in aree generalmente esenti o, in ultimo, favorire l'introduzione di virus "esotici".[9] La possibilità che in Paesi europei si verifichino focolai di VBD dovute a virus esotici è stata dimostrata dall'epidemia di **Chikungunya virus** (Rezza et al., 2007) verificatasi in Emilia Romagna nel 2007 (250 casi) trasmesso da *Aedes albopictus*[10], la zanzara tigre, primo esempio in Italia ed Europa di una arbovirosi ad andamento epidemico trasmessa da zanzare. Dopo 20 anni dal suo ingresso in Italia attraverso l'importazione di pneumatici usati (che hanno "accolto" questi insetti nell'acqua stagnante al loro interno) la zanzara tigre è ormai ubiquitaria con una distribuzione prevalentemente stratificata lungo le fasce costiere, nell'interno fino a quote collinari al disotto dei 600 m e al nord è già presente fino alle regioni alpine. Da alcuni anni si sono registrati insediamenti oltre gli 800 m. La zanzara tigre ha rivelato le sue capacità come vettore anche in Paesi europei a clima temperato. Viceversa, la specie potrebbe vedere una riduzione della sua presenza nelle regioni meridionali se l'aumento della temperatura non fosse accompagnato da abbondanti precipitazioni durante i mesi più caldi (Romi et al., 2009; Romi, 2010).

---

[9] l'Italia è particolarmente interessata da questo fenomeno, visto che rappresenta una delle propaggini più meridionali del continente europeo e quindi un ponte ideale verso il continente africano.

[10] La presenza di *Aedes albopictus* ad alte densità, potrebbe mascherare l'ingresso di altre specie tropicali, morfologicamente molto simili, come *Aedes aegypti* (con maggiore sensibilità per i climi caldi ma aridi) e *Aedes japonicus*, ancora assenti in Italia, ma già rinvenute in altri paesi Europei (Francia, Olanda) che utilizzano sistemi avanzati di quarantena di merci e sorveglianza attiva.

Nel 2011 è stata individuata un'altra specie di importazione simile alla zanzara tigre ma che mostra una maggiore resistenza ai climi più freddi, l'*Aedes koreicus* (o zanzara coreana), probabilmente introdotta in Italia con carichi commerciali (piante ornamentali) provenienti da altri paesi europei già infestati (Belgio). Anche l'*Aedes koreicus* è potenziale vettore di *arbovirus* tropicali e si è saldamente radicata sul territorio a quote pedemontane delle provincie di Belluno, Treviso e Vicenza (Capelli et al., 2011).

Nell'emisfero occidentale il vettore principale della **dengue** (un'altra arbovirosi umana) è la zanzara *Aedes aegypti* (Toma et al., 2011), anche se si sono registrati casi trasmessi da *Aedes albopictus*. La dengue è conosciuta da oltre due secoli, ed è particolarmente presente durante e dopo la stagione delle piogge nelle zone tropicali e subtropicali di Africa, Sudest asiatico e Cina, India, Medioriente, America latina e centrale, Australia e diverse zone del Pacifico. Risulta endemica in 100 Paesi dei cinque continenti, sono stati stimati tra i 50 e i 100 milioni d'infezioni l'anno di cui 500.000 casi di forma emorragica e 22.000 decessi.[11] Negli ultimi decenni, la diffusione della dengue è aumentata in molte regioni tropicali. Nei paesi dell'emisfero nord, in particolare in Europa, l'incremento è dovuto all'aumentata frequenza di spostamenti di merci e di persone.[12]

Tra le malattie da vettori riemergenti in Italia va segnalata la **febbre del Nilo Occidentale** (West Nile Fever o West Nile Disease - WND), provocata dal virus West Nile isolato per la prima volta nel 1937 in Uganda, nel distretto West Nile da cui appunto prende il nome. I serbatoi del virus sono gli uccelli selvatici e le zanzare (più frequentemente del tipo *Culex*), le cui punture sono il principale mezzo di trasmissione all'uomo. Sono documentati anche casi di trasmissione uomo-uomo, anche se molto più rari, attraverso trapianti di organi e trasfusioni di sangue. Le persone infette mostrano un quadro clinico molto variabile da forme asintomatiche a gravi sintomi neurologici (forma neuroinvasiva) con febbre alta, meningiti, encefaliti fino alla paralisi e al coma. Alcuni effetti neurologici possono essere permanenti. Nei casi più gravi il virus può causare un'encefalite letale. Il virus è diffuso in Africa, Asia occidentale, Europa, Australia e America. Negli Stati Uniti la diffusione del virus è stata estremamente rapida: dopo il primo caso a New York nel 1999, dal 2001 annualmente si sono registrati migliaia di casi (oltre 30.000). Nel solo 2012 secondo il sito dedicato ai casi di West Nyle dal CDC statunitense[13] (U.S. CDC, 2012) si sono registrati 5.674 casi di cui 2.873 (51%) forme cliniche neuro invasive. In totale si sono registrati 3.491 pazienti ricoverati (62%) e 286 decessi (5%).

All'interno dell'Unione Europea al 2012, 235 sono i casi confermati di WND (ECDC, 2012), forme neuro invasive e non nell'uomo, e 575 casi registrati nei Paesi limitrofi. In Italia, il primo focolaio di WND si è manifestato nel 1998 in un'area paludoso/boschiva della Toscana (Fucecchio/Cerbaie), sito di nidificazione di uccelli migratori che agiscono da serbatoio del virus, con pochi casi di encefalite equina. Dopo 10 anni di assenza, WND ricompare con alcuni focolai d'infezione nelle regioni del nord-est e mostra un trend crescente estendendosi anche a Emilia-Romagna, Sicilia e

[11] Dati OMS 2012.

[12] Normalmente la malattia dà luogo a febbre nell'arco di 5-6 giorni dalla puntura di zanzara, con temperature anche molto elevate accompagnata da altri sintomi. La malattia può svilupparsi anche sotto forma di febbre emorragica con emorragie gravi da diverse parti del corpo che possono causare veri e propri collassi e, in casi rari, risultare fatali.

[13] Center for Disease Control and prevention , http://www.cdc.gov/westnile/

Sardegna. Solo nel 2012 sono stati clinicamente confermati 28 casi umani di malattia neuroinvasiva da WND. L'andamento nell'arco dell'anno delle forme più gravi mostra una spiccata associazione con i mesi più caldi .

Le malattie virali trasmesse da zanzare (Chikungunya, Dengue e West Nile) sono state oggetto di specifici interventi normativi da parte del nostro Ministero della Salute negli ultimi dieci anni (vedi casella di approfondimento).

La Sorveglianza Epidemiologica negli ospiti animali e nei vettori è regolamentata dall'Ordinanza del Ministero della Salute 4 agosto 2011 relativa alle norme sanitarie in materia di encefalomielite equina di tipo West Nile e attività di sorveglianza nel territorio (11°11622) (G.U. Serie Generale n. 209 del 8 settembre 2011). L'Ordinanza è solo l'ultima in ordine temporale di una serie di provvedimenti che sono stati messi in atto a partire dal 1998 anno in cui venne identificata per la prima volta sul territorio nazionale la presenza del virus West Nile. La sorveglianza nei confronti di WND riguarda uccelli stanziali appartenenti a specie bersaglio (o in alternativa allevamenti avicoli rurali o all'aperto), equidi, avifauna migratoria e mortalità negli uccelli selvatici, nonché sorveglianza entomologica. Dal 2008 al 2011 in Italia sono 568 i casi confermati di WND in cavalli (Toma et al., 2008).

Studi più recenti hanno anche investigato il potenziale malariogenico in Italia (Boccolini et al., 2009; Boccolini et al., 2012; Romi et al., 2012a; Romi et al., 2012b; Di Luca et al., 2009). Il rischio è attualmente considerato basso da rendere improbabile, anche se non impossibile, la reintroduzione della malaria in forma endemica. Sporadici e isolati casi di *Plasmodium vivax* (come quello del 1997), insieme a piccole e localizzate epidemie, potrebbero verificarsi in aree rurali del nostro Paese, in cui le condizioni climatiche e la densità del vettore risultano favorevoli. Lo storico vettore *Anopheles labranchiae* risulta presente prevalentemente in Toscana, nord del Lazio, Puglia, Calabria e grandi isole. Un'indagine entomologica effettuata da Istituto Superiore di Sanità e Università della Tuscia nella Maremma toscana e laziale, una delle principali aree a rischio di introduzione o reintroduzione di organismi patogeni, ha confermato l'ipotesi che *Anopheles labranchiae* abbia nuovamente acquisito una distribuzione simile a quella passata, e ha inoltre dimostrato sia un'espansione, a basse densità, verso Nord-Est, in aree in cui non era mai stata rilevata, sia un allungamento del periodo di trasmissione di circa un mese dovuto all'aumento della temperatura media.

Malattie trasmesse da vettori: principali norme nazionali

CIRCOLARE del Ministero della Salute del 14/06/2013
Sorveglianza dei casi umani delle malattie trasmesse da vettori con particolare riferimento alla Chikungunya, Dengue e West Nile Disease - Aggiornamento 2013

CIRCOLARE del Ministero della Salute del 12/06/2012
Sorveglianza dei casi umani delle malattie trasmesse da vettori con particolare riferimento alla Chikungunya, Dengue e West Nile Disease - Aggiornamento 2012

CIRCOLARE del Ministero della Salute del 15/06/2011
Sorveglianza dei casi umani delle malattie trasmesse da vettori con particolare riferimento alla Chikungunya, Dengue e West Nile Disease - Aggiornamento 2011

CIRCOLARE del Ministero della Salute del 21/07/2010
Sorveglianza della Malattia di West Nile in Italia - 2010

NOTA del Ministero della Salute del 21/07/2010
Sorveglianza della Malattia di West Nile in Italia - 2010: nota esplicativa alla circolare DGPREV 33197-P-21/07/2010

DECRETO del Ministero della Salute del 29/11/2007
Approvazione del Piano di sorveglianza nazionale per la encefalomielite di tipo West Nile

CIRCOLARE del Ministero della Salute del 04/08/2006
Sorveglianza della Chikungunya

CIRCOLARE del Ministero della Salute del 18/09/2002
Sorveglianza delle infezioni veterinarie e umane da virus West Nile in Italia

Ordinanza del Ministro della Salute del 4/4/2002, che rende obbligatoria sul territorio nazionale l'esecuzione di un Piano di sorveglianza per le infezioni da virus West Nile in ambito veterinario.

Anche le patologie infettive veicolate da zecche sono aumentate nell'ultimo decennio in Italia e in molti Paesi europei. Tra le emergenti va menzionata la **meningoencefalite da zecche** (Tick Borne Encephalitis - TBE), o meningoencefalite primaverile-estiva, è una malattia virale acuta del sistema nervoso centrale, causata da un *arborvirus* appartenente al genere *Flavivirus*, molto simile ai virus responsabili della febbre gialla e della dengue. Alcuni studi hanno dimostrato una stretta correlazione tra l'espansione temporo-spaziale dei vettori e i cambiamenti climatici. Ad esempio le zecche portatrici della TBE si sono espanse dalla Svezia nord centrale al Mar Baltico; gli stessi vettori in Repubblica Ceca, dove sono state monitorate sin dagli anni '50 ad altitudini non superiori di 700 metri, sono stati rinvenuti ad altitudini di oltre 1250 m a partire dagli anni 2000.

Per la rilevanza sanitaria del fenomeno, a valle del recente Rapporto dell'ECDC (ECDC, 2012a) che riassume le informazioni disponibili sulla distribuzione della TBE negli Stati membri e identifica le principali aree di rischio, è seguita la decisione della Commissione Europea del settembre 2012[14] che introduce l'obbligo di notifica anche per la TBE rivedendo la normativa preesistente. Questo consentirà anche per l'Italia una sistematizzazione delle informazioni nonché un uso più efficace della prevenzione con vaccino per la TBE. L'encefalite da morso di zecca è stata identificata per la prima volta in Italia nel 1994 in provincia di Belluno. Le zecche, e in particolar modo *Ixodes ricinus*, c.d. zecca dei boschi, e *Ixodes persulcatus*, operano sia come vettori che come serbatoi. Il virus trasmesso dalle zecche infetta diversi animali, selvatici o domestici, fra cui roditori, caprioli, ovini, caprini che contribuiscono al mantenimento del ciclo di trasmissione dell'infezione. Gli uccelli, molto probabilmente, contribuiscono a trasportare passivamente zecche infette anche a notevole distanza durante le loro migrazioni. *Ixodes ricinus* popola zone prative relativamente umide, fredde, cespugliose e boschive, giardini, frangiventi, alvei di piena e foreste per molta parte dell'Europa. In Italia, questa zecca è vettore anche della *Borrelia burgdorferi s.l.*, che è l'agente della **malattia di Lyme o borreliosi**. I focolai dell'encefalite da zecca sono presenti principalmente in Veneto, Toscana e Trentino mentre per la malattia di Lyme i centri endemici storici di borreliosi sono Veneto, Friuli e Trentino.

Altri vettori, i flebotomi, ditteri ematofagi appartenenti alla famiglia *Psychodidae*, genere *Phlebotomus* (sandflies) sono in Italia i portatori della **Leishmaniosi** nell'uomo e nel cane e sono influenzati dalle variabili climatiche.[15]

In Italia la malattia umana è presente in due forme epidemiologiche e cliniche diverse ossia la leishmaniosi viscerale zoonotica (LVZ detta anche *kala azar*), più grave e letale se non curata, e la leishmaniosi sporadica cutanea. Il cane infetto costituisce l'unico serbatoio domestico della LVZ; la leishmaniosi canina ha mostrato nell'ultimo decennio un aumento d'incidenza e diffusione geografica. La LVZ è una tipica malattia rurale e periurbana, presente in modo disomogeneo lungo le aree della costa tirrenica, della costa del basso Adriatico e delle isole. Casi di LVZ sono riportati in molte regioni del centro-sud, ma le aree più colpite sono in Campania e in Sicilia.

L'incremento medio della temperatura atmosferica potrebbe essere in grado di favorire l'aumento dei casi nelle regioni dove già è presente in forma endemica e l'espansione della trasmissione di leishmaniosi verso latitudini più settentrionali (Maroli et al., 2008). Questo fenomeno è stato studiato in alcune aree dell'Italia settentrionale, dove il confronto tra dati entomologici recenti con quelli disponibili per gli anni 1960 e 1970 ha rivelato che alcune specie di flebotomi, vettori dimostrati di Leishmaniosi, hanno ampliato la loro distribuzione geografica verso nord (Maroli et al., 2012). Tuttavia per molte aree del territorio nazionale i dati disponibili soffrono di evidente sottonotifica, mentre presentano discreta attendibilità i dati relativi ad alcune regioni dove sono stati attuati, anche per periodi limitati, programmi appositi di sorveglianza attiva (Campania,

[14] DECISIONE DELLA COMMISSIONE del 3 settembre 2012 che modifica la decisione 2000/96/CE per quanto riguarda l'encefalite da zecche e la categoria delle malattie trasmesse da vettori.

[15] I flebotomi sono noti anche come vettori di altri patogeni umani, quali la Bartonella spp. (Carrion's disease) ed un certo numero di agenti virali che causano la febbre dei 3 giorni, meningiti estive, la stomatite vescicolare e l'encefalite da Chandipura virus.

Sicilia, Liguria ed Emilia Romagna). Un aspetto di rilievo di sanità pubblica è che la leishmaniosi tende a manifestarsi soprattutto nelle persone già immunodepresse in seguito ad infezione da HIV e che, con meccanismi complessi, le due patologie si autoalimentano.

Le malattie da vettori clima sensibili stanno riscuotendo molte attenzioni dalle autorità e dalla legislazione nazionale ed europea e sono sempre più crescenti i network europei a cofinanziamento europeo sulla distribuzione di casi e vettori , biologia e controllo dei vettori[16], ma richiedono anche georeferenziazione del rischio, interventi ambientali e sistemi integrati di early-warning su specie vettori e serbatoi di patogeni. La pianificazione di strategie di controllo dei vettori nell'ambito di una gestione ambientale integrata richiede un monitoraggio costante delle popolazione dei vettori in rapporto alle variabili ambientali e microclimatiche cui sono legate e anche programmi di sorveglianza attiva e/o di quarantene di merci importate. Perché la prevenzione del rischio e i possibili interventi siano efficaci, sono necessarie misure istituzionali quali costituzione di tavoli tecnici multidisciplinari a supporto del potenziamento dei sistemi di prevenzione, early-warning e controllo sul territorio; l'individuazione di esperti regionali di riferimento per l'emanazione di normative anche in urgenza per gli interventi sul territorio; la revisione della disciplina dei ruoli svolti dai vari Enti territoriali preposti alla prevenzione e al controllo del vettore.

Malattie idrotrasmesse

Le malattie infettive idrotrasmesse sono causate da numerosi batteri, virus e protozoi parassiti. La contaminazione di acqua di balneazione, per uso potabile, agricolo e acquacoltura nonché l'aumentata presenza e/o patogenicità di virus o batteri è uno scenario di rischio clima-sensibile che riconosce diversi fattori non climatici, tra loro potenzialmente sinergici, quali la resilienza dei sistemi di depurazione e dei servizi idrici in generale agli eventi meteorologici estremi e la capacità dei sistemi di prevenzione per la governance dei nuovi rischi.

Le più frequenti ed intense piogge e/o alluvioni possono causare una maggiore concentrazione di organismi patogeni nelle acque attraverso lo straripamento degli impianti di trattamento, il trasporto di deiezioni animali ed umane con le acque di deflusso superficiale, la mobilizzazione di sedimenti contaminati o come risultato di distruzione fisica di infrastrutture di trattamento e distribuzione a causa di inondazioni nonchè di effetti indiretti, più o meno complessi, sulla globale efficienza degli impianti di fognature, depurazione e distribuzione di acqua potabile.

I virus enterici sono sempre stati la causa principale di malattie infettive associate al consumo di acqua contaminata da materiale fecale. Le epidemie di origine idrica (waterborne diseases - WBD) sono sicuramente sottostimate per la mancanza di adeguati programmi di sorveglianza epidemiologica.
I virus enterici responsabili di epidemie di gastroenteriti di origine idrica sono: *enterovirus*, *norovirus*, *adenovirus*, virus dell'epatite E e dell'epatite A, *rotavirus*. Le acque di balneazione che

[16] EDEN project - Emerging diseases in a changing European environment: http://www.eden-fp6project.net/, EDENext project: http://www.edenext.eu , VBORNnet: http://www.vbornet.eu.

ricevono acque trattate, e le risorse ittiche allevate in acque riceventi, possono rappresentare un'importante via di esposizione.

Diversi ceppi virali enterici nelle acque superficiali sono resistenti ai trattamenti di purificazione delle acque di scarico. Rispetto ai batteri indicatori di contaminazione fecale, per i quali l'efficienza di rimozione dei trattamenti degli impianti è di circa il 99%, i virus sono rimossi con un'efficienza fra il 35 e il 78%. In un recente studio fino a 4 gruppi di enterovirus patogeni sono stati identificati contemporaneamente in mitili provenienti da impianti di allevamenti controllati (La Rosa et al., 2012). I virus possono essere presenti anche in acque che rispondano ai criteri di sicurezza per le contaminazioni fecali usando i comuni indicatori di contaminazione.

Oltre alle vulnerabilità intrinseche correlate ad un maggior rischio di contaminazione negli eventi estremi, esiste anche una vulnerabilità di sistema conoscitivo. In Italia e in Europa non esiste un sistema di sorveglianza che distingua fra malattie trasmesse dall'ingestione di cibo contaminato o di acqua contaminata. Inoltre, è probabile che i casi registrati rappresentino una sottostima di quelli effettivamente avvenuti. Per esempio, l'impatto delle gastroenteriti acute in Italia, fra le manifestazioni più frequenti di malattie idrotrasmesse e trasmesse da alimenti, è probabilmente sottostimato, per diversi motivi: è frequente il trattamento medico domiciliare, non viene sempre ricercata la causa della malattia, le possibilità e i protocolli dei diversi laboratori non sono uniformi, e la notifica da parte delle strutture sanitarie è spesso disattesa (Scavia et al., 2009). Ciò nonostante in Europa sono state riportate 16 epidemie idrotrasmesse causate da calicivirus, *verocytotoxigenic E. coli*, *Cryptosporidium parvum* e rotavirus (EFSA, 2014). In uno studio italiano condotto dall'ISS (Bonadonna et al., 2009) sulla base delle notifiche registrate dal sistema italiano di sorveglianza delle malattie infettive, nell'area di Roma, nel periodo 2001-2006 sono stati individuati ed elaborati un totale di 3.000 casi di malattie di origine idrica e il virus dell'epatite A è stato l'agente eziologico più frequentemente registrato.

La carenza di dati non consente di stabilire un trend e l'associazione con variabili climatiche ma delinea comunque una vulnerabilità già esistente e il potenziale aumento di rischio collegato alle variabili climatiche.

In molti studi sono state identificate epidemie di malattie idrotrasmesse legate alle piogge eccessive (Funari et al., 2012). Patogeni quali *Campylobacter* e *E. coli* enterotoxigenico (EFSA, 2012) sono stati rinvenuti in campioni di feci di soggetti con seri disturbi gastrointestinali insorti dopo una gara di nuoto svolta la mattina successiva ad un pioggia insolitamente intensa che ha allagato e causato lo straripamento degli impianti di trattamento delle fogne di Copenhagen.

Anche l'aumento di temperatura può influenzare la diffusione di organismi patogeni trasmessi dall'acqua, per esempio riducendo il numero di giorni di basse temperature che determinano l'inattivazione di cisti di protozoi patogeni (King & Monis, 2007), e aumentando direttamente i tassi di crescita di alcuni batteri autoctoni, comprese specie patogene (Lipp et al., 2002), come *Vibrio paraemolythicus*, *V. vulnificus* e *algynoliticus*, già fra i più comuni agenti eziologici responsabili delle malattie trasmesse da prodotti ittici negli Stati Uniti. Un recente studio ha dimostrato che un aumento della dominanza di specie del genere *Vibrio* in comunità naturali fitoplanctoniche, in

coincidenza di un aumento delle malattie a loro collegate attraverso l'esposizione durante la balneazione, può essere spiegato per il 45% dall'aumento di temperatura (Vezzulli et al., 2012). Si prevede un aumento anche del range di diffusione e della prevalenza di *V. cholera*.

Gastroenteriti causate da acqua contaminata da *norovirus*, che hanno interessato fra le 200 e le 300 persone circa, si sono verificate sempre in estate, per esempio, nel 2000 nel Golfo di Taranto (Boccia et al., 2002), nel 2003 in Italia centrale (con la presenza anche di *rotavirus* e *Campylobacter*) e nel 2009 sul Lago di Garda (Migliorati et al., 2008). Il primo e il terzo caso hanno riguardato la contaminazione dell'acqua potabile, mentre nel caso del 2003, una rottura del sistema fognario oltre a contaminare l'acqua di falda, aveva contaminato anche il tratto di mare antistante il villaggio, causando un'ulteriore esposizione durante la balneazione. Un ulteriore aspetto sanitario da considerare riguarda le possibili conseguenze delle gastroenteriti. Un recente studio effettuato sulle persone coinvolte nell'infezione da *norovirus* GE sul Lago di Garda ha mostrato l'insorgere della sindrome dell'intestino irritabile nel 13% dei pazienti colpiti dall'epidemia, significativamente superiore al controllo (Zanini et al., 2012), dimostrando la maggiore suscettibilità delle persone che abbiano avuto problemi di gastroenteriti serie.

Temperatura, inondazioni e distruzione degli impianti di trattamento influenzano le infezioni da *Criptosporidum*, più frequenti nei bambini 0-5 anni che mostrano un leggero aumento pur essendo sottodiagnosticate e sottostimate. Non sono disponibili dati per l'Italia, in quanto non ne è prevista la segnalazione .

Il colera, causato da alcuni ceppi di *Vibrio cholera*, in Europa non rappresenta una malattia frequente, con un trend costante nel periodo 2006-2009 e con molti casi importati. Comunque un problema sicuramente sottostimato è quello relativo agli altri vibrioni non colerici, che non sono inclusi nei piani di sorveglianza europei sulle malattie trasmissibili. Nonostante questo, una serie di studi recenti (Caburlotto et al., 2010; Fabbro et al., 2010) ha riportato la presenza di ceppi tossigenici di *Vibrio parahaemolyticus* in aree geografiche delle coste italiane, con una prevalenza di 6-9% in campioni di acqua e mitili (Caburlotto et al., 2009) e del 16-20% nei pesci (Serracca et al., 2011). Inoltre, due ceppi di *V. parahaemolyticus* portatori di marker pandemici sono stati isolati da campioni di acqua marina nell'area della laguna di Venezia (Caburlotto et al., 2010) e in pazienti con diarrea, in anni recenti, con probabile ingestione di mitili infetti (Ottaviani et al., 2010). Molti ceppi di Vibrio isolati dalle acque costiere sarde, sono risultati positivi per caratteri di virulenza tipici di *Vibrio cholera.* Questi dati suggeriscono la necessità di un'indagine epidemiologica per identificare in Italia le possibili fonti di ceppi patogenici di Vibrio e le aree geografiche a rischio.

Anche la diffusione dei cianobatteri è crescente ed è dovuta principalmente all'eutrofizzazione dei bacini fortemente antropizzati e ai cambiamenti climatici (O'Neil et al., 2012).

I cianobatteri sono un gruppo di procarioti fotosintetici ubiquitari; possono raggiungere densità elevate e formare fioriture e schiume, soprattutto nelle acque superficiali interne eutrofiche. Molte specie di cianobatteri producono, come metaboliti secondari, alcune cianotossine, con diverse caratteristiche tossicologiche per l'uomo: epatotossine, neurotossine, citotossine, tossine con potenziale irritante, in grado di agire anche sul sistema gastrointestinale (Funari et al., 2008).

L'uomo può essere esposto alle cianotossine attraverso la via orale, che è di gran lunga la più importante, a seguito dell'ingestione di acqua potabile, alimenti, alcuni integratori alimentari o di acqua durante le attività di balneazione. L'esposizione ad elevati livelli di cianotossine nelle acque potabili e di balneazione è stata associata ad effetti acuti e a breve termine nell'uomo e negli animali. E' stato anche ipotizzato che la biomagnificazione di alcune tossine attraverso la catena alimentare o l'esposizione continua a bassi livelli di cianotossine possa essere alla base dell'insorgenza di malattie neurodegenerative. L'esposizione alle cianotossine può avvenire anche attraverso la via cutanea e inalatoria (attività ricreative e professionali in acque contaminate, uso domestico delle acque, ad es. doccia). Esiste poi la possibilità di esposizione attraverso la via parenterale, quando acque provenienti da corpi idrici superficiali vengono utilizzate per emodialisi: pur essendo meno frequente ed interessando un gruppo specifico e ristretto di individui, questa via di esposizione rappresenta, per le sue caratteristiche, un rischio maggiore per i soggetti esposti (Manganelli et al., 2012). In Italia, in quasi tutte le regioni, negli ultimi decenni sono state evidenziate, con considerevole rilevanza in termini di frequenza e portata degli eventi, criticità correlate allo sviluppo di cianobatteri in invasi naturali e artificiali utilizzati per la fornitura di acque destinate al consumo umano o al consumo del bestiame o impianti di acquacoltura. Gli effetti dei cambiamenti climatici, in particolare forti piogge e alluvioni, aumento della temperatura, maggiore stratificazione dei bacini, maggiore capacità dei cianobatteri di proliferare in climi più caldi, e siccità, si sommano agli effetti di altre variabili ambientali (generalmente concentrazioni dei nutrienti, rapporto fra le concentrazioni dei diversi nutrienti, intensità della luce), che influiscono sia sul successo riproduttivo e diffusione delle specie di cianobatteri, che sulla loro tossicità, e stanno pertanto emergendo nuovi scenari di esposizione da considerare. Oltre al consistente rischio sanitario legato al trasferimento delle tossine dal corpo idrico d'acqua dolce lungo la filiera di potabilizzazione fino al punto di consumo, è in aumento la possibilità di esposizione alle tossine attraverso la catena alimentare, a causa del trasporto dovuto a forti piogge e alluvioni di cianobatteri tossici in acque costiere e salmastre, dove si trovano la maggior parte degli impianti di acquacoltura. Inoltre, è necessario considerare il rischio di un'esposizione attraverso più vie e/o a più tossine simultaneamente, che rappresenta probabilmente la situazione più diffusa, sia perché molti cianobatteri possono produrre più cianotossine, sia perché raramente le fioriture sono monospecifiche e diversi cianobatteri possono produrre cianotossine diverse (Manganelli et al., 2012). La coesposizione può avvenire anche con contaminanti chimici, come i pesticidi, determinando effetti non prevedibili dai profili tossicologici dei singoli composti (Cerbin et al., 2010). Le conoscenze di nuovi rischi hanno esortato le Autorità sanitarie a rivedere la legislazione corrente su questioni ancora aperte come i valori limite delle varie cianotossine per evitare rischi sanitari.

Negli ultimi anni, nella quasi totalità delle regioni italiane, sono state evidenziate criticità correlate allo sviluppo di cianobatteri produttori di tossine neuro- ed epatotossiche in invasi naturali e artificiali utilizzati per la fornitura di acque potabili (Lucentini et al., 2011a, 2011b).

Le alghe tossiche sono inoltre un altro fenomeno influenzato dai cambiamenti climatici. Nei mari, fioriture algali con densità superiori a decine di milioni di cellule per litro si sono intensificate

negli ultimi decenni, sia come frequenza temporale, che per estensione geografica, non più limitata alle zone tropicali. Inoltre, il riscaldamento del Mediterraneo osservato negli ultimi 20 anni, ha favorito la sua colonizzazione da parte di alcune specie tropicali, provenienti dal canale di Suez, attraverso lo stretto di Gibiliterra e trasportate nelle acque di zavorra delle navi che si sono aggiunte a specie tossiche già presenti (Ade et al., 2003). Alcune microalghe, infatti, possono produrre tossine che si possono accumulare in molluschi e in altri prodotti ittici abitualmente consumati dall'uomo e a cui l'uomo può essere inoltre esposto durante attività ricreative sia attraverso l'ingestione accidentale di acqua durante la balneazione che attraverso aerosol contaminato. La nuova Direttiva Europea 2006/7/CE del 15 febbraio 2006, relativa alle acque di balneazione, recepita con decreto legislativo 30 maggio 2008 n.116 e con il decreto 30 marzo 2010, con gli allegati tecnici per la sua attuazione, considera questo fenomeno: "*Qualora il profilo delle acque di balneazione mostri una tendenza alla proliferazione di macroalghe e/o fitoplancton marino, vengono svolte indagini per determinare il grado di accettabilità e i rischi per la salute e vengono adottate misure di gestione adeguate, che includono l'informazione al pubblico*". Negli ultimi dieci anni episodi di fioriture di specie algali marine causate da specie potenzialmente tossiche (*Coolia monotis, Fibrocapsa japonica*, *Prorocentrum lima*, *P. emarginatum*, *Amphidinium* sp., *Dinophysis* sp., ecc.) sono state segnalate ripetutamente lungo le coste italiane. Tuttavia i casi più importanti per i risvolti sanitari sono stati osservati a seguito di fioriture di *Ostreopsis* spp., una microalga appartenente al genere *Ostreopsis*, classe *Dinoficeae*, distribuita essenzialmente nella zona tropicale e sub tropicale che predilige gli ambienti dove sono presenti macroalghe brune e/o rosse. Fenomeni d'irritazione cutanea e disturbi respiratori, a volte accompagnati da mal di testa e/o febbre sono stati segnalati da turisti durante la loro permanenza sulla spiaggia, in coincidenza di fioriture di *Ostreopsis ovata* (Tubaro et al., 2011;). Le fioriture di *O. ovata*, osservate in quei giorni nel tratto di costa interessato, furono ritenute il possibile agente causale La presenza di palitossina e/o composti analoghi, sembrano associati a disturbi cutanei e respiratori (Botana, 2008). Tuttavia, da quando si sono verificati i più famosi casi di intossicazione, sono costanti i monitoraggi di *Ostreopsis ovata* e altre microalghe potenzialmente tossiche ad opera delle Agenzie ambientali lungo le coste italiane (ISPRA, 2012) a cui seguono, in caso di fioriture di *Ostreopsis*, interventi di comunicazione alla popolazione e, nei casi previsti, di chiusura dei tratti di spiaggia interessati.

Le potenziali conseguenze dei cambiamenti climatici interessano le prestazioni dei servizi idrici nelle sue principali componenti, quali:

- qualità delle acque, in termini di alterazioni della *facies* microbiologica e chimica delle acque (ad es. alterazioni della falda per eccessivo sfruttamento con alterazioni di ordine geochimico o approvvigionamenti da acque profonde di qualità compromessa, per contaminazioni da nitrati o solventi organoalogenati, intrusioni saline, ecc.);

- quantità dell'acqua distribuita, continuità della fornitura, grado di copertura della popolazione, costi: tutte variabili interconnesse tra loro, in relazione anche con le caratteristiche qualitative dell'acqua, suscettibili di diverse perturbazioni dovute a

cambiamenti climatici; elementi causali ricorrenti in tale contesto sono siccità e alte temperature che presiedono a diminuzioni della quantità di acqua disponibile per approvvigionamenti da acque superficiali e ricarica delle falde acquifere;

- impatti fisici sulle infrastrutture, dovuti per lo più ad inondazioni, che, oltre agli effetti diretti sulle installazioni, possono generare effetti indiretti come ad esempio infiltrazioni nelle reti di distribuzione o nei serbatoi con conseguenti contaminazioni chimiche o microbiologiche.

La valutazione di potenziali impatti da alte temperature e eventi estremi sulle acque destinate a consumo umano dovrà tener conto anche di fattori non sempre prontamente intellegibili. In quest'ultimo caso, a titolo di esempio, può essere annoverata l'insorgenza di modifiche del biota in invasi destinati a produzione di acqua potabile, indotta da alternanze di secca e piena, o altri eventi estremi, in grado di generare una drastica motilità di elementi nutritivi dai sedimenti, con l'effetto ultimo di causare incrementi massivi di sostanza organica o anche sostanze tossiche (nel caso si verifichino proliferazioni massive di cianobatteri produttori di tossine), anche a distanza di qualche tempo dall'evento climatico causale.

Una stima analitica di tali impatti è attualmente impraticabile nel territorio italiano per alcuni ordini di ragioni:

- difficoltà di definire esplicitamente tutte le diverse componenti della matrice dei rischi per le acque destinate a consumo umano indotte da cambiamenti climatici e di attribuire efficientemente i diversi coefficienti per i possibili eventi causali;

- mancanza di dati sulle performance dei servizi idrici (ad es. qualità delle acque grezze/distribuite) riferibili a possibili eventi climatici avversi: è da considerare, in tale contesto, che il sistema di raccolta dati qualità delle acque si riferisce a parametri richiesti dalla normativa (D.Lgs. 31/01 e s.m.i.) con la finalità di registrare in intervalli temporali discreti (report annuali o triennali) le variazioni significative generali, in termini di trend, di qualità delle acque; in tale assetto, molti dati utili (ad es. torbidità, carbonio organico totale, parametri chimici e microbiologici specifici) per valutare l'impatto, ad esempio di inondazioni o siccità, non risultano facilmente utilizzabili per generare adeguate matrici di rischio, referenziate in termini geografici e temporali;

- mancanza di dati epidemiologici specifici per patologie di origine idrodiffusa, a causa della non disponibilità di osservatori specifici, fatte salve sporadiche realtà territoriali;

- inesperienza dei gestori idrici nelle attribuzioni di rapporti causa-effetto tra eventi climatici e performance del servizio, inclusa qualità e quantità delle acque, e conseguenti lacune nelle stime dei costi.

A quest'ultimo proposito si dispone attualmente di pochi dati per consentire un'analisi generale della problematica e risulterebbe necessario ed urgente implementare un approccio di stima sistematico che si indirizzasse a risolvere le criticità in precedenza menzionate e registrare dati

analitici ed aggregati a livello nazionale, al fine di disporre di elementi basilari per definire strategie appropriate per l'adattamento a cambiamenti climatici. Una prima proposta è l'analisi della stagionalità della variazioni di qualità delle acque potabili sulla base dei dati tramessi ufficialmente all'UE.

Si segnala a livello internazionale le linee guida sviluppate nell'ambito del Protocollo Acqua e Salute alla Convenzione ONU ECE sull'acqua per la gestione dei nuovi rischi ambiente e salute correlati alla performance dei srvizi idrici negli eventi meteorologici estremi (Sinisi & Aertgeets, 2011).

Malattie a trasmissione alimentare

Tecnicamente le malattie di origine alimentare (o malattie a trasmissione alimentare – MTA) comprendono anche quelle causate da consumo di acqua potabile - di cui abbiamo già accennato nel paragrafo precedente - e di alimenti contaminati da microrganismi patogeni, tra cui batteri e relative tossine, virus e parassiti. Molti sistemi di notifica di malattie trasmissibili – compreso quello italiano - sono organizzati per patogeni più che veicolo ambientale (acqua o alimenti, inclusi i prodotti ittici) e i dati risultano aggregati sotto il temine, appunto, di tossinfezioni alimentari di cui più avanti verrano riportate in sintesi le evidenze più recenti.

La distinzione del veicolo ambientale è comunque importante anche ai fini della gestione dei diversi fattori di rischio negli attuali scenari meteo climatici. Il fattore clima-sensibile comune alle MTA da acqua e alimenti è sicuramente legato principalmente alla contaminazione da dilavamenti negli eventi estremi; di contro la gestione dei rischi per gli alimenti del settore agro-zootecnico è prevalentemente temperatura-dipendente ed include altri cofattori quali:

- temperature più elevate in tutta la filiera di conservazione, trasporto, distribuzione e stoccaggio;
- comportamenti sociali come l'uso di ristorazione pubblica e collettiva più frequente specie nei mesi caldi (quelli a maggior rischio), l'uso di buffet con cibo esposto a temperature ambiente.

Tutti questi fattori di rischio contribuiscono all'aumento dell'incidenza di malattie infettive a trasmissione alimentari, richiedono soluzioni tecnologiche e interventi mirati di monitoraggio, sorveglianza e informazione specie nei periodi più vulnerabili. La sicurezza biologica degli alimenti e dell'acqua è parte integrante del più vasto capitolo degli aspetti di sicurezza alimentare che include anche i potenziali effetti del clima su produzione, tossicità e qualità nutrizionale degli alimenti.

L'aumento delle temperature medie accresce i cicli di replica degli agenti patogeni di origine alimentare, e il prolungamento delle stagioni calde può aumentare la possibilità di contaminazione nella manipolazione e gestione degli alimenti. Nel 32% dei focolai di tossinfezione alimentare in Europa contribuiscono i fattori associati ad un erroneo uso delle temperature nella gestione degli alimenti (Tirado & Schmidt, 2001).

Nel Rapporto "*Assessing the potential impacts of climate change on food- and waterborne diseases in Europe*" pubblicato dal Centro Europeo di prevenzione e controllo delle malattie (European Center for Disease Prevention and Control - ECDC) nel mese di aprile 2012 (ECDC, 2012) che analizza la letteratura esistente sulle tossinfezioni alimentari nei Paesi UE da consumo di acque e cibi contaminati, è stato evidenziato come le variabili meteo-climatiche (temperatura dell'acqua e dell'atmosfera, piogge e precipitazioni intense) possono incidere nella patogenicità dei sei microrganismi riconosciuti come gli agenti patogeni più frequenti: *Campylobacter, Cryptosporidium, Listeria, Norovirus, Salmonella e Vibrio* non colerico.

Dalla relazione annuale sulle zoonosi e i focolai a trasmissione alimentare nell'Unione Europea per il 2012 dell'Autorità europea per la sicurezza alimentare (European Food Safety Authority - EFSA) in collaborazione con l'ECDC (EFSA, 2014), emerge la segnalazione di 5.363 epidemie da cibo e acqua contaminati da patogeni per un totale di 55.453 casi umani, 5.118 ricoveri e 41 decessi. La principale fonte di cibo contaminato sono state le uova e i prodotti a base di uova, i pasti misti, pesce e prodotti derivati dalla pesca. L'infezione alimentare zoonotica segnalata con maggior frequenza nell'uomo è la campilobatteriosi (oltre 214.000 casi umani) che conferma il trend di aumento nel quinquennio 2008-2012 e mostra un evidente andamento stagionale. La colonizzazione da *Campylobacter* aumenta rapidamente con l'innalzamento temperature. Il rischio di campilobatteriosi è stata correlata positivamente con temperature medie settimanali (Semenza & Menne, 2009). Il trend della diminuzione dei casi di salmonellosi nell'uomo è probabilmente dovuta soprattutto agli efficaci programmi di controllo della *Salmonella* (altamente sensibile all'aumento di temperature) attuati per ridurre la prevalenza dei batteri nel pollame.

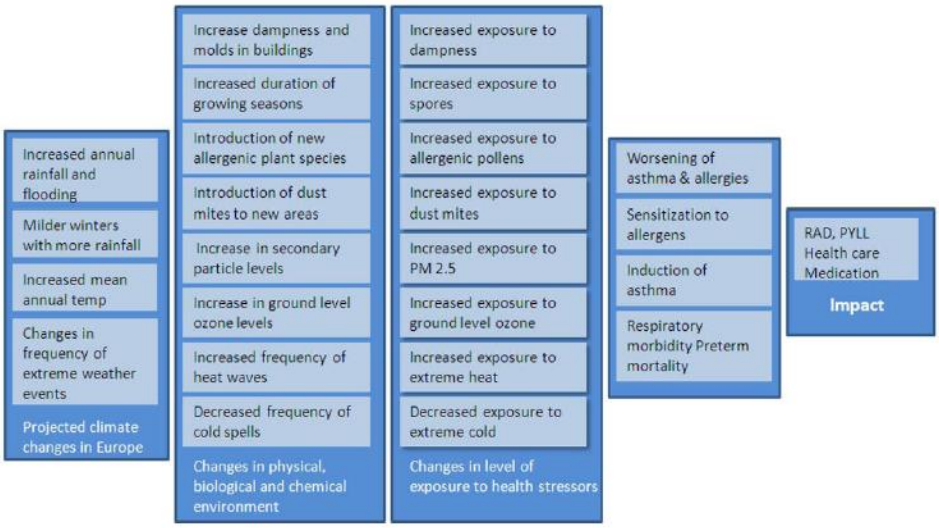
Nel 2009, in Italia, sono stati segnalati 248 focolai di tossinfezioni alimentari per un totale di 1.451 casi (*Epicentro*[17]). I dati analizzati in regione Emilia-Romagna, nel periodo 2001-2010 (3.462 soggetti malati) (Regione Emilia-Romagna, 2012), ci forniscono ulteriori elementi di analisi rispetto alle variabili climatiche: il fattore temperatura è altamente influenzante il numero di episodi infettivi che mostrano una spiccata stagionalità nei mesi estivi. Inoltre, relativamente agli alimenti veicolo di infezione, si è registrato un aumento di casi in cui sono coinvolti i prodotti della pesca come causa pressoché unica di "intossicazione" alimentare (biotossina algale e sgombrotossina). Nell'ultimo biennio i veicoli di trasmissione più frequenti sono invece i prodotti della pesca (25 episodi, pari al 28,1% sul totale), seguiti dagli alimenti contenenti uova (20 episodi, 22,5% del totale) e i prodotti carnei (17 episodi, 19,1% del totale). Sono 12 (13,5%) invece gli episodi in cui il veicolo non è stato individuato.

Clima, qualità dell'aria outdoor e indoor, malattie allergiche, respiratorie e cardiovascolari

Come per le altre matrici ambientali la preesistenza di vulnerabilità ambientali (ad es. inquinamento in ambiente urbano) e sanitarie (ad es. gruppi vulnerabili come anziani, bambini, allergici, asmatici e cardiopatici) amplificano gli effetti e i rischi indotti dai cambiamenti climatici

[17] Accesso marzo 2014: http://www.epicentro.iss.it/problemi/tossinfezioni/aggiornamenti.asp

sulla qualità dell'aria, che si realizzano prevalentemente attraverso meccanismi sinergici con l'azione tossica e irritativa degli inquinanti atmosferici e i diversi effetti sulla produzione e caratteristiche degli aeroallergeni (pollini). L'obiettivo di misure di adattamento dovrà quindi favorire politiche più incisive per la gestione della qualità, chimica e biologica (aeroallergeni), dell'aria in ambiente urbano. Più recentemente la comunità scientifica ha evidenziato la rilevanza sanitaria della qualità dell'aria indoor (WHO Euro, 2009; 2010) che, a sua volta, è influenzata attraverso vari meccanismi, da cambiamenti e variabilità del clima. La gestione della qualità dell'aria indoor nel nostro Paese, come in molti Paesi europei, mostra ancora vulnerabilità sotto il profilo normativo, organizzativo ed operativo nonostante significative[18] iniziative a livello istituzionale abbiano evidenziato criticità ambientali degli ambienti indoor e la loro rilevanza sanitaria. I meccanismi attraverso i quali i cambiamenti climatici hanno effetti sulle patologie allergiche e respiratorie sono riassunti nella Figura 2.



Overall causal model for how climate change, stressor level, population exposure, morbidity and other health impacts are linked. .
Source: HENVINET project -http://www.henvinet.eu/]

Figura 2.10: **Clima e salute respiratoria, un modello causale (Forsberg et al., 2010).**

Asma e allergie

In Italia, si stima che circa il 15-20% della popolazione soffra di allergie, fenomeno in crescita, soprattutto tra i più giovani e le donne. In Italia, negli ultimi anni, l'incidenza delle allergie, in

[18] Iniziativa GARD Italia del Ministero della Salute, Gruppo nazionale indoor dell'Istituto Superiore di Sanità, Progetto SEARCH I e SEARCH II del Ministero dell'Ambiente.

particolare di **asma e rinite allergiche**, è aumentata del 38% (Progetto EpiAir).[19] L'asma non adeguatamente trattata è una malattia cronica con risvolti socio-economici peculiari: nei Paesi industrializzati l'asma incide per l'1-2% sulla spesa sanitaria complessiva, nel mondo circa 15 milioni di giorni di disabilità per anno sono persi a causa dell'asma (GINA - Global Initiative for Asthma)[20]**.** Gli studi afferenti al Progetto nazionale EpiAir hanno evidenziato un aumento dei ricoveri per asma e un aumento della mortalità associato ad inquinanti atmosferici, specie biossido di azoto (Scarinzi et al., 2013; Alessandrini et al., 2013). In Europa (Accordini et al., 2013) il 62,5% del costo medio annuo per paziente è dovuto a costi indiretti (perdita di produttività, perdita di giorni lavorativi, giorni di disabilità). I costi totali attesi nella popolazione tra i 30–54 anni in 11 Paesi europei è stimata nell'ordine di 4.3 miliardi di Euro che salgono ad oltre 19 miliardi se si considera tutta la popolazione europea tra i 15 e i 64 anni. Considerata la vulnerabilità delle aree urbane (sinergie con inquinamento e alte temperature) per la prevenzione della produzione pollinica è cruciale la gestione del verde urbano (specie infestanti, aree incolte, piante allergizzanti) (Ziska et al., 2003; Galán et al., 2003).

Le variabili climatiche influenzano le patologie allergiche respiratorie indirettamente attraverso i meccanismi sinergici con gli inquinanti atmosferici e i diversi effetti sulla produzione e caratteristiche degli aeroallergeni (pollini). La concentrazione d'inquinanti chimici sia outdoor (PM, O_3, NO_x, DEPs – Diesel Exhaust Particles, CO_2, ecc.) che indoor (VOC – Volatile Organic Compounds, O_3, PM) influenza le patologie allergiche.

Gli inquinanti atmosferici, come noto, generano effetti infiammatori della mucosa bronchiale che, associati a stress ossidativo e attivazione di diverse protein kinasi e di fattori trascrizione, causano alterazioni della funzione polmonare e della reattività bronchiale aumentando il rischio di crisi asmatiche ed allergiche nei soggetti predisposti. Inoltre gli agenti inquinati interagiscono con gli allergeni trasportati dai granuli pollinici e possono incrementare il rischio di sensibilizzazione atopica e dei sintomi nei soggetti allergici. Inoltre, il danno della mucosa e l'indebolimento della clearance mucociliare indotto dall'inquinamento atmosferico può facilitare l'ingresso degli allergeni inalati nelle cellule del sistema immunitario (D'Amato et al., 2005).

L'aumento delle temperature è associato ad allungamento e anticipazione della stagione pollinica, la distribuzione e l'insediamento di specie infestanti e concorre, con alte concentrazioni di CO_2, all'aumento della produzione di pollini.

Allungamento e anticipazione della stagione pollinica. Una precoce fioritura dei pollini di betulla è stata registrata a Londra, Zurigo, Bruxelles e Vienna (Emberlin et al., 2002). Un'anticipazione della fioritura di circa 1-2 settimane dell'olivo (Galán et al., 2005), invece è stata osservata in Spagna (sono state esaminate 5 località dell'Andalusia dall'1982 al 2001); l'olivo può essere utilizzato come un indicatore sensibile delle variazioni del clima nell'area mediterranea. Uno studio condotto in 14 località della penisola Iberica ha mostrato che anche la quercia (Garcia-Mozo

[19] I due progetti EpiAir 1 (2001-2005) e Epiair 2 (2006-2010) sono stati finanziati dal Centro nazionale per la prevenzione e il controllo delle malattie (CCM) del Ministero della Salute e costituiscono complessivamente il più recente e ampio studio sugli effetti degli inquinanti atmosferici (PM_{10}, NO_2 e O_3 e per la prima volta in Italia il $PM_{2.5}$): www.epiair.it.

[20] http://www.ginasthma.org.

et al., 2006) ha subito un'anticipazione della fioritura negli ultimi anni (dal 1992-2004), come conseguenza dell'incremento delle temperature nel periodo antecedente la fioritura.

Aumento della produzione di pollini. L'aumento dei pollini in Europa è stato dimostrato in molti studi multicentrici (Ziello et al., 2012) e nazionali: negli ultimi 30 anni si è registrato un incremento di produzione pollinica del nocciolo, betulla e graminacee in Svizzera e Danimarca (Spieksma et al., 1995; Frei, 1998; Rasmussen, 2002). Inoltre si è registrato anche un notevole aumento della produzioni di pollini dell'artemisia e dell'ambrosia (Wan et al., 2002).

L'incremento di pollini allergenici è favorito dalla presenza di nuove piante a scopo ornamentale specie in aree urbane (Stach et al., 2008); oppure all'introduzione di specie aliene, invasive, allergizzanti. L'aumento di CO_2 agisce direttamente sull'incremento di produzione di pollini anche sull'ambrosia una specie infestante ad alto potere allergizzante tipica di aree dismesse e incolte: originaria del subcontinente Nord-americano è attualmente diffusa, in molti Paesi europei. In Italia attecchisce tra gli anni '60 e '70 nella regione padana, e oggi è purtroppo parte integrante dell'ambiente vegetale di tutta la Lombardia, Piemonte, Friuli Venezia Giulia, Umbria, Lazio e Campania. Il suo polline è divenuto una componente stabile nell'aria della tarda estate di parecchie zone del Nord Italia e, per i rischi sanitari, ha richiesto anche la definizione normativa di vari interventi istituzionali locali.

Umidità. L'umidità affligge in modo indiretto le patologie respiratorie influenzando le concentrazioni atmosferiche degli aeroellargeni. Bassi livelli di umidità favoriscono il rilascio, la dispersione e il trasporto di pollini, al contrario elevati livelli di umidità sono correlati ad elevate concentrazioni atmosferiche di pollini. Al contrario le spore sono favorite da elevati livelli di umidità (Jones & Harrison, 2004, Burge, 2002).

Eventi estremi. i temporali determinano gravi conseguenze nei soggetti asmatici, sono stati descritti episodi di asma severo durante temporali in Paesi europei tra cui l'Italia. Le condizioni di umidità e vento intenso presenti durante i temporali possono determinare la rottura per shock osmotico dei granuli pollinici e favorire così il rilascio degli antigeni allergenici in atmosfera (c.d. tempeste polliniche) (D'Amato et al., 1994; D'Amato et al 2008, Bellomo et al , 1992).

Elevate concentrazioni di CO_2 influenzano la produzione di polline: le piante crescono più rapidamente, più grandi e producono maggiori quantità di polline (Rogers et al., 2006). L'aumento delle concentrazioni di CO_2 ed NO_2 è associato anche ad un aumento di sporulazione fungina. Alcune spore fungine (*Alternaria, Epicocco, Cladosporium, Aspergillus, Penicillum*, ecc.) possono non solo causare manifestazioni allergiche, ma anche essere responsabili di patologie nei vegetali, rendendo necessari trattamenti chimici supplementari che aumentano il rischio di contaminazione di derrate e raccolti destinati al consumo umano. Inoltre le spore fungine presenti in ambienti outdoor possono penetrare all'interno di ambienti confinati (indoor) e qui, per condizioni favorevoli di microclima (temperatura e umidità), possono proliferare durante tutto l'arco dell'anno. Le alterazioni microclimatiche indoor conseguenti ai mutati pattern di piovosità e temperatura hanno anche influenza su inquinanti biologici indoor (muffe) insieme all'umidità sono stati segnalati dall'OMS come fattori di rischio dell'aria indoor (WHO Europe, 2009).

I livelli di ozono sono associati ad un aumento di ricoveri per asma (Erbas et al., 2007; Villeneuve et al., 2007). L'ozono riduce la funzione polmonare e incrementa l'infiammazione delle vie aeree e della permeabilità dell'epitelio (agendo sia sulle cellule infiammatorie che sui mediatori dell'infiammazione) rendendo i soggetti asmatici e allergici più suscettibili agli antigeni allergenici (Bayram et al., 2001; Jörres et al., 1996).

Alterazioni della circolazione atmosferica e del trasporto transfrontaliero di pollini. Nuovi modelli di circolazione atmosferica sull'Europa potrebbero contribuire ad episodi di trasporto a lunga distanza di pollini allergenici, aumentando il rischio di nuove sensibilizzazioni tra la popolazione allergica (Cecchi et al., 2007) e a mutare la distribuzione spaziale dei pollini. Vi è un'evidenza crescente che i cambiamenti climatici potrebbero anche facilitare l'espansione geografica di specie di piante particolari verso nuove aree che diventano adatte da un punto di vista climatico.

Pollinosi emergenti. Già da qualche anno quella da *Cupressaceae* è considerata una pollinosi "emergente" in Italia mentre fino alla fine degli anni '80 era una pollinosi "minore". L'aumento della sensibilizzazione a *Cupressaceae* è stato ipotizzato essere correlato all'aumento della temperatura media e alla maggior durata della stagione pollinica. Altre interpretazioni del fenomeno ipotizzate comprendono la fragilità del polline del cipresso rispetto a fattori ambientali (pioggia, umidità, ecc.) e il dato che gli allergeni del cipresso possano legare le componenti organiche delle particelle esauste (DEPs).

Malattie respiratorie e cardiovascolari

L'inquinamento atmosferico ha un notevole impatto sulla salute. Vi è un'ampia letteratura attestante gli impatti negativi sull'uomo dell'esposizione ad aeroallergeni e a concentrazioni elevate d'inquinanti atmosferici: ozono, materiale particolato (PM) con diametro aerodinamico sotto 10 e 2.5 μm (PM_{10}, $PM_{2.5}$), biossido di zolfo, biossido di azoto, monossido di carbonio e piombo.

Le concentrazioni di diversi inquinanti atmosferici, in particolare del particolato fine (PM) e dell'ozono, sono influenzate dalle variabili meto-climatiche. Le temperature elevate possono modificare la tossicità per l'organismo di alcune sostanze chimiche tossiche e favoriscono la produzione, la dispersione e la degradazione di alcune sostanze tossiche quali l'ozono. L'aumento di vapore acqueo (umidità, precipitazioni) favorisce la produzione di ozono. Elevate temperature favoriscono l'emissione da parte delle foreste e del terreno di maggiori quantità di composti organici volatili (VOC) naturali e di NO_2. Le precipitazioni favoriscono l'ossidazione di SO_2, inoltre temperature più calde, favorendo le attività microbiche del suolo, portano a un incremento delle produzioni di NO_x che è anche precursore dell'ozono troposferico.

In condizioni di particolare circolazione atmosferica, il trasporto d'inquinanti può essere maggiore e coprire ampie distanze per periodi prolungati. I cambiamenti climatici possono influenzare la qualità dell'aria a livello locale e regionale attraverso modifiche delle velocità delle reazioni chimiche in atmosfera, delle altezze degli strati di rimescolamento degli inquinanti, e modifiche

nelle caratteristiche dei flussi d'aria che regolano il trasporto di inquinanti, influenzando lo sviluppo, il trasporto, la dispersione e il deposito di inquinanti atmosferici (Bernard et al, 2001)

L'ozono è altamente clima-sensibile e le concentrazioni attuali di ozono troposferico mostrano livelli e trend a livello europeo e nazionale ancora preoccupanti per la salute umana. La temperatura, i venti, la radiazione solare e l'umidità atmosferica influenzano sia la produzione di ozono che l'emissione dei precursori dell'ozono stesso. Poiché la formazione di ozono dipende dalla radiazione solare, le concentrazioni sono di solito più alte durante i mesi estivi. Le concentrazioni di ozono nell'aria outdoor e indoor, le attività quotidiane e le caratteristiche abitative sono i determinanti più importanti dell'esposizione personale all'ozono. L'ozono ha un'azione irritante e azione tossica sulle mucose delle vie respiratorie e un conseguente decremento della funzione respiratoria. E' stato dimostrato che l'esposizione a concentrazioni elevate di ozono è associata all'aumento di ricoveri ospedalieri per **polmonite, malattie polmonari croniche ostruttive, asma, e altre patologie respiratorie** e a mortalità prematura. L'analisi dell'impatto dell'ondata di calore e dell'ozono in Gran Bretagna durante l'estate 2003 ha stimato che il 21-38% dell'eccesso di morte era attribuibile ad elevati livelli di ozono (Johnson et al., 2005). Lo studio italiano EpiAir nella sua seconda fase (EpiAir2 2006-2010) mostra una riduzione degli effetti dell'ozono rispetto all'analisi precedente (2001-2005) (Alessandrini et al., 2013; Sarno et al., 2013): tra le cause viene ipotizzato il miglioramento della capacità adattativa - grazie ad adeguate campagne d'informazione - della popolazione nel ridurre/evitare l'esposizione a questo inquinante nei periodi estivi e, soprattutto, durante le ondate di calore.

Le variabili climatiche influenzano anche l'incidenza delle malattie cardiovascolari che a livello mondiale ed europeo mostrano un trend in aumento. Ogni anno le malattie cardiovascolari uccidono più di 4,3 milioni di persone in Europa e sono causa del 48% di tutti i decessi (54% per le donne, 43% per gli uomini). I recenti risultati (dicembre 2013) dello studio Europeo ESCAPE sugli effetti sulle patologie cardiache da esposizione a lungo termine ad inquinamento atmosferico, ha confermato l'associazione con un aumento di rischio per eventi coronarici acuti (Beelen et al., 2013; ESCAPE project, 2013).[21] Le principali forme di malattie cardiovascolari sono le **malattie cardiache coronariche e l'ictus**. Nei Paesi membri dell'Unione Europea i morti per malattie cardiovascolari sono ogni anno 2 milioni e rappresentano il 42% del totale dei decessi. In Italia le cardiopatie rappresentano la principale causa di disabilità fra gli anziani .. La spesa per gli interventi cardiochirurgici è stimabile in circa 650 milioni di Euro/anno e rappresenta da sola l'1% della spesa sanitaria. L'invecchiamento della popolazione e l'aumentata sopravvivenza dopo eventi cardiaci acuti ne giustificano l'aumento di prevalenza negli ultimi anni e l'ulteriore incremento.[22]

Vi è una relazione nota tra temperatura e mortalità cardiovascolare, tale relazione è supportata dall'evidenza che lega temperature estreme e le modificazioni della pressione arteriosa, della viscosità ematica e della frequenza cardiaca (Ren et al., 2011). Temperature troppo calde o troppo fredde influenzano direttamente l'incidenza dei ricoveri ospedalieri per dolore toracico, stroke, aritmie cardiache e alter patologie cardiovascolari (Pan et al., 1995; Keatinge et al., 1984; Ebi et al.,

[21] Sono state arruolate 22 coorti di 13 Paesi europei tra cui l'Italia.
[22] Ministero della Salute: Malattie cardiovascolari Piano Sanitario Nazionale 2011-2013.

2004). Gli anziani e coloro che vivono da soli sono a maggior rischio di patologie cardiovascolari e di stroke scatenati da temperature estreme. Anche l'incremento della concentrazione di ozono è associato ad attacchi cardiaci e influenza la mortalità in presenza di alte temperature (Ren et al., 2008). Negli eventi estremi disastrosi si possono avere conseguenze sull'apparato cardiovascolare in soggetti suscettibili, potenziali attacchi cardiaci e cardiomiopatie correlate allo stress, oppure in modo indiretto per l'interruzione di cure mediche per patologie croniche, aumentando il rischio di esacerbazioni delle condizioni cliniche. Patologie cardiovascolari possono inoltre essere causate da patologie trasmesse da vettore e zoonosi, come la malattia di Chagas. Alte temperature sono state correlate a un incremento di morbilità cardiorespiratorie nella popolazione tra i 50 e 75 anni a New York e in generale ad un incremento dei ricoveri (Knowlton et al., 2009; Hansen et al., 2008). Studi sulla mortalità mostrano un incremento del rischio cardiovascolare e respiratorio associato alle ondate di calore nelle giornate immediatamente successive all'evento (Anderson et al., 2009)

Anche la ***qualità dell'aria degli ambienti confinati (ambiente indoor)*** dove passiamo oltre l'80% del nostro tempo è influenzata da variabili dipendenti dai cambiamenti climatici che, con vari meccanismi schematizzati nella Fig.3 influenzano l'inquinamento biologico (muffe, funghi, acari) e chimico (VOC, CO_2, O_3) oltre che il comfort microclimatico, ovvero fattori individuati dall'OMS come determinanti indoor di salute (OMS, 2009; OMS, 2010) In Italia ancora oggi è assente la definizione di un sistema (e dei soggetti competenti) per il monitoraggio della qualità dell'aria indoor.

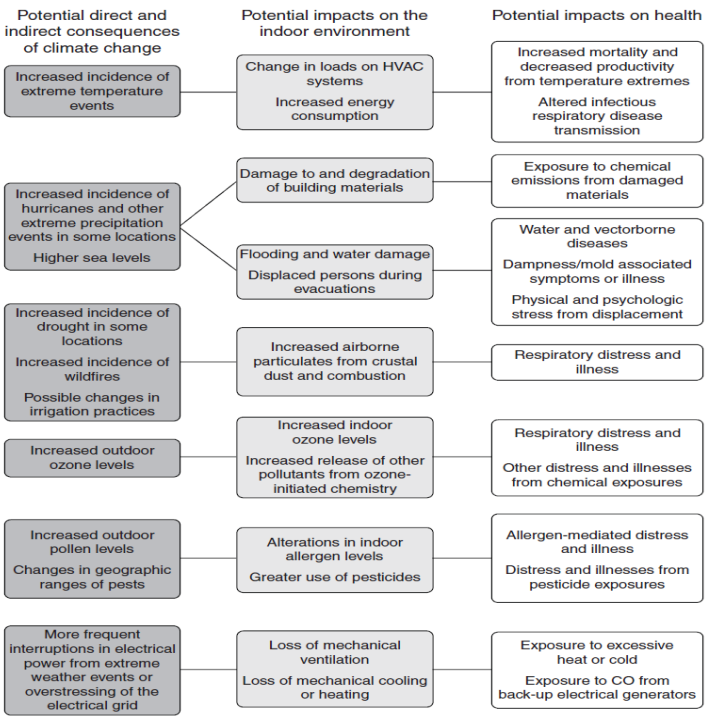


Figura 3.10: **Percorsi di impatto dei cambiamenti climatici sulla qualità dell'aria e sulla salute (Institute of Medicine, 2011).**

Clima, sicurezza alimentare e nutrizionale

I cambiamenti climatici incidono direttamente e indirettamente su tutti i fattori fondamentali per la sicurezza alimentare per come definita dalla FAO "*La sicurezza alimentare esiste quando tutte le persone in ogni momento, hanno accesso fisico ed economico ad una quantità di cibo sufficiente, sicuro e nutriente per soddisfare le loro esigenze dietetiche e preferenze alimentari per una vita attiva e sana*", che ingloba in unico sistema alimentare i concetti di salubrità, accesso e disponibilità degli alimenti (Fig. 4) ovvero aree di azione riguardanti:

1. La produzione, il trasporto e la distribuzione (accessibilità fisica ed economica);
2. La sicurezza chimica (pesticidi, metalli pesanti) e biologica (virus, batteri, muffe e tossine biologiche);
3. La qualità nutrizionale dell'alimento (ad es. un ottimale contenuto di proteine, carboidrati, vitamine e sali minerali).

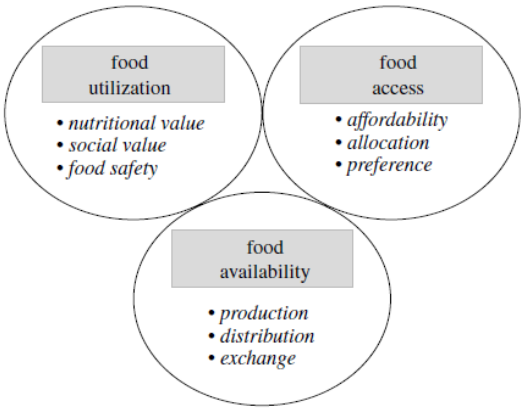


Figura 4.10: **Le tre macro aree del sistema alimentare (Ingram et al., 2005).**

Tutti questi fattori, con meccanismi diversi, singolarmente o globalmente, sono influenzati dai determinanti meteo-climatici e ambientali associati ai cambiamenti climatici (aumento di temperatura media e umidità relativa, irregolarità degli eventi meteo-climatici, aumentata frequenza di eventi alluvionali e di ondate caldo/ freddo, prolungata siccità e desertificazione dei

suoli, innalzamento del livello del mare (intrusioni saline) e della temperatura delle acque costiere e interne) specie in presenza di vulnerabilità ambientali e territoriali (rischio idrogeologico, pratiche agricole, qualità del suolo, gestione dell'acqua).

Sotto il profilo di gestione del rischio le principali aree di azione menzionate (accessibilità, qualità) corrispondono a soggetti e settori istituzionali diversi non sempre inseriti in una logica di sistema integrato. Inoltre l'economia e la gestione del sistema alimentare mostra alcuni elementi di concentrazione decisionale che, probabilmente, risentiranno di una limitata capacità di adattamento a necessità e richieste dei mercati locali e dei consumatori in uno scenario di variabilità degli effetti del clima (Fig. 5).

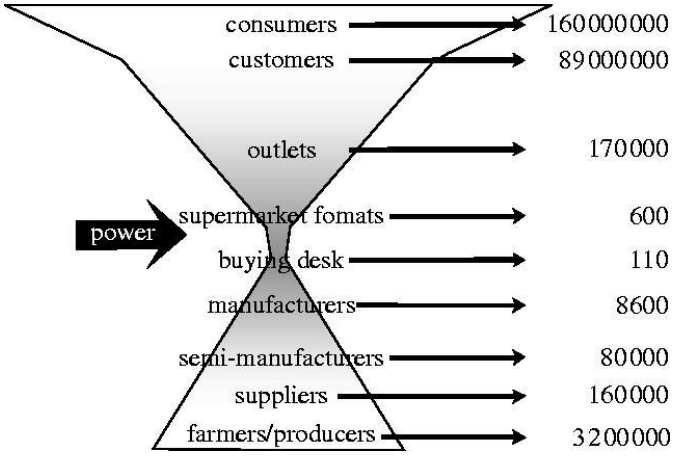


Figura 5.10: **I componenti della catena alimentare in alcuni Paesi OCSE europei indicano due strutture a piramide rovesciata che si riferiscono ad agricoltori e consumatori (Grievink, 2003).**

Ancora una volta la gravità degli effetti dei cambiamenti climatici si confronta con vulnerabilità preesistenti associate anche ai cambiamenti globali come sintetizzato nelle conclusioni della CGIAR (the Consultative Group on International Agricultural Research), una struttura di ricerca di riferimento per FAO e World Bank:

"*Continuare "business as usual" nell'interconnesso sistema alimentare globale attuale non ci porterà alla sicurezza alimentare e alla sostenibilità ambientale. Diverse minacce stanno convergendo – dai cambiamenti climatici, alla crescita demografica, all'uso insostenibile delle risorse – e intensificano in modo costante la*

pressione sull'umanità e sui governi del mondo intero per trasformare il modo in cui gli alimenti vengono prodotti, distribuiti e consumati".[23]

[23] Sicurezza alimentare messa a rischio dai cambiamenti climatici. Regioni&Ambiente, 8 giugno 2012.

La sicurezza nella produzione alimentare

I probabili effetti dei cambiamenti climatici sull'agricoltura comprendono variazioni nella stagionalità delle colture, modifiche alle aree idonee per l'agricoltura e ai pascoli di bestiame, e variazioni nelle parassitosi delle piante (ad es. muffe, funghi e patogeni). L'insorgenza di patologie e micosi delle coltivazioni contribuiscono alla riduzione della disponibilità di alcuni alimenti e quindi, potenzialmente, influenzano la sicurezza della produzione alimentare a livello globale (riduzione delle scorte) e locale (effetti su mercati e sicurezza nutrizionale). Oltre al sistema agricolo anche la produzione ittica e la produzione di bestiame sono vulnerabili ai cambiamenti climatici. Eventi alluvionali e/o ondate di caldo più frequenti e di maggiore durata mettono a repentaglio anche la salubrità degli alimenti in stoccaggio o durante la filiera di preparazione dei cibi, richiedendo temperature di conservazione e preparazione più basse o più stabili. Tutto ciò comporta un adattamento della filiera alimentare a temperature più elevate o ad eventi estremi repentini, aumentando i costi di gestione, adeguamento e manutenzione dei locali destinati allo stoccaggio e alla preparazione nella filiera alimentare.

Agricoltura

Ondate caldo-freddo, prolungata siccità e scarsità di risorse idriche, eventi alluvionali a seguito di lunghi periodi di assenza di piogge producono e produrranno danni consistenti alle coltivazioni.

Nelle regioni del sud Europa (Portogallo, Spagna, Francia meridionale, Italia, Slovenia, Grecia, Malta, Cipro, Bulgaria e Romania meridionale) e nella regione del Mar Nero, è previsto un aumento dell'ordine di 4-5 °C della temperatura media annuale. La riduzione della disponibilità di acqua combinato con l'aumento della temperatura potrebbe indurre diminuzione delle rese agricole (nel range del 10-30% in molte regioni del Sud), la siccità, le ondate di calore, degradazione del suolo e degli ecosistemi, e eventualmente desertificazione. L'aumento delle precipitazioni violente aumenterà l'erosione e la perdita di sostanza organica dal suolo .

Per l'inverno 2012 la Coldiretti ha stimato danni dal 20 al 50% della produzione (pomodoro, mais, soia, barbabietola, girasole) per quasi 300 milioni di euro all'agricoltura italiana e una perdita di produttività agricola pari al 10% del PIL agricolo. La perdita di produttività è uno dei costi sociali principali così come il conseguente aumento dei prezzi dei generi alimentari o dei mangimi a causa della variabilità delle scorte alimentari.

Allevamento

Le ondate caldo-freddo, i cambiamenti nella sopravvivenza e nelle popolazioni di patogeni e artropodi vettori di patologie, nonché l'eventuale contaminazione dei mangimi danneggiano la produttività degli allevamenti animali, incrementando la suscettibilità dell'animale alle patologie. Nel 2012 evento di alternata ondata caldo-freddo ha provocato la morte di circa 200 bovini negli Alpeggi italiani. Alcune zoonosi animali come Rift Valley fever, West Nile fever, Blue tongue, African Horse sickness, African Swine fever hanno mostrato avere un alta sensibilità ai determinati climatici (Tirado et al., 2010). I costi sociali di questi fenomeni si ripercuotono sull'aumento dei

costi per cure veterinarie, perdita di stock (morte-malattie bestiame) con conseguente limitazione della produzione e della produttività, nonché l'aumento prezzi settore alimentare (carne e derivati).

Produzione ittica

Come già discusso nei paragrafi precedenti, il cambiamento della temperatura media coinvolge anche le acque interne e costiere, favorendo le fioriture algali e la relativa produzione di tossine, l'aumento della resistenza e delle numerosità delle popolazioni di virus nelle acque (anche a seguito di contaminazioni da alluvioni e dilavamenti). Contribuiscono cioè a danneggiare e compromettere la produzione ittica in generale, con riduzione della produzione ma anche con compromissione chimico-biologica dello stock destinato ai consumatori. Il rischio di contaminazione alimenti da tossine algali, batteri e virus (*Vibrio spp, Norovirus*) registra perciò un probabile aumento. I costi sociali di tali impatti, al di là della perdita materiale di stock ittico, comprendono anche un aumento nei prezzi del settore alimentare ittico e a livello sanitario che l'aumento del numero di tossinfezioni e intossicazioni, una spesa pubblica per le cure mediche necessarie.

Contaminazione biotica e aflatossine

L'impianto di nuovi organismi nocivi su vegetali e/o prodotti vegetali potrebbe avere gravi conseguenze sulla catena alimentare e dei mangimi, causando perdite di produzione o compromettendo la sicurezza di alimenti e mangimi, ad esempio, da un aumento dei residui di prodotti per la protezione delle piante o di micotossine. I potenziali impatti futuri clima sensibili su alcune parassitosi è stato esaminato in un progetto collaborativo JRC/EFSA, EU CLIMPEST,[24] dove è stato sviluppato un modello di simulazione per la parassitosi fogliare da funghi patogeni basata sull'evoluzione climatica dell'Unione Europea (in particolare per un patogeno degli agrumi (*Citrus spp*) *Guignardia citricarpa*, nome comune Citrus Black Spot - CBS).

G. citricarpa è considerato l'agente patogeno più importante per gli agrumi in Cina, Australia e Sud Africa, dove il settore degli agrumi è di grande importanza. Anche se di origine tropicale, il fungo si è affermato e provoca gravi danni anche nei climi subtropicali, come appunto in Cina, Australia, Argentina e Sud Africa. Qualora introdotto nelle zone di coltivazioni degli agrumi del Mediterraneo potrebbe affermarsi e causare gravi danni. Le analisi svolte con questo modello di simulazione mostrano come l'infezione può effettivamente propagarsi anche se non in tutte le località e con la stessa magnitudine delle località australiane. Anche nel caso più conservativo il modello prevede comunque una certa propagazione del parassita.

La siccità che l'estate del 2012 ha portato in gran parte dell'emisfero Nord, ha causato una forte riduzione della produzione di mais a livello mondiale (5,5%). Ma a questa riduzione va aggiunta la perdita di raccolto a causa delle aflatossine, che sono state riscontrate in molti raccolti non solo negli Stati Uniti ad esempio, ma anche nel Nord Italia, con una verificata contaminazione da

[24] CLIMPEST - Model Framework for the assessment of EU climatic suitability for the establishment of organisms harmful to plants and plant products, http://mars.jrc.ec.europa.eu/mars/Projects/CLIMPEST.

aflatossine (micotossine altamente tossiche) con presumibile perdita del 35% della produzione di mais nazionale destinato all'alimentazione umana e animale. Le micotossine nella filiera agroalimentare sono a tutt'oggi un problema di gestione del rischio agronomico e tossicologico per l'uomo e gli animali (Brera et al., 2013).

Le aflatossine, micotossine prodotte da funghi appartenenti alla classe degli Ascomiceti, sono sostanze tossiche e cancerogene che infestano mais, cereali e frutta secca, alimenti per il bestiame, come foraggi, insilati, farine di estrazione, rendono completamente inutilizzabile il raccolto, e spesso vengono rinvenute anche nel latte di bovini alimentati con cereali contaminati. *Aspergillus flavus* e *A. parasiticus* sono i principali funghi responsabili della produzione di aflatossine nei vegetali, e le condizioni climatiche sono il principale fattore condizionante la loro presenza finale in mangimi e alimenti (Bolzoni et al., 2013). Un clima caratterizzato da temperatura elevata seguita da brusco calo (giornate calde e notti fredde, temporali) favorisce la produzione di aflatossine, così come in generale qualsiasi fattore di stress, come ad esempio la rottura meccanica delle muffe. La produzione di aflatossine risulta particolarmente abbondante in stagioni con temperature superiori alla media e piovosità inferiore alla media (Piro & Biancardi, 2010). In un recente progetto di ricerca collaborativo finanziato dall'EFSA a cui hanno partecipato molti centri di ricerca italiani [25] è stato proposto un modello di previsione ed analisi per l'emergenza di contaminazione da micotossine in cereali come grano, mais e riso, a causa dei cambiamenti climatici. In particolare, le aflatossine che sono frequenti nelle zone tropicali e sub-tropicali possono diventare fonte di preoccupazione nell'UE. Il rischio di contaminazione da aflatossine è stato analizzato e predetto per tre scenari climatici. Tra i risultati di questo progetto è stato evidenziato che il rischio di contaminazione da aflatossine dovrebbe aumentare nel mais, soprattutto nello scenario +2 °C (innalzamento della temperatura media). In questo scenario, un netto aumento del rischio di aflatossine è stato mostrato in tipiche zone agricole europee, come nel centro e nel sud della Spagna, il sud d'Italia e nei Balcani, compresa la Turchia (porzione europea). Nello scenario +5 °C viene descritta una situazione diversa con un ampliamento notevole delle aree a rischio di aflatossine (espansione verso nord) ma una diminuzione complessiva del rischio di contaminazione (aree settentrionali meno calde). In questo scenario, l'anticipo di fioritura e raccolta è stato stimato da 10 a 15-20 giorni, rispettivamente, il che implica possibili cambiamenti nella gestione della pratica agricola.

In sintesi, nello scenario +2 °C, sono attesi più elevati livelli di contaminazione nelle zone dove il mais è attualmente coltivato mentre nello scenario di +5 °C, i livelli di contaminazione sono previsti essere più bassi, ma il rischio di contaminazione più ampio e esteso verso i paesi del nord dell'UE.

Infine il clima influisce anche sulla sicurezza chimica degli alimenti.

Nel caso dei contaminanti abiotici l'utilizzo più frequente e in maggiori quantità di fitofarmaci, pesticidi e farmaci veterinari nel caso di carne, pesce e derivati, incrementa il rischio di

[25] Progetto MODMAP-AFLA "Modelling, predicting and mapping the emergence of aflatoxins in cereals in the EU due to climate change "http://www.efsa.europa.eu/it/supporting/doc/223e.pdf

contaminazione da residui degli stessi negli alimenti, con presenza di livelli non accettabili di residui o presenza multi residuo negli alimenti destinati al consumo umano e nei mangimi. È prevedibile anche un possibile aumento del rischio di esposizione dei lavoratori del settore agricolo. Secondo un rapporto dell'EFSA (EFSA, 2009) la percentuale di campioni di frutta, verdure e cereali che hanno registrato residui multipli (2 o più residui) di pesticidi è aumentata in 10 anni (1996-2006) dal 15.4% nel 1997 al 27.7% in 2006. Nel 2007, la percentuale è diminuita leggermente al 26.2% dei campioni, in totale sono stati trovati residui (in quantità misurabile) di 354 differenti pesticidi in frutta e verdura e di 72 differenti pesticidi nei cereali. Questi fattori, insieme agli altri impatti sulla produzione agricola associati ai cambiamenti climatici sia diretti che indiretti mediati da altre vulnerabilità ambientali - come per esempio l'erosione e deterioramento qualità dei suoli e delle risorse idriche per uso irriguo - incidono sui prezzi di mercato e la disponibilità di alimenti locali di qualità che possono avere, nel complesso, effetti anche sulla sicurezza nutrizionale dei consumatori.

Qualità nutrizionale

La qualità nutrizionale degli alimenti può essere alterata da vari fattori clima –dipendenti quali:

- Effetti sui terreni destinati all'agricoltura;
- Alterata produttività locale del settore agro-zootecnico;
- Effetti diretti sulle caratteristiche nutrizionali dei prodotti agroalimentari.

Come già discusso, molti sono gli impatti potenziali delle condizioni meteo-climatiche sui terreni destinati all'agricoltura. La modifica delle caratteristiche peculiari dei suoli agricoli, il profilo pedologico, che possono essere sottoposti a stress dovuti a prolungata siccità e repentini eventi meteorologici (anche alternati e nel breve periodo) con conseguente erosione, dilavamento e perdita di nutrienti, conducono anche alla necessità di un differente utilizzo di fertilizzanti e/o irrigazioni alterando l'assorbimento da parte dei prodotti agricoli degli elementi presenti nei suoli stessi. Inoltre ondate di caldo/freddo possono portare a stagioni alterate di crescita-maturazione dei prodotti ed eventualmente a caratteristiche alimentari differenti degli stessi.

La fragilità dei piccoli produttori (Fig. 5) è ancor più esaltata considerando che vi è un'alta probabilità che il cambiamento del clima e degli eventi meteorologici avranno un impatto maggiore sulle piccole e medie imprese più che sulle coltivazioni estese delle grandi aziende, riducendo quindi (oltre agli effetti economici sugli imprenditori stessi), la capacità dell'utente finale di avere accesso ad alimenti della filiera locale, quindi alimenti coltivati (o allevati) su piccola scala spesso nutrizionalmente migliori, che non richiedono lunghi stoccaggi e che hanno impatti ambientali più bassi a livello di trasporti (i cosiddetti prodotti alimentari a Km 0).

L'accesso alle filiere locali non è confortato da alcuni dati sulla componente produttiva nel nostro Paese, in particolari per gli alimenti prioritari sotto il profilo sanitario,

Secondo i dati ISTAT il numero di aziende agricole in Italia sta progressivamente diminuendo (Tab. 2).[26]

Anno	1982	1990	2000	2010
Territorio				
Italia	3133118	2848136	2396274	1620884

Tabella 2.10: **Trend numero di aziende agricole in Italia (Fonte: ISTAT).**

Commento [I1]: Hai ragione ma sono elaborazioni su dati ISTAT warehouse istat ci sono andata per controllare … Tab 2.10 numeri giusti, tab 3.10 ho corretto con i dati del 2011 (incluse le percentuali) , quelli del 2010 non sono corretti (ma è un problema ISTAT credo mi dava un numero assurdo sul sito..)

Commento [C2]: Queste fonti non sono chiare – i link a piè pagina rimandano a siti generici.

Nonostante l'aumento delle attenzioni dei consumatori nei confronti del cibo di qualità, la superficie totale (in ettari) dedicata alla produzione di ortaggi in piena aria e di frutta fresca (Tab. 3)[27] è diminuita nell'ultimo decennio.

	2000	2011	%
Ortaggi in piena aria	478371	418630	-12
Frutta fresca	486809	434356	-11

Tabella 3.10: **Superficie agricola per produzione ortaggi e frutta in Italia (Fonte ISTAT).**

Alcune più recenti evidenze descrivono gli effetti diretti di variabili meteo climatiche e di CO_2 e ozono sui contenuti nutrizionali degli alimenti. L'elevata concentrazione di CO_2, alla base stessa del fenomeno climatico, ha effetti differenti a seconda delle colture e spesso negativi. Elevati livelli di CO_2 ci si aspetta che producano cambiamenti nella qualità degli alimenti, ad esempio riduzione della concentrazione di proteine e nutrienti minerali, così come una composizione lipidica alterata (DaMatta et al., 2010). Un esempio è fornito dal riso (*Oryza sativa L.*) che è una delle coltivazioni più importanti a livello globale. Livelli elevati di CO_2 producono numerosi cambiamenti fisiologici nelle coltivazioni di riso, come cambiamenti nella fotosintesi, l'assorbimento e trasporto nella pianta dei nutrienti, l'espressione genica e l'attività enzimatica. L'alterazione di tali processi,

[26] http://dati-censimentoagricoltura.istat.it/ Serie storiche ": Numero di aziende, superfici, giornate di lavoro per forma di conduzione, titolo di possesso, categoria di manodopera aziendale, classe di giornate di lavoro totale aziendale"

[27] http://dati.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DCSP_COLTIVAZ

influenzano con tutta probabilità e caratteristiche chimiche e fisiche dei chicchi di riso. Elevate concentrazioni di CO_2 hanno mostrato di diminuire significativamente la concentrazione di azoto o proteine nei chicchi di riso. Le informazioni disponibili in letteratura indicano comunque una chiara tendenza all'alterazione della qualità e quindi anche del valore commerciale del riso coltivato in ambienti ad alta concentrazione di CO_2 (Wanga et al., 2011).

Anche gli effetti dell'esposizione all'ozono durante la stagione di raccolta hanno effetti sulla qualità del riso. Le concentrazioni di proteine e lipidi in riso trattato con ozono aumentano significativamente, ma la concentrazione di amido e la massa si riducono. Altri parametri, tra cui le concentrazioni di ferro, zinco, fenoli, la viscosità e le caratteristiche geometriche del chicco non ha evidenziato effetti significativi . La produzione totale di riso integrale, la resa in proteine, e la resa in ferro sono stati influenzati negativamente dall'ozono (Frei et al., 2012).

L'effetto combinato di elevate concentrazioni di O_3 aumentano la concentrazione di Cadmio in piante di frumento coltivate su terreni contaminati da questo elemento. Cadmio e O_3 elevati hanno un effetto sinergico significativo sullo stress ossidativo nei germogli di grano (Guo et al., 2012).

I cambiamenti del clima molto probabilmente influiranno sulla varietà dei cereali di qualità, d'interesse per i diversi mercati e le loro esigenze di utilizzo. L'aumento della temperatura in futuro cambierà valore nutrizionale e lavorazione dei cereali. Uno dei primi esperimenti che combinano la temperatura e le precipitazioni ha mostrato che la temperatura elevata penalizza la qualità dei grani di orzo più severamente rispetto ai cambiamenti nelle precipitazioni. Diversi aminoacidi proteinogenici sono aumentati a causa della temperatura elevata, mentre la loro composizione è stato solo leggermente modificata. Le concentrazioni totali di carboidrati non strutturali, amido, fruttosio e raffinosio erano inferiori in piante coltivate ad alte temperature, mentre il maltosio era maggiore. La fibra grezza è rimasta inalterata dal riscaldamento, mentre le concentrazioni di lipidi e alluminio sono stati ridotti. Le precipitazioni hanno influenzato solo marginalmente i chicchi d'orzo: la riduzione ha aumentato le concentrazioni di diversi minerali (sodio, rame) e amminoacidi (leucina) (Högy et al., 2013).

Anche la produzione di prodotti derivanti dagli allevamenti animali (carne, uova, latte e derivati) possono essere nutrizionalmente alterate da fenomeni di stress fisiologico a cui vanno incontro gli animali da allevamento a causa di ondate di calore e di gelo alternate e prolungate. Inoltre un utilizzo di mangimi alterati dal punto di vista nutrizionale (per i medesimi motivi incorrenti nelle produzioni agricole) ha ovvie ricadute sulla crescita degli animali da allevamento. Ancora poche sono le informazioni disponibili sui cambiamenti nella qualità nutrizionale degli alimenti, campo che ad oggi richiederebbe un maggiore interesse investigativo scientifico.

Clima e salute: i danni diretti

Eventi meteorologici avversi

Tra gli effetti diretti sulla salute da cambiamenti climatici sono ben noti nel nostro Paese e nella percezione comune quelli associati all'esposizione ad alte temperature nelle ondate di calore (vedi paragrafo successivo).

Le anomalie termiche includono comunque anche le ondate di gelo, cause che sono state associate, tra gli altri effetti clinici noti, anche ad aumento di accessi di mortalità per malattie cardiache e respiratorie. Maggiormente vulnerabili appaiono essere le popolazioni che vivono generalmente in climi temperati. Lo studio effettuato sulle conseguenze dell'ondata di freddo che ha colpito l'Italia nell'inverno 2011-2012 (de'Donato et al., 2013) ha evidenziato un globale eccesso di mortalità (25%) in soggetti ultra-75enni nelle 14 città esaminate affette dall'ondata di freddo del febbraio 2012. Alcuni Paesi europei (ad es. Inghilterra, Francia) stanno mettendo a punto sistemi di sorveglianza idonei sull'esperienza dei sistemi di prevenzione ed allarme per le ondate di calore.

Tra le implicazioni del globale fenomeno dei cambiamenti climatici molti autori includono anche l'eccessiva esposizione alle radiazioni UV causata dall'assottigliamento dello strato dell'ozono stratosferico, dal momento che è stata riconosciuta una interazione tra questo e i gas serra causa del riscaldamento globale che ha richiesto anche interventi normativi.[28] Le temperature più miti favoriscono anche una maggiore esposizione outdoor specie nei Paesi a clima tradizionalmente più freddo e, quindi, ai potenziali effetti delle radiazioni UV riconosciute dall'OMS[29] come fattore di rischio per l'insorgenza di tumori cutanei (specie raggi UVB a lunghezza d'onda più corta), danni oculari (cheratiti, cataratte precoci) ed effetti avversi sul sistema immunitario (raggi UVA e UVB).

Vanno altresì menzionati, tra i danni diretti, anche i rischi per la salute negli scenari di aumento degli incendi associati a vulnerabilità territoriali, aumento delle temperature e delle stagioni siccitose.

Tra i danni diretti associati ai cambiamenti climatici vanno comunque annoverati anche quelli conseguenti agli eventi meteorologici avversi come alluvioni, frane, valanghe, inondazioni costiere, trombe d'aria. Di questi, nonostante il loro visibile aumento nel nostro Paese, specie negli ultimi anni, non si dispone ad oggi di un'informazione sistematica dei loro impatti, nè per quelli diretti, inclusi i danni socio-economici, che per gli indiretti ovvero dell'aumento di patologie fisiche e pischiatriche conseguenti agli eventi estremi e, in alcuni casi, al ripetersi di tali eventi in un non lungo intervallo temporale .

A livello globale e nel continente europeo tra gli eventi meteorologici avversi le alluvioni/inondazioni sono le più frequenti, e numerosi sono i potenziali effetti negativi per la salute umana, tra questi:

- morti traumatiche, principalmente per annegamento;

[28] Ex multis: Il Regolamento (CE) n. 842/2006: serie di disposizioni che hanno come obiettivo la riduzione delle emissioni dei tre gruppi di gas fluorurati ad effetto serra contemplati dal Protocollo di Kyoto: gli idroflurocarburi (HFC), i perfluorocarburi (PFC) e l'esafluoruro di zolfo (SF6) utilizzati in alcune tipologie di apparecchiature e applicazioni industriali. Decreto Legislativo 5 marzo 2013, n. 26 recante la disciplina sanzionatoria per la violazione delle disposizioni di cui al Regolamento (CE) n. 842/2006 su taluni gas fluorurati ad effetto serra (G.U. n. 74 del 28 marzo 2013) -

[29] http://www.who.int/globalchange/climate/summary/en/index7.html.

- ferite;
- gastroenteriti;
- salute mentale come il disturbo post-traumatico da stress;
- malattie trasmesse da vettori;
- malattie trasmesse dai roditori quali la leptospirosi;
- avvelenamento causato da sostanze tossiche;
- morsi di rettili che cercano rifugio nelle case per sfuggire all'inondazione;
- crescite delle muffe e spore nel periodo immediatamente successivo alle inondazioni (allergeni indoor);
- altri risultati sanitari negativi quali l'interruzione dei servizi sanitari espostamento della popolazione.

In generale il gap informativo degli impatti socio-economici nelle alluvioni e degli elementi che modulano la gravità degli impatti è condiviso in ambito UE. Tale problematica è stata affrontata nel progetto europeo MICRODIS[30] per gli aspetti di approccio conoscitivo utile non solo alle valutazioni d'impatto, ma anche a rafforzare la capacità adattativa delle comunità locali e dei settori strategici (non sanitari) per le misure di adattamento.

Le strategie di adattamento dovranno anche tener conto dei fattori che incidono sulla vulnerabilità della popolazione che possono essere preesistenti, concorrenti o realizzarsi a seguito dell'alluvione (Lowe et al., 2013), tra questi l'insorgenza di disturbo post-traumatico da stress sia negli addetti alle emergenze che nella popolazione colpita (Stanke et al., 2012).

In Italia, in assenza di un sistema informativo *ad hoc*, le stime sugli impatti diretti e socio-economici negli eventi estremi vengono operate sulla base di più fonti, per periodi temporali difformi e in assenza di criteri di selezione e raccolta dei dati di riferimento[31] sono relative solo ad eventi disastrosi che devono corrispondere a rigorosi parametri d'inclusione (numero di decessi, di feriti, popolazione colpita e necessità di aiuti internazionali) che quindi, in sintesi, non descrivono assolutamente il quadro reale a livello nazionale nè tantomeno le vulnerabilità territoriali che concorrono alla realizzazione degli impatti. Le poche informazioni disponibili su vulnerabilità idrogeologiche e impatti comunque configurano un quadro di rischio socio-economico: nelle aree classificate come ad alto rischio di frane e alluvioni è stata stimata la presenza di oltre 1 milione gli edifici ad uso prevalentemente residenziale, 6.251 scolastici e 547 strutture ospedaliere. Tra gli insediamenti non residenziali i capannoni a uso produttivo sono circa 34.000 e circa 24.000 quelli commerciali (ANCE/CRESME 2012 su dati ISTAT e MATTM). Per l'anno 2011 i dati ISPRA registrano 91 episodi franosi con 39 vittime e danni stimati di oltre 1,60 miliardi di Euro. Per danni

[30] http://www.microdis-eu.be.
[31] http://www.emdat.be/database.

da eventi meteorologici avversi la Protezione Civile nel biennio gennaio 2009-gennaio 2011 ha stanziato, per soli interventi urgenti, fondi per oltre 1,3 miliardi di Euro. L'analisi di fonti varie (elaborazione CRESME) stima che tra il 2002 e il 2012 gli eventi di dissesto che hanno provocato danni diretti alla popolazione (con vittime, feriti e sfollati) hanno provocato circa 290 morti (128 dovuti alle alluvioni e 165 alle frane).

Ondate di calore e rischi per la salute

Nei Paesi industrializzati uno dei principali rischi per la salute associato ai cambiamenti climatici è rappresentato dall'aumento della frequenza e dell'intensità di episodi di ondata di calore che, insieme al progressivo invecchiamento della popolazione, aumenteranno il carico di decessi e di patologie nelle fasce di popolazione a maggior rischio, soprattutto nelle grandi aree urbane.

Una delle prime ondate di calore descritte nel nostro Paese è quella verificatasi a Roma nell'estate del 1983. In quell'anno furono registrate temperature massime al di sopra delle medie stagionali e negli stessi giorni venne evidenziato un significativo aumento della mortalità totale e della mortalità per cause cardiovascolari rispetto all'anno precedente. Studi successivi, utilizzando metodi di analisi più complessi, hanno evidenziato che le temperature elevate hanno un effetto a breve termine sulla mortalità: picchi di mortalità della popolazione si registrano infatti con un tempo di latenza molto breve, di 1-2 giorni, dal picco di temperatura osservato (Basu & Ostro, 2008).

Valutazioni sull'impatto dell'ondata di calore del 2003 in Europa hanno stimato più di 70.000 morti in eccesso in 12 Paesi europei, con effetti maggiori in Francia, Germania, Spagna e Italia); si è trattato soprattutto di persone sole, di età maggiore di 75 anni, con malattie croniche e disabilità funzionale, che vivevano in aree urbane con basso livello socio-economico (Åström et al., 2011; Baccini et al., 2008; Bell et al., 2008, Johnson et al 2005).

L'estate 2012 è stata la seconda più calda dal 1800 a oggi e, secondo gli esperti del CNR, inferiore solo alle condizioni osservate nell'estate 2003. Nel 2012 il caldo eccezionale ha interessato prevalentemente le regioni del centro e del centro-nord, mentre nel 2003 l'ondata di calore aveva interessato tutte le regioni italiane.

Considerata l'eccezionalità delle temperature osservate in Italia nell'estate 2012, risulta particolarmente interessante fare un confronto con l'estate 2003 in termini di effetti sulla mortalità della popolazione, a dieci anni di distanza dall'attivazione del Sistema nazionale di allarme[32] e del Piano nazionale di prevenzione del Ministero della Salute.[33]

Da tale confronto si evidenzia un effetto minore nel 2012, con eccessi significativi solo a Roma e Bolzano. Complessivamente nelle città analizzate il numero di casi in eccesso sono stati 2.704 nel

[32] Sistema nazionale di sorveglianza, previsione e di allarme per la prevenzione degli effetti delle ondate di calore sulla salute della popolazione (HHWWS) del dipartimento Protezione Civile nazionale.
[33] Il Piano operativo nazionale per la prevenzione degli effetti del caldo sulla salute" del Ministero della Salute si aggiorna dal 2004. Il piano più recente per l'estate 2014 è disponibile al link :
http://www.salute.gov.it/portale/documentazione/p6_2_2_1.jsp?lingua=italiano&id=2166

2003 (incremento pari a +46%) e 226 nel 2012 (incremento pari +7%). Occorre tuttavia evidenziare che, in termini di durata, l'esposizione nel 2003 è stata maggiore e questo dato è significativo dal momento che uno studio multicentrico europeo (progetto EuroHEAT[34]) (D'Ippoliti et al., 2010) ha evidenziato che "la durata" dell'ondata di calore (oltre cinque giorni), più dell'intensità, ha un effetto significativo nell'aumentare l'impatto sulla mortalità.

Il recente aggiornamento (marzo 2013) delle Linee di indirizzo del Ministero della Salute per la prevenzione degli effetti del caldo sulla salute[35] evidenzia le maggiori conoscenze scientifiche sul fenomeno e sulla situazione italiana di seguito esaminate.

Le variazioni di temperatura dell'ambiente esterno determinano effetti a breve termine sulla salute delle popolazioni esposte in termini di incrementi della mortalità. Tale effetto si verifica al di sopra di un valore di temperatura definito "valore soglia", che è specifico per ogni popolazione, ed è funzione del livello di suscettibilità della popolazione e della sua capacità di adattamento alle condizioni climatiche locali. Inoltre, in una stessa area geografica, l'impatto delle ondate di calore sulla popolazione può variare, non solo al variare dei livelli di esposizione ma anche a seguito dell'implementazione di interventi di prevenzione e di cambiamenti delle caratteristiche socio-demografiche che determinano la suscettibilità individuale

Esaminando le caratteristiche dell'ondata di calore in termini di durata e intensità, è stato riscontrato che gli effetti maggiori si osservano durante ondate di calore di lunga durata (oltre cinque giorni) in cui si registrano incrementi della mortalità 2-5 volte più elevati rispetto alle ondate di più breve durata. Inoltre è stato osservato che le ondate di calore che si verificano precocemente, all'inizio della stagione estiva, hanno un impatto maggiore sulla salute della popolazione rispetto a episodi di uguale intensità che si verificano successivamente nel corso dell'estate. L'incremento della mortalità associata alle ondate di calore è un fenomeno noto e ben documentato, ma rappresenta solo una parte del fenomeno, in quanto esistono una serie di effetti che, al decrescere del livello di gravità, interessano porzioni sempre più ampie di popolazione. Gli effetti del caldo sulla salute vanno da sintomi che non arrivano all'attenzione clinica (ad es. riduzione delle capacità fisiche), a sintomi di maggiore entità, spesso non quantificabili poiché non si dispone di sistemi di monitoraggio, fino ad effetti più gravi che possono determinare il ricorso al Pronto Soccorso e il ricovero in ospedale. L'occorrenza di questi effetti è quantificabile attraverso l'uso dei sistemi informativi sanitari.

L'età tra i principali co-fattori di rischio per la mortalità e la morbosità legate all'esposizione ad alte temperature (ultra-75enni). Tra le cause di morte registrate più frequentemente in associazione con episodi di onde di calore, in letteratura sono indicate le seguenti: cardiopatia ischemica, accidente vascolare cerebrale, diabete, broncopneumopatia, cause violente, omicidio e suicidio. In associazione con episodi di ondate di calore è stato registrato anche un significativo aumento degli

[34] www.euroheat-project.org/.

[35] Le "Linee di indirizzo per la prevenzione degli effetti del caldo sulla salute" del 2013 sono state approvate dal Consiglio Superiore di Sanità, III sezione, nella seduta del 19 marzo 2013 e sono disponibili sul portale del Ministero http://www.salute.gov.it/portale/documentazione/p6_2_2_1.jsp?lingua=italiano&id=1959

accessi al Pronto Soccorso e alle cure ospedaliere per le stesse cause sopra elencate e per nefropatie, disordini del sistema nervoso centrale, enfisema ed epilessia.

Nelle stesse linee d'indirizzo del Ministero della Salute su citate vengono evidenziati anche altri fattori incidenti sulla vulnerabilità della popolazione agli effetti delle alte temperature e delle ondate di calore: la "suscettibilità" individuale (stato di salute, caratteristiche socio-demografiche e di ambiente di vita) e/o la presenza di sottogruppi della popolazione ad elevato rischio definito "pool di suscettibili" e la capacità di adattamento sia a livello individuale che di contesto sociale e ambientale (percezione/riconoscimento del rischio, disponibilità di risorse).

Numerosi studi rilevano una maggiore vulnerabilità dei neonati e dei bambini alle alte temperature tra cui un'associazione tra caldo e mortalità nei bambini per cause legate al periodo perinatale (disturbi del sistema digestivo, infezioni, disturbi respiratori e cardiovascolari)

Sono disponibili solide evidenze in letteratura di un incremento del rischio di decesso in seguito all'esposizione al caldo intenso, tra le persone affette da alcune malattie croniche (come ad esempio diabete, Alzheimer, Parkinson, malattie cardiache, respiratorie e renali croniche) che ne determinano la particolare suscettibilità di questa popolazione agli effetti delle ondate di calore (WHO Euro, 2011). L'assunzione di alcuni tipi di farmaci può rappresentare un ulteriore fattore di rischio per gli effetti del caldo interferendo con il meccanismo della termoregolazione o alterando lo stato di idratazione del paziente. I fattori socio-economici quali la povertà, l'isolamento, la non conoscenza della lingua locale, il limitato accesso ai media - televisione e giornali - aumentano la condizione di fragilità perché riducono la consapevolezza dei rischi e limitano l'accesso alle soluzioni di emergenza ed, inoltre, limitano le possibilità di spostare temporaneamente il proprio domicilio in zone più fresche quando le condizioni climatiche sono sfavorevoli o di condizionare l'aria della propria abitazione.

Tra i gruppi vulnerabili vanno anche annoverati le diverse tipologie di lavoratori esposte per la loro occupazione a temperature ambientali elevate ed essere quindi maggiormente a rischio di sviluppare disturbi associati al caldo (lavoratori edili, operai di cantieri stradali, agricoltori, ecc.) per i quali vanno previste opportune misure di informazione (come riconoscere i segni e i sintomi dello stress termico e del colpo di calore per esempio) e di prevenzione.

Le strategie delle autorità sanitarie in Italia per la governance dei rischi da ondate di calore

I risultati dell'estate 2012 confermano una riduzione dell'effetto delle elevate temperature quale risultato di successo dell'implementazione del piano nazionale di prevenzione promosso dal Ministero della Salute e dal Centro per la Prevenzione Controllo delle Malattie (CCM). Tali risultati sono stati anche confermati in un recente studio condotto in 16 città italiane che mette a confronto due periodi: "pre" e "post" attivazione del piano di prevenzione nazionale (Schifano et al., 2012) che documenta una sostanziale riduzione dell'effetto del caldo sulla mortalità nei soggetti di età superiore ai 65 anni negli anni più recenti (2006-2010) rispetto al periodo precedente (1998-2002). Il Piano italiano rappresenta un'esperienza unica in Europa in quanto si basa sulle migliori evidenze disponibili ed è stato implementato secondo le linee guida internazionali dell'OMS. In

particolare, il coordinamento centrale dei sistemi di allarme, del monitoraggio rapido della mortalità e delle attività di prevenzione nell'ambito del Piano nazionale, hanno consentito l'adozione di strumenti comuni (pur tenendo conto dell'eterogeneità tra le diverse città in termini di impatto del caldo e delle risorse e livelli di organizzazione locali) ed una condivisione delle "migliori pratiche" in ambito di sanità pubblica (Ministero della Salute, 2006) ed ha contribuito ad aumentare la capacità adattativa della popolazione insieme a modifiche dei comportamenti individuali.

Dal 2004 è anche attivo il sistema di sorveglianza epidemiologica degli eccessi di mortalità che si avvale di un sistema di rilevazione rapido della mortalità giornaliera messo a punto su iniziativa del Dipartimento della Protezione Civile e del Ministero della Salute al fine di monitorare in tempo reale la mortalità associata alle ondate di calore. Il sistema include tutti i capoluoghi di regione e le città con più di 200.000 abitanti; dal 2007 è attivo tutto l'anno in 34 città.

Ogni giorno, dati anonimi relativi ai decessi dei residenti avvenuti in ciascuna città sono trasmessi online dagli Uffici di Stato Civile dei Comuni al Centro di Competenza Nazionale (Dipartimento di Epidemiologia ASL RME - oggi Dipartimento di Epidemiologia del Sistema Sanitario della Regione Lazio). Il sistema di rilevazione consente di disporre dei dati di mortalità relativi alla popolazione residente, entro le 72 ore successive al decesso. Per ogni città i dati individuali vengono aggregati in base alla data del decesso per la popolazione totale e anziana (età ≥ 65 anni). L'eccesso di mortalità giornaliera viene quindi calcolato come la differenza tra numero di decessi osservati e attesi nella popolazione anziana (decessi attesi = media dei decessi calcolata sui dati storici di mortalità). Giornalmente il CCN riceve dal Servizio Meteorologico del DPC i dati meteorologici registrati presso la stazione aeroportuale più vicina alla città ad intervalli di 6 ore, dai quali viene calcolato il dato giornaliero della temperatura apparente massima.

Il monitoraggio degli accessi al Pronto Soccorso rappresenta uno strumento messo a punto dal Ministero della Salute in via sperimentale nell'estate del 2012 in 10 città, per consentire un monitoraggio in tempo reale dell'esposizione al caldo sulla salute in termini di morbilità. E' uno strumento importante per la sorveglianza in tempo reale della morbilità associata alle ondate di calore e l'attivazione in tempi rapidi della risposta all'emergenza in caso di condizioni climatiche avverse.

Il sistema prevede la trasmissione al CCN dei dati relativi agli accessi al Pronto Soccorso per cause non traumatiche della popolazione residente nel periodo di attività dei sistemi di allarme (15 maggio-15 settembre). Le informazioni sono rilevate, a seconda della disponibilità dei dati, su base aggregata (numero di accessi giornalieri per genere e classe di età) o su base individuale anonima (informazioni rilevate: genere, data di nascita, età, diagnosi principale di dimissione, esito, comune di residenza). I dati sono trasmessi al CCN a cadenza settimanale o, in occasione di ondata di calore, con cadenza giornaliera. L'analisi dei dati in occasione di ondata di calore permette di stimare l'incremento del numero di accessi giornalieri come differenza tra il numero di accessi osservati e di quelli attesi sulla base dei dati della serie storica resa disponibile per ogni città.

Gli studi condotti per valutare l'impatto del caldo sulla salute attraverso i dati dei sistemi dell'emergenza sanitaria hanno evidenziato un incremento degli accessi al Pronto Soccorso durante i periodi di ondata di calore tra la popolazione anziana (età ≥ 75 anni) ed i bambini di età compresa tra 0 e 4 anni. Le cause più frequenti degli accessi sono il colpo di calore, lo squilibrio elettrolitico, la sindrome nefrosica, l'insufficienza renale acuta, le malattie cardiovascolari e respiratorie. In diversi Paesi europei sono attivi sistemi di sorveglianza basati sulla rilevazione in tempo reale delle informazioni sul ricorso alle strutture di emergenza per alcune cause specifiche utilizzate come indicatori dell'impatto del caldo estremo sulla salute: disidratazione, ipertermia, iponatremia, insufficienza renale. La non disponibilità di una serie storica di dati sufficientemente lunga per molte delle città coinvolte ha rappresentato un limite importante per il calcolo degli accessi attesi con cui confrontare i valori osservati durante l'estate 2012 e poter, quindi, stimare eventuali eccessi nei periodi di ondata di calore.

Si prevede una maggiore operatività del sistema nel corso delle prossime estati, attraverso il coinvolgimento di un numero maggiore di città e di strutture di Pronto Soccorso per raggiungere una rappresentatività significativa dell'intero territorio nazionale, e l'acquisizione, ove possibile, di serie storiche sufficientemente lunghe.

Oltre a fattori di natura sanitaria e socio-demografica, il livello di suscettibilità di un individuo è influenzato anche da condizioni ambientali di vita in ambiente urbano che accentuano la vunerabilità microclimatica locale (quali l'effetto da isola di calore urbana, la riduzione della ventilazione, la maggiore concentrazione di presidi meccanici per il condizionamento delle temperature indoor) e determinano condizioni sinergiche di rischio come l'inquinamento atmosferico (quartieri ad alta densità di traffico). Come già discusso nelle sezioni precedenti infatti nei grandi centri urbani, l'esposizione simultanea agli inquinanti atmosferici – in particolare all'ozono ed al particolato – potenzia gli effetti delle alte temperature, richiamando la necessità, sempre più urgente, di efficaci misure per la riduzione dell'inquinamento atmosferico outdoor oltre all'implementazione di uso di materiali e del territorio urbano finalizzati all'abbattimento dell'isola di calore urbano.

Considerazioni finali

La componente salute nelle strategie d'adattamento ambientale

L'adozione di misure di adattamento è urgente sia perché numerose sono le vulnerabilità territoriali, ambientali e socio-demografiche che, nel loro complesso modulano la realizzazione e le caratteristiche di gravità degli impatti, sia perché sulle costanti meteo-climatiche – ormai in discussione - si sono organizzati, stabilizzati e evoluti i sistemi di prevenzione sanitaria, ambientale e territoriale, le tecnologie applicate alla sicurezza delle infrastrutture, l'edilizia residenziale e la pianificazione di attività socio- produttive strategiche come turismo e agricoltura.

I cambiamenti climatici e l'aumento di frequenza degli eventi estremi osservati ed i futuri scenari condivisi hanno posto in discussione tali costanti, e richiedono un adattamento di tali sistemi insieme ad una gestione informata degli operatori dei vari settori delle conseguenze sanitarie e socio-economiche evidenziate dalla comunità scientifica internazionale. E' auspicabile che le valutazioni di vulnerabilità per benessere, sicurezza e rischi sanitari siano parte integrante delle strategie di adattamento di questi settori e che vengano inclusi in un approccio integrato delle strategie ambientali con interventi anche normativi in presenza di vulnerabilità dei sistemi di prevenzione, come la gestione e il controllo sostenibile e qualificato degli insetti vettori, la gestione del rischio di malattie idrotrasmesse (incluso il collegamento con i gestori dei servizi idrici), il potenziamento delle politiche di tutela di qualità dell'aria outdoor e indoor.

Interventi strutturali e non in aree a rischio idrogeologico e di inondazione, tecniche e tecnologie per la mitigazione delle isole di calore urbano e dell'uso di sostanze chimiche in agricoltura, la tutela della qualità degli ecosistemi terrestri, marini e acquatici da anomalie termiche e contaminazioni chimiche e biologiche, la resilienza tecnologica dei servizi idrici, reti fognarie e depuratori, la gestione ambientale di insetti vettori di malattie infettive e di specie allergizzanti sono, tutti esempi di azioni afferenti a settori diversi da quello sanitario ma che comunque concorrono alla prevenzione e mitigazione dei rischi per la salute e potenziano l'efficacia degli interventi sanitari di sorveglianza e controllo delle malattie. I determinanti di salute, cioè quei fattori che incidono su frequenza e magnitudo del rischio, ricadono infatti anche nel loro ambito così come i costi sopportati per continuare a garantire la tutela di salute, benessere e sicurezza della popolazione dai rischi indotti dai cambiamenti climatici che, rimane, quindi una responsabilità condivisa.

Bibliografia

Accordini, S., Corsico, A.G., Braggion, M., Gerbase, M.W., …, De Marco, R. (2013). The Cost of Persistent Asthma in Europe: An International Population-Based Study in Adults. Int Arch Allergy Immunol. 2013, 160(1):93-101. doi: 10.1159/000338998.

Ade, P., Funari, E., Poletti, R. (2003). Il rischio sanitario associato alle tossine di alghe marine. Ann Ist Sup Sanità 2003, 39 (1):53-68.

Alessandrini, E.R., Faustini, A., Chiusolo, M., Stafoggia, M., … , Gruppo Collaborativo EpiAir2. Inquinamento atmosferico e mortalità in venticinque città italiane: risultati del progetto EpiAir2. Epidemiol Prev 2013:37(4-5):220-9.

ANCE/CRESME (2012). Lo stato del Territorio Italiano 2012 - Insediamento e rischio sismico e idrogeologico. Primo Rapporto ANCE/CRESME. Roma, ottobre 2012.

Anderson, G.B., Bell, M.L. (2009) Weather-related mortality: how heat cold and heat waves affect mortality in the United States. Epidemiology; 20(2):205-13,2009.

APAT/OMS (2007). Cambiamenti climatici ed eventi estremi: rischi per la salute in Italia. APAT Rapporti 77/2007, ISBN: 978-88-848-0309-4.

Baccini, M., Biggeri, A., Accetta, G., Kosatsky, T., Katsouyanni, K., Analitis, A., Anderson, H.R., Bisanti, L., D'Ippoliti, D., Danova, J., Forsberg, B., Medina, S., Paldy, A., Rabczenko, D., Schindler, C., Michelozzi, P. (2008). Heat effects on mortality in 15 European cities. Epidemiology 2008;19(5):711-9.

Basu, R., Ostro, B.D. (2008). A multicounty analysis identifying the populations vulnerable to mortality associated with high ambient temperature in California. Am J Epidemiol, 168(6):632-7, 2008.

Bayram, H., Sapsford, R.J., Abdelaziz, M.M., Khair, O.A. (2001). Effect of ozone and nitrogen dioxide on the release of proinflammatory mediators from bronchial epithelial cells of nonatopic nonasthmatic subjects and atopic asthmatic patients in vitro. J Allergy Clin Immunol. Feb;107(2):287-94, 2001.

Beelen, R., Raaschou-Nielsen, O., Stafoggia, M., Jovanovic Andersen, Z., Weinmayr, G., Hoffmann, B., …, Hoek, G. (2013). Effects of long-term exposure to air pollution on natural-cause mortality: an analysis of 22 European cohortswithin the multicentre ESCAPE project. The Lancet, Volume 383, Issue 9919, Pages 785 - 795, 1 March 2014. doi:10.1016/S0140-6736(13)62158-3.

Bell, M.L., O'Neill, M.S., …, Gouveia, N.C. (2008). Vulnerability to heat-related mortality in Latin America: a case-crossover study in Sao Paulo, Brazil, Santiago, Chile and Mexico City. Mexico Int J Epidemiol 2008;37(4):796-804.

Bellomo, R., Gigliotti, P., Treloar, A., Holmes, P., Suphioglu, C., Singh, M.B., Knox, B. (1992). Two consecutive thunderstorm associated epidemics of asthma in the city of Melbourne. The possible role of rye grass pollen. Med J Aust. 1992 Jun 15;156(12):834-7.

Bernard, S.M., Samet, J.M., Grambsch, A., Ebi, K.L., Romieu, I. (2001). The Potential Impacts of Climate Variability and Change on Air Pollution-Related Health Effects in the United States. Environ Health Perspect, 109(suppl 2):199-209 (2001).

Boccia, D., Tozzi, A.E., Cotter, B., Rizzo, C., Russo, T., Buttinelli, G., Caprioli, A., Marziano, M.L., Ruggeri, F.M. (2002). Waterborne outbreak of Norwalk-like virus gastroenteritis at a tourist resort, Italy. Emerging Infectious Diseases, 2002; 8(6):563-8.

Boccolini, D., Di Luca, M., Toma, L., Severini, F., Massa, A., Mancini Barbieri, F., Tamburro, A., Pontuale, G., Cocchi, M., Romi, R. (2009). Ulteriori indagini sulla presenza di specie del complesso Anopheles maculipennis nella maremma toscana. Atti XXII Congresso Nazionale di Entomologia, Ancona 15-18 giugno 2009: 239.

Boccolini, D., Toma, L., Di Luca, M., Severini, F., Cocchi, M., Bella, A., Massa, A., Mancini Barbieri, F., Buongiorno, G., Angeli, L., Pontuale, G., Raffaelli, I., Fausto, A.M., Tamburro, A., Romi, R. (2012). Impact of environmental changes and human-related factors on the potential malaria vector, Anopheles labranchiae (Diptera: Culicidae), in Maremma, Central Italy. Journal of Medical. Entomology, 2012; 49 (3).

Bolzoni, G., Zanardi, G., Bertocchi, L., Delle Donne, G. (2013). Risultati delle analisi dell'autocontrollo per la contaminazione da Aflatossina M1 nel latte in Lombardia. Large Animal Review 2013; 19: 251-255.

Bonadonna, L., Di Porto, M. (2009). L'acqua come veicolo di malattie: elaborazione e valutazione di dati registrati e notificati nell'area di Roma. Rapporti ISTISAN 09/3, 2009.

Botana, L.M. (Ed.) (2008). Seafood and Freshwater toxins: Pharmacology, Physiology and Detection. CRC Press, Taylor and Francys Group, Boca Raton, Florida, USA, pp. 149-161.

Brera, C., De Santis, B., Debegnach, F., Gregori, E., Pannunzi, E., Barea Toscan, M.C. (2013). IV Congresso Nazionale. Le micotossine nella filiera agro-alimentare. Istituto Superiore di Sanità. Roma, 11-13 giugno 2012. Atti.2013, vi, 172 p. Rapporti ISTISAN 13/18.

Burge, H.A. (2002). Un update on pollen and fungal spore aerobiology. J allergy Clinical Immunol 2002;110:544-52.

Caburlotto, G., Gennari, M., Ghidini, V., Tafi, M., Lleo, M.M. (2009). Presence of T3SS2 and other virulence-related genes in tdh-negative Vibrio parahaemolyticus environmental strains isolated from marine samples in the area of the Venetian Lagoon, Italy. FEMS Microbiol Ecol. 2009 Dec;70(3):506-14. doi: 10.1111/j.1574-6941.2009.00764.x. Epub 2009 Aug 18.

Caburlotto, G., Gennari, M., Ghidini, V., Tafi, M., Lleo, M.M. (2010). Serological and molecular characterization of Vibrio parahaemolyticus marine strains carrying pandemic genetic markers. ISME J. 2010 Aug;4(8):1071-4. doi: 10.1038/ismej.2010.34. Epub 2010 Apr 15.

Capelli, G., Drago, A., Martini, S., Montarsi, F., Soppelsa, M., Delai, N., Ravagnan, S., Mazzon, L., Schaffner, F., Mathis, A., Di Luca, M., Romi, R., Russo, F. (2011). First report in italy of the exotic mosquito species Aedes (Finlaya) koreicus, a potential vector of arboviruses and filariae. Parasites & Vectors, 4: 188.

Cecchi, L., Torrigiani Malaspina, T., Albertini, R., Zanca, M., Ridolo, E., Usberti, I., Morabito, M., Dall'Aglio, P., Orlandini, S. (2007). The contribution of long-distance transport to the presence of Ambrosia pollen in central northern Italy. Aerobiologia; 23:145-151, 2007.

Cerbin, S., Kraak, M.H.S., de Voogt, P., Visser, P.M., Van Donk, E. (2010). Combined and single effects of pesticide carbaryl and toxic Microcystis aeruginosa on the life history of Daphnia Pulicaria. Hydrobiologia April 2010, Volume 643, Issue 1, pp 129-138.

D'amato, G., Liccardi, G., Gilder, J.A., Baldacci S., Viegi, G. (1994). Thunderstorm-associated asthma in pollinosis patients. BMJ 1994;309:131. http://www.bmj.com/rapid-response/2011/10/30/thunderstorm-associated-asthma-pollinosis-patients

D'Amato, G., Liccardi, G., D'Amato, M., Holgate, S. (2005). Environmental risk factors and allergic bronchial asthma. Clin Exp Allergy. Sep;35(9):1113-24.

D'Amato, G., Cecchi. L., Liccardi, G. (2008). Thunderstorm-related asthma: not only grass pollen and spores. J Allergy Clin Immunol, 2008; 121, 2: 537-8.

Åström, D.O., Forsberg, B., Rocklöva, J. (2011). Heat wave impact on morbidity and mortality in the elderly population: A review of recent studies. Maturitas. 2011 Jun;69(2):99-105. doi: 10.1016/j.maturitas.2011.03.008.

de'Donato, F.K., Leone, M., Noce, D., Davoli, M., Michelozzi, P. (2013). The Impact of the February 2012 Cold Spell on Health in Italy Using Surveillance Data. PLoS ONE 8(4): e61720. doi:10.1371/journal.pone.0061720.

Di Luca, M., Laghezza, M.V., Papeschi, C., Romi, R., Fausto, A.M. (2009). Caratterizzazione della fauna culicidica (Diptera: Culicidae) della Maremma laziale. In: 22. Congresso nazionale italiano di entomologia. Atti; 15-18 giugno 2009; ncona. 2009a. p.256.

D'Ippoliti, D., Michelozzi, P., Marino, C., de'Donato, F., Menne, B.,… Perucci, C. (2010). The impact of heat waves on mortality in 9 European cities: results from the EuroHEAT project. Environmental Health 2010, 9:37 doi:10.1186/1476-069X-9-37.

Ebi, K.L., Exuzides, K.A., Lau, E., Kelsh, M., Barnston, A. (2004). Weather changes associated with hospitalizations for cardiovascular diseases and stroke in California, 1983-1998. Int J Biometeorol. 2004 Sep;49(1):48-58.

ECDC (2010). Climate change and communicable diseases in the EU Member States. ECDC Tech. Document March 2010, http://ecdc.europa.eu/en/publications/Publications/1003_TED_handbook_climatechange.pdf.

ECDC (2012). Assessing the potential impacts of climate change on food- and waterborne diseases in Europe. ECDC Tech Report April 2012, http://ecdc.europa.eu/en/publications/Publications/1203-TER-Potential-impacts-climate-change-food-water-borne-diseases.pdf.

ECDC (2012a). Epidemiological situation of tick-borne encephalitis in the European Union and European Free Trade Association countries. EDCD technical report, http://www.ecdc.europa.eu/en/publications/publications/tbe-in-eu-efta.pdf.

EFSA (2009). Reasoned opinion of EFSA prepared by the Pesticides Unit (PRAPeR) on the 2007 Annual Report on Pesticide Residues. EFSA Scientific Report (2009) 305, 1-106.

EFSA (2012). The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2010. Scientific report of EFSA. EFSA Journal 2012;10(3):2597 [442 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2012.2597.

EFSA, 2014. The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2012. EFSA Journal 2014;12(2):3547 [312 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2014.3547.

EEA (European Environmental Agency) Report No 12/2012, Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012, An indicator-based report, ISSN 1725-9177. doi:10.2800/66071.

Emberlin, J., Detandt, M., Gehrig, R., Jaeger, S., Nolard, N., Rantio-Lehtimäki, A. (2002). Responses in the start of Betula (birch) pollen seasons to recent changes in spring temperatures across Europe. Int J Biometeorol. 2002 Sep;46(4):159-70.

Erbas, B., Chang, J., Dharmage, S., Ong, E.K., Hyndman, R., Newbigin, E., Abramson, M. (2007). Do levels of airborne grass pollen influence asthma hospital admissions?. Clin Exp Allergy. 2007 Nov;37(11):1641-7.

DaMatta, F.M., Grandis, A., Arenque, B.C., Buckeridge, M.S. (2010). Impacts of climate changes on crop physiology and food quality. Food Research International Volume 43, Issue 7, August 2010, 1814–1823.

Forsberg, B., Bråbäck, L., Keune, H., Kobernus, M., Krayer von Krauss, M., Yang, A., Bartonova, A. (2012). An expert assessment on climate change and health with a European focus on lungs and allergies" Environmental Health 2012, 11(Suppl 1):S4 doi:10.1186/1476-069X-11-S1-S4.

Fabbro, C., Cataletto, B., Del Negro, P. (2010). Detection of pathogenic Vibrio parahaemolyticus through biochemical and molecular-based methodologies in coastal waters of the Gulf of Trieste (North Adriatic Sea). FEMS Microbiol Lett. 2010 Jun;307(2):158-64. doi: 10.1111/j.1574-6968.2010.01969.x.

Frei, T. (1998). The effects of climate change in Switzerland 1969-1996 on airborne pollen quantities from hazel, birch and grass. Grana, Volume 37, Issue 3, 1998.

Frei, M., Kohno, Y., Tietze, S., Jekle, M., Hussein, M.A., Becker, T., Becker, K. (2012). The response of rice grain quality to ozone exposure during growth depends on ozone level and genotype. Environ Pollut. 2012 Apr;163:199-206. doi: 10.1016/j.envpol.2011.12.039.

Funari, E., Scardala, S., Testai, E. (2008). Cianobatteri potenzialmente tossici: aspetti ecol ogici, metodologici e valutazione del rischio. Rapporti ISTISAN 08/6, 92 p.

Funari, E., Manganelli, M., Sinisi, L. (2012). Impacts of climate change on water borne diseases. Ann Ist Super Sanità. 48(4):473-487, DOI: 10.4415/ANN_12_04_13.

Galán, I., Tobías, A., Banegas, J.R., Aránguez, E. (2003). Short-term effects of air pollution on daily asthma emergency room admissions. European Respiratory Journal 22(5):802-808.

Galán, C., García-Mozo, H., Vázquez, L., Ruiz, L., de la Guardia, C.D., Trigo, M.M. (2005). Heat requirement for the onset of the Olea europaea L. pollen season in several sites in Andalusia and the effect of the expected future climate change. Int J Biometeorol. 2005 Jan;49(3):184-8. Epub 2004 Jul 27.

Garcia-Mozo, H., Galán, C., Jato, V., Belmonte, J., de la Guardia, C., Fernandez, D., Gutierrez, M., Aira, M., Roure, J., Ruiz, L., Trigo, M., Dominguez-Vilches, E. (2006). Quercus pollen season dynamics in the Iberian peninsula: response to meteorological parameters and possible consequences of climate change. Ann Agric Environ Med. 2006;13(2):209-24.

Grievink, J.W. (2003). The changing face of the global food industry. OECD conference on changing dimensions of the food economy: exploring the policy issues, The Hague, 6 February 2003, webdomino1.oecd.org/comnet/agr/foodeco.nsf/viewHtml/index/$FILE/GrievinkPPT.pdf.

Guo, H., Tian, R., Zhu, J., Zhou, H., Pei, D., Wang, X. (2012). Combined cadmium and elevated ozone affect concentrations of cadmium and antioxidant systems in wheat under fully open-air conditions. Journal of Hazardous Materials, Volumes 209–210, 30 March 2012, Pag 27-3.

Hall, G.V., D'Souza, R.M., Kirk, M.D. (2002). Foodborne disease in the new millennium: out of the frying pan and into the fire? MJA, 177: 614-618.

Hansen, A., Bi, P., Ryan, P., Nitschke, M., Pisaniello, D. Tuckeret, G. (2008). The effect of heat waves on hospital admissions for renal disease in a temperate city in Australia. Int J Epidemiol 2008;37(6):1359-65.

Högy, P., Poll, C., Marhan, S., Kandeler, E., Fangmeier, A. (2013). Impacts of temperature increase and change in precipitation pattern on crop yield and yield quality of barley. Food Chemistry, Volume 136, Issues 3-4, 15 February 2013, Pages 1470-1477.

Ingram, J.S.I, Gregory, P.J, Brklacich, M. (Eds.) (2005). GECAFS science plan and implementation strategy. ESSp report, Wallingford. vol. 2. 2005. p. 36.

Institute of Medicine - . Committee on the Effect of Climate Change on Indoor Air Quality and Public Health (2011). Climate Change, the Indoor Environment, and Health. Washington, DC: The National Academies Press, 2011.

ISPRA, 2012. Ostreopsis cf ovata lungo le coste italiane: monitoraggio 2011.. Rapporti 173/2012.

Jones, A.M., Harrison, R.M. (2004). The effects of metereological factors on atmospheric bioareosol concentration- a review. Sci Total Environ 2004;326:151-80.

Johnson, H., Kovats, S., McGregor, G., Stedman, J., Gibbs, M., Walton, H. (2005). The impact of the 2003 heat wave on daily mortality in England and Wales and the use of rapid weekly mortality estimates. Eurosurveillance, Volume 10, Issue 7, 01 July 2005.

Jörres, R., Nowak, D., Magnussen, H. (1996). The effect of ozone exposure on allergen responsiveness in subjects with asthma or rhinitis. Am J Respir Crit Care Med. Jan;153(1):56-64, 1996.

Keatinge, W.R., Coleshaw, S.R., Cotter, F., Mattock, M., Murphy, M., Chelliah, R. (1984). Increases in platelet and red-cell counts, blood-viscosity, and arterial-pressure during mild surface cooling-factors in mortality from coronary and cerebral thrombosis in winter. British Medical Journal 289(6456): 1405-1408(1984).

King, B.J., Monis, P.T. (2007). Critical processes affecting Cryptosporidium oocyst survival in the environment. Parasitology. 2007 Mar;134(Pt 3):309-23. Epub 2006 Nov 13.

Knowlton, K., Rotkin-Ellman, M., King, G., Margolis, H.G., Smith, D., Solomon, G., Trent, R., English, P. (2009). The 2006 California heat wave: impacts on hospitalizations and emergency department visits. Environ Health Perspect;117(1):61-7, 2009.

La Rosa, G., Fratini, M., Spuri Vennarucci, V., Guercio, A., Purpari, G., Muscillo, M. (2012). GIV noroviruses and other enteric viruses in bivalves: a preliminary study. New Microbiol. 2012 Jan;35(1):27-34. Epub 2012 Jan 10.

Lipp, E.K., Huq, A., Colwell, R.R. (2002). Effects of global climate on infectious disease: the cholera model. Clin Microbiol Rev 15(4):757-70.

Lowe, D., Ebi, K.L., Forsberg, B. (2013). Factors Increasing Vulnerability to Health Effects before, during and after Floods. Int J Environ Res Public Health. Dec 2013; 10(12): 7015–7067.

Lucentini, L., Ottaviani, M., Gruppo nazionale per la gestione del rischio cianobatteri in acque destinate a consumo umano, (ed.) (2011a). Cianobatteri in acque destinate al consumo umano. Stato delle conoscenze per la valutazione del rischio. Volume 1. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2011. (Rapporti ISTISAN 11/35 Pt 1).

Lucentini, L., Ottaviani, M., Gruppo nazionale per la gestione del rischio cianobatteri in acque destinate a consumo umano, (ed.) (2011b). Cianobatteri in acque destinate a consumo umano. Linee guida per la gestione del rischio. Volume 2. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2011. (Rapporti ISTISAN 11/35 Pt 2).

Manganelli, M., Scardala, S., Stefanelli, M., Palazzo, F., Funari, E., Vichi, S., Buratti, F.M., Testai, E. (2012). Emerging health issues of cyanobacterial blooms. Ann Ist Super Sanità 48(4):415, 2012.

Maroli, M., Feliciangeli, M.D., Bichaud, L., Charrel, R.N., Gradoni, L. (2012). Phlebotomine sandflies and the spreading of leishmaniases and other diseases of public health concern.. Med Vet Entomol. 2012 Aug 27. doi: 10.1111/j.1365-2915.2012.01034.x.

Maroli, M., Rossi, L., Baldelli, R., Capelli, G., Ferroglio, E., Genchi, C., Gramicci, M., Mortarino, M., Pietrobelli, M., Gradoni, L. (2008). The northward spread of leishmaniasis in Italy: evidence from retrospective and ongoing studies on the canine reservoir and phlebotomine vectors. Tropical Medicine and International Health: volume 13 no 2 pp 256-264 february 2008.

Ministero della Salute - DGPRE del 12 giugno 2012 Circolare"Sorveglianza dei casi umani delle malattie trasmesse da vettori con particolare riferimento alla Chikungunya, Dengue e West Nile Disease - Aggiornamento 2012"

Ministero della Salute (2006). Linee guida per preparare piani di sorveglianza e risposta verso gli effetti sulla salute di ondate di calore anomalo - 28 giugno 2006.

MATTM (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare) (2010). Strategia Nazionale per la Biodiversità, MATTM - Roma.

O'Neil, J.M., Davisb, T.W., Burfordb, M.A., Goblerc, C.J. (2012). The Rise of harmful cyanobacteria blooms:The Potential roles of eutrophication and climate change. Harmful Algae 14 (2012) 313–334, Elsevier Ed, 2012.

Ottaviani, D., Leoni, F., Serra, R., Serracca, L., Decastelli, L., Rocchegiani, E., Masini, L., Canonico, C., Talevi, G., Carraturo, A. (2010). Nontoxigenic Vibrio parahaemolyticus Strains Causing Acute Gastroenteritis. Diagn Microbiol Infect Dis 66: 452-455.

Pan, W.H., Li, L.A., Tsai, M.J. (1995). Temperature extremes and mortality from coronary heart disease and cerebral infarction in elderly Chinese. Lancet 345: 353-355 (1995).

Pecorari, M., Longo, G., Gennari, W., Grottola, A., Sabbatini, A.M.T., Tagliazucchi, S., Savini, G., Monaco, F., Simone, M.L., Lelli, R., Rumpianesi, F. (2009). First human case of Usutu virus neuro invasive infection, Italy, August-Sept, 2009. Eurosurveillance, Volume 14, Issue 50, 17 December 2009.

Piro, R., Biancardi, A. (2010). Micotossine. PIZ 5/10, IZSLER - Ottobre 2010. IZS Lombardia ed Emilia Romagna.

Rasmussen, A. (2002). The effects of climate change on the birch pollen season in Denmark. Aerobiologia, September 2002, Volume 18, Issue 3-4, pp 253-265.

Regione Emilia-Romagna (2012)- Assessorato Politiche per la salute ". Epidemiologia delle Malattie Trasmesse da Alimenti in Emilia-Romagna-Aggiornamento al 2010" Rapporto , marzo 2012.

Ren, C., Williams, G.M., Morawska, L., Mengersen, K., Tong, S. (2008). Ozone modifies associations between temperature and cardiovascular mortality: analysis of the NMMAPS data. Occup Environ Med. Apr;65(4):255-60. 2008.

Ren, C., O'Neill, M.S., Park, S.K., Sparrow, D., Vokonas, P., Schwartz, J. (2011). Ambient Temperature, Air Pollution, and Heart Rate Variability in an Aging. Epidemiol. 2011 May 1;173(9):1013-21. doi: 10.1093/aje/kwq477. Epub 2011 Mar 8.

Rezza, G., Nicoletti, L., Angelini, R., Romi, R., Finarelli, A.C., Panning, M., Cordioli, P., Fortuna, C., Boros, S., Magurano, F., Silvi, G., Angelini, P., Dottori, M., Ciufolini, M.G., Majori, G.C., Cassone, A.; CHIKV study group (2007). Infection with chikungunya virus in Italy: an outbreak in a temperate region. Lancet. 2007 Dec 1;370(9602):1840-46.

Rogers, C., Wayne, P.M., Macklin, E.A., Muilenberg, M.L., Wagner, C.J., Epstein, P.R. and Bazzaz, F. (2006). Interaction of the onset of spring and elevated atmospheric CO2 on ragweed (Ambrosia artemisiifolia L.) pollen production. Environmental Health Perspectives 114, 865-869, 2006.

Romi R. (2010). Arthropod borne diseases in Italy: from a neglected matter to an emerging health problem. Annali dell'Istituto Superiore di Sanità 2010;46(04):436-443.

Romi, R., Boccolini, D., Menegon, M., Rezza, G. (2012b). Probable autochthonous introduced malaria cases in Italy in 2009-2011 and the risk of local vector-borne transmission. Eurosurveillance, Volume 17, Issue 48, 29 November 2012.

Romi, R., Boccolini, D., Vallorani, R., Severini, F., Toma, L., Cocchi, M., Tamburro, A., Messeri, G., Crisci, A., Angeli, L., Costantini, R., Raffaelli, I., Pontuale, G., Thiery, I., Landier, A., Le Goff, G., Fausto, A.M., Di Luca, M. (2012a). Assessment of the risk ofmalaria re-introduction in the Maremma Plain (Central Italy) using a multi-factorial approach. Malaria Journal 2012 (a), 11: (98).

Romi, R., Toma, L., Severini, F., Di Luca, M. (2009). Twenty years of presence of Aedes albopictus in Italy: from the annoying pest mosquito to the real disease vector. European infectious disease .2009;2(2):98-101.

Sarno, G., Maio, S., Simoni, M., Baldacci, S., Cerrai, S., Viegi, G., a nome del Gruppo collaborativo progetto EpiAir2 (a cura di) (2013). Inquinamento atmosferico e salute umana. Epidemiol Prev 2013; 37(4-5) suppl 2: 1-863.

Scarinzi C., Alessandrini, E.R., Chiusolo, M., Galassi, G., Baldini, M., … Gruppo collaborativo progetto EpiAir2 (2013). Inquinamento atmosferico e ricoveri ospedalieri urgenti in 25 città italiane: risultati del progetto EpiAir2. Epidemiol Prev 2013; 37(4-5):230-241, luglio-ottobre 2013 ;

Scavia, G., et al. (2009). In: Scavia G et al (Ed.). V Workshop Nazionale di Epidemiologia Veterinaria. Torino, 10-11 dicembre 2009. Riassunti. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2009 (ISTISAN Congressi 09/C13).

Schifano, P., Leone, M., De Sario, M., de'Donato, F., Bargagli, A.M., D'Ippoliti, D., Marino, C., Michelozzi, P. (2012). Changes in the effects of heat on mortality among the elderly from 1998-2010: results from a multicenter time series study in Italy. Environ Health. 2012 Sep 3;11(1):58.

Semenza J.C., Domanović D. (2013). Blood supply under threat. Nature Climate Change 3,432–435 (2013).

Semenza, J.C., Menne, B. (2009). Climate change and infectious diseases in Europe. Lancet Infect Dis 2009; 9: 365-75.

Serracca, L., Battistini, R., Rossini, I., Prearo, M., Ottaviani, D., Leoni, F., Ercolini, C. (2011). Vibrio virulence genes in fishes collected from estuarine waters in Italy. Lett Appl Microbiol 53: 403-408.

Sinisi, L., Aertgeets, R. (2011). Guidance on Water Supply and Sanitation In Extreme Weather Events, 2011. WHO Euro & UN-ECE http://www.unece.org/env/water/whmop2/WHO_Guidance_EWE_Final_draft_web_opt.pdf.

Spieksma, F. Th. M., Emberlin, J. C., Hjelmroos, M., Jäger, M. & Leuschner, R. M. (1995). Atmospheric birch (Betula) pollen in Europe: Trends and fluctuations in annual quantities and the starting dates of the seasons. Grana 1995;34:51-7 96 (1):86-91.

Stach, A., Emberlin, J., Smith, M., Adams-Groom, B. and Myszkowska, D. (2008). Factors that determine the severity of Betula spp. pollen seasons in Poland (Poznan and Krakow) and the United Kingdom (Worcester and London). International Journal of Biometeorology 52, 311-321.

Stanke, C., Murray, V., Amlôt, R., Nurse, J., Williams, R. (2012). The Effects of Flooding on Mental Health: Outcomes and Recommendations from a Review of the Literature. PLOS Current Disasters, May 30, 2012.

Tirado, C., Schmidt, K. (2001). WHO surveillance programme for control of foodborne infections and intoxications: preliminary results and trends across greater Europe. J Infect. 2001;43(1):80-4.

Tirado, M.C., Clarke, R., Jaykus, L.A., McQuatters-Gollop, A., Franke, J.M. (2010). Climate change and food safety: A review. Food Research International Volume 43, Issue 7, August 2010, Pages 1745–1765.

Toma, L., Cipriani, M., Goffredo, M., Romi, R., Lelli, R. (2008). First report on entomological field activities for the surveillance of West Nile disease in Italy. Vet Ital. 2008 Jul-Sep;44(3):483-97, 499-512.

Toma, L., Di Luca, M., Severini, F., Boccolini, D., Romi, R. (2011). Aedes aegypti: risk of introduction in Italy and strategy to detect the possible re-introduction. Veterinaria italiana 2011;23:18-26.

Tubaro, A., Durando, P. , Del Favero, G., Ansaldi, F., Icardi, G., Deeds, J.R., Sosa, S. (2011). Case definitions for human poisonings postulated to palytoxins exposure. Toxicon. 2011 Mar 1;57(3):478-95. doi: 10.1016/j.toxicon.2011.01.005. Epub 2011 Jan 19.

U.S. CDC: West Nile Virus and Other Arboviral Diseases — Morbidity and Mortality Weekly Report , Vol. 62, n.25, June 2013 , http://www.cdc.gov/mmwr/pdf/wk/mm6225.pdf

Vezzulli, L., Brettar, I., Pezzati, E., Reid, P.C., Colwell, R.R, Höfle, M.G. and Pruzzo, C. (2012). Long-term effects of ocean warming on the prokaryotic community: evidence from the vibrios", The ISME Journal (2012) 6, 21–30; doi:10.1038/ismej.2011.89.

Villeneuve, P.J., Chen, L., Rowe, B.H., Coates, F. (2007). Outdoor air pollution and emergency department visits for asthma among children and adults: a case-crossover study in northern Alberta, Canada. Environmental Health 6:40. doi:10.1186/1476-069X-6-40, 2007.

Wan, S., Yuan, T., Bowdish, S., Wallace, L., Russell, S.D., Luo, Y. (2002). Response of an allergenic species, Ambrosia psilostachya Allergic Disease and Climate Change 469 (Asteraceae), to experimental warming and clipping: implications for public health. American Journal of Botany 89(11):1843-1846.

Wanga, Y., Frei, M., Song, Q., Yang, L. (2011). The impact of atmospheric CO2 concentration enrichment on rice quality - A research review. Acta Ecologica Sinica Volume 31, Issue 6, December 2011, Pages 277-282.

WHO Euro (World Health Organization Regional Office for Europe) (2009). Guidelines for indoor air quality: dampness and mould, http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43325/E92645.pdf.

WHO Euro (World Health Organization Regional Office for Europe) (2010). Guidelines for indoor air quality: selected pollutants, http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0009/128169/e94535.pdf.

WHO Euro (World Health Organization Regional Office for Europe) (2011). Public health advice on preventing health effects of heat, http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0007/147265/Heat_information_sheet.pdf.

Zanini, B., Ricci, C., Bandera, F., Caselani, F., Magni, A., Laronga, A.M., Lanzini, A.; San Felice del Benaco Study Investigators (2012). Incidence of Post-Infectious Irritable Bowel Syndrome and Functional Intestinal Disorders Following a Water-Borne Viral Gastroenteritis Outbreak. Am J Gastroenterol 2012; 107:891-899.

Ziello, C., Sparks, T.H., Estrella, N., Belmonte, J., Bergmann, K.C., .., Menzel, A. (2012). Changes to Airborne Pollen Counts across Europe. PLoS ONE, April 2012, Volume 7, Issue 4.

Ziska, L., Gebhard, D., Frenz, D.A., Faulkner, S., Singer, B.D., Straka, J.G. (2003). Cities as harbingers of climate change: common ragweed, urbanization, and public health. The Journal of Allergy and Clinical Immunology 111(2):290-295.

INDICE CONTRIBUTI TECNICI DI ALTRI SETTORI:

Il documento completo è disponibile on line sul sito del Ministero dell'Ambiente

http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/clima/snacc_2014_rapporto_stato_conoscenze.pdf

Vulnerabilità climatica presente e passata

Coordinatore: ***Franco Desiato*** (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale).

Gruppo di lavoro: ***Vincenzo Artale*** (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile), ***Michele Brunetti*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima), ***Sandro Carniel*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Scienze Marine), ***Guido Fioravanti*** (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), ***Maurizio Maugeri*** (Università degli Studi di Milano), ***Valentina Pavan*** (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente dell'Emilia-Romagna) ***Claudia Simolo*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima), ***Andrea Toreti*** (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale / Justus Liebig-Universität Gießen).

Revisore esterno: ***Marina Baldi*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Biometeorologia).

Variabilità climatica futura

Coordinatore: ***Silvio Gualdi*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).

Gruppo di lavoro: ***Vincenzo Artale*** (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile), ***Sandro Carniel*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Scienze Marine), ***Filippo Giorgi*** (Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics), ***Piero Lionello*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Università del Salento), ***Antonio Navarra*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), ***Valentina Pavan*** (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente dell'Emilia-Romagna), ***Antonello Provenzale*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima), ***Paolo Ruti*** (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile), ***Rodica Tomozeiu*** (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente dell'Emilia-Romagna).

Revisore esterno: ***Alessandra Giannini*** (International Research Institute for Climate and Society – Columbia University).

Risorse idriche

Coordinatori: ***Carlo Giupponi*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Fondazione Eni Enrico Mattei / Università Ca' Foscari di Venezia), ***Michele Vurro*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca sulle Acque).

Gruppo di lavoro: ***Diego Copetti*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca sulle Acque), ***Monica Garnier*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca sulle Acque), ***Raffaele Giordano*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca sulle Acque), ***Anna Luise*** (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), ***Tommaso Moramarco*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica), ***Ivan Portoghese*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca sulle Acque), ***Elisabetta Preziosi*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca sulle Acque), ***Emanuele Romano*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca sulle Acque), ***Maurizio Sciortino*** (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile), ***Gianni Tartari*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca sulle Acque), ***Pierluigi Viaroli*** (Università degli Studi di Parma), ***Raffaella Zucaro*** (Istituto Nazionale di Economia Agraria).

Revisore esterno: ***Guido Bazzani*** (Centro Nazionale delle Ricerche - Istituto di Biometeorologia).

Desertificazione, degrado del territorio e siccità

Coordinatori: ***Maurizio Sciortino*** (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile), ***Anna Luise*** (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale).

Gruppo di lavoro: ***Valentina Bacciu*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Università degli Studi di Sassari), ***Mauro Centritto*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree), ***Marco di Leginio*** (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), ***Paolo Fiorucci*** (Fondazione CIMA), ***Carlo Giupponi*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Fondazione Eni Enrico Mattei / Università Ca' Foscari di Venezia), ***Luca Montanarella*** (Joint Research Centre della Commissione Europea), ***Marcello Pagliai*** (Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura - Centro di ricerca per l'agrobiologia e la pedologia), ***Giovanni Quaranta*** (Università degli Studi della Basilicata), ***Rosanna Salvia*** (Fondazione MEDES), ***Ivan Portoghese*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca sulle Acque), ***Donatella Spano*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Università degli Studi di Sassari), ***Michele Vurro*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca sulle Acque).

Revisori esterni: ***Giuseppe Enne*** **(**DesertNet International), ***Pandi Zdruli*** (Istituto Agronomico Mediterraneo Bari).

Dissesto idrogeologico

Coordinatori: ***Fausto Guzzetti*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica), ***Alberto Montanari*** (Università di Bologna), ***Roberto Rudari*** (Fondazione CIMA).

Gruppo di lavoro: ***Renata Archetti*** (Università di Bologna), ***Francesco Bosello*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Fondazione Eni Enrico Mattei / Università degli Studi di Milano), ***Alessio Capriolo*** (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), ***Fabio Castelli*** (Università degli Studi di Firenze), ***Marta Chiarle*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica), ***Pierluigi Claps*** (Politecnico di Torino), ***Carlo Giupponi*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Fondazione Eni Enrico Mattei / Università Ca' Foscari di Venezia), ***Paola Mercogliano*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Centro Italiano Ricerche Aerospaziali), ***Mario Parise*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica), ***Marco Pizziolo*** (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente dell'Emilia-Romagna), ***Guido Rianna*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Centro Italiano Ricerche Aerospaziali), ***Renzo Rosso*** (Politecnico di Milano), ***Paola Salvati*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica), ***Pierluigi Viaroli*** (Università degli Studi di Parma), ***Michele Vurro*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca sulle Acque), ***Marco Zavatarelli*** (Università di Bologna).

Revisori esterni: ***Francesco Laio*** (Politecnico di Torino), ***Salvatore Grimaldi*** (Università degli Studi della Tuscia).

Ecosistemi terrestri

Coordinatore: ***Marino Gatto*** (Politecnico di Milano).

Gruppo di lavoro: ***Nicoletta Cannone*** (Università degli Studi dell'Insubria), ***Renato Casagrandi*** (Politecnico di Milano), ***Emilio Padoa-Schioppa*** **(**Università degli Studi di Milano-Bicocca), ***Juan Terradez Mas*** (Fondazione Lombardia per l'Ambiente), ***Antonio Ballarin Denti*** (Università Cattolica del Sacro Cuore / Fondazione Lombardia per l'Ambiente), ***Anna Bonardi*** (Università degli Studi di Milano-Bicocca), ***Giulio De Leo*** (Stanford University / Università degli Studi di Parma), ***Gentile Francesco Ficetola*** (Università degli Studi di Milano-Bicocca), ***Giulia Fiorese*** (Joint Research Centre della Commissione Europea), ***Mita Lapi*** (Fondazione Lombardia per l'Ambiente), ***Francesco Malfasi*** (Università degli Studi dell'Insubria), ***Marisa Rossetto*** (Politecnico di Milano).

Revisori esterni: ***Giuseppe Bogliani*** (Università degli Studi di Pavia), ***Maurizia Gandini*** (Museo delle Scienze di Trento).

Ecosistemi marini

Coordinatore: ***Roberto Danovaro*** (Università Politecnica delle Marche).

Gruppo di lavoro: ***Lisandro Benedetti-Cecchi*** (Università degli Studi di Pisa), ***Maria Cristina Buia*** (Stazione Zoologica Anton Dohrn di Napoli), ***Carlo Cerrano*** (Università Politecnica delle Marche), ***Cinzia Corinaldesi*** (Università Politecnica delle Marche), ***Serena Fonda*** (Università degli Studi di Trieste), ***Simona Fraschetti*** (Università del Salento), ***Cristina Gambi*** (Università Politecnica delle Marche), ***Michele Mistri*** (Università degli Studi di Ferrara), ***Paolo Montagna*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto di Scienze Marine), ***Cristina Munari*** (Università degli Studi di Ferrara), ***Anna Occhipinti-Ambrogi*** (Università degli Studi di Pavia), ***Antonio Pusceddu*** (Università Politecnica delle Marche), ***Gianluca Sarà*** (Università degli Studi di Palermo), ***Adriana Zingone*** (Stazione Zoologica Anton Dohrn di Napoli).

Revisore esterno: ***Ferdinando Boero*** (Università del Salento).

Ecosistemi di acque interne e di transizione

Coordinatore: ***Pierluigi Viaroli*** (Università degli Studi di Parma).

Gruppo di lavoro: ***Alberto Basset*** (Università del Salento), ***Marco Bartoli*** (Università degli Studi di Parma), ***Angela Boggero*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per lo Studio degli Ecosistemi), ***Marco Cantonati*** (Museo delle Scienze di Trento, Sezione di Limnologia e Algologia), ***Marzia Ciampittiello*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per lo Studio degli Ecosistemi), ***Diego Fontaneto*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per lo Studio degli Ecosistemi), ***Diana Galassi*** (Università degli Studi dell'Aquila), ***Piero Guilizzoni*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per lo Studio degli Ecosistemi), ***Massimo Lorenzoni*** (Università degli Studi di Perugia), ***Alessandro Ludovisi*** (Università degli Studi di Perugia), ***Antonella Luglié*** (Università degli Studi di Sassari), ***Paolo Magni*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per l'Ambiente Marino Costiero), ***Marina Manca*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per lo Studio degli Ecosistemi), ***Giuseppe Morabito*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per lo Studio degli Ecosistemi), ***Luigi Naselli Flores*** (Università degli Studi di Palermo), ***Bachisio Mario Padedda*** (Università degli Studi di Sassari), ***Nicoletta Riccardi*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per lo Studio degli Ecosistemi), ***Michela Rogora*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per lo Studio degli Ecosistemi), ***Giampaolo Rossetti*** (Università degli Studi di Parma), ***Loreto Rossi*** (Università di Roma Sapienza), ***Nico Salmaso*** (Fondazione Edmund Mach - Istituto Agrario di San Michele), ***Nicola Sechi*** (Università degli Studi di Sassari), ***Fabio Stoch*** (Università degli Studi dell'Aquila), ***Davide Tagliapietra*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Scienze Marine), ***Pietro Volta*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per lo Studio degli Ecosistemi).

Revisore esterno: ***Anna Occhipinti*** (Università degli Studi di Pavia).

Salute

Coordinatore: ***Luciana Sinisi*** (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale).

Gruppo di lavoro: ***Francesca De Maio*** (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), ***Annamaria De Martino*** (Ministero della Salute), ***Anna Maria Fausto*** (Università degli Studi della Tuscia), ***Luca Lucentini*** (Istituto Superiore di Sanità), ***Maura Manganelli*** (Istituto Superiore di Sanità), ***Roberto Romi*** (Istituto Superiore di Sanità), ***Jessica Tuscano*** (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale); ***Francesco Cuccaro*** (Azienda Sanitaria Locale di Barletta-Andria-Trani), ***Alessandra Marani*** (Sapienza- Università di Roma), ***Davide Renzi*** (Sapienza - Università di Roma), ***Remo Rosati*** (Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Regioni Lazio e Toscana), ***Gianfranco Tarsitani*** (Sapienza - Università di Roma).

Revisore esterno: ***Giorgio Assennato*** (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Puglia).

Foreste

Coordinatori: ***Riccardo Valentini*** (Università degli Studi della Tuscia / Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici), ***Maria Vincenza Chiriacò*** (Università degli Studi della Tuscia).

Gruppo di lavoro: ***Valentina Bacciu*** (Università degli Studi di Sassari / Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici)**,** ***Anna Barbati*** (Università degli Studi della Tuscia)**,** ***Marco Borghetti*** (Università degli Studi della Basilicata), ***Francesco Bosello*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Fondazione Eni Enrico Mattei / Università degli Studi di Milano)**,** ***Piermaria Corona*** (Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura), ***Carlo Giupponi*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Fondazione Eni Enrico Mattei / Università Ca' Foscari di Venezia), ***Salvatore Grimaldi*** (Università degli Studi della Tuscia), ***Tommaso La Mantia*** (Università degli Studi di Palermo), ***Paolo Menozzi*** (Università degli Studi di Parma), ***Lucia Perugini*** (Università degli Studi della Tuscia), ***Davide Pettenella*** (Università degli Studi di Padova), ***Andrea Piotti*** (Università degli Studi di Parma), ***Raoul Romano*** (Istituto Nazionale di Economia Agraria - Osservatorio Foreste), ***Cristina Rulli*** (Politecnico di Milano), ***Michele Salis*** (Università degli Studi di Sassari / Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici), ***Giuseppe Scarascia Mugnozza*** (Università degli Studi della Tuscia)**,** ***Donatella Spano*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Università degli Studi di Sassari), ***Dario Vespertino*** (Università degli Studi della Tuscia).

Revisori esterni: Tommaso Anfodillo (Università degli Studi di Padova), ***Renzo Motta*** (Università degli Studi di Torino).

Agricoltura e produzione alimentare

Coordinatore: ***Marco Bindi*** (Università degli Studi di Firenze)

Gruppo di lavoro: ***Guido Bonati*** (Istituto Nazionale di Economia Agraria), ***Lorenzo Brilli*** (Università degli Studi di Firenze), ***Francesco Bosello*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Fondazione Eni Enrico Mattei / Università degli Studi di Milano)**,** ***Fabio Eboli*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Fondazione Eni Enrico Mattei / Università Ca' Foscari di Venezia), ***Roberto Ferrise*** (Università degli Studi di Firenze)**,** ***Carlo Giupponi*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Fondazione Eni Enrico Mattei / Università Ca' Foscari di Venezia) ***Nicola Lacetera*** (Università degli Studi della Tuscia), ***Valentina Mereu*** (Università degli Studi di Sassari), ***Franco Miglietta*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Biometeorologia)**,** ***Marco Moriondo*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Biometeorologia), ***Pier Paolo Roggero*** (Università degli Studi di Sassari), ***Donatella Spano*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Università degli Studi di Sassari), ***Domenico Ventrella*** (Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura).

Revisore esterno: ***Marco Acutis*** (Università degli Studi di Milano).

Pesca marittima

Coordinatore: ***Otello Giovanardi*** (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale).

Gruppo di lavoro: ***Tomaso Fortibuoni*** (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), ***Simone Libralato*** (Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale), ***Fabio Pranovi*** (Università Ca' Foscari di Venezia), ***Michele Romanelli*** (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), ***Alberto Santojanni*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Scienze Marine).

Revisore esterno: ***Giuseppe Scarcella*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Scienze Marine).

Acquacoltura

Coordinatore: ***Giovanna Marino*** (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale).

Gruppo di lavoro: ***Patrizia Di Marco*** (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), ***Alessandro Longobardi*** (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale)**,** ***Fabio Massa*** (Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura – Commissione Generale della Pesca per il Mediterraneo), ***Giuseppe Prioli*** (Associazione Mediterranea Acquacoltori).

Revisore esterno: ***David Fezzardi*** (Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura).

Energia

Coordinatore: ***Domenico Gaudioso*** (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale).

Gruppo di lavoro: ***Francesco Apadula*** (Ricerca sul Sistema Energetico), ***Paola Faggian*** (Ricerca sul Sistema Energetico), ***Sergio La Motta*** (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile), ***Stefano Maran*** (Ricerca sul Sistema Energetico), ***Paolo Ruti*** (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile), ***Michela Volonterio*** (Ricerca sul Sistema Energetico).

Revisore esterno: ***Piero Pelizzaro*** (Kyoto Club).

Zone costiere

Coordinatore: ***Marco Zavatarelli*** (Università di Bologna).

Gruppo di lavoro: ***Fabrizio Antonioli*** (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile), ***Renata Archetti*** (Università di Bologna), ***Francesco Bosello*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Fondazione Eni Enrico Mattei / Università degli Studi di Milano), ***Margaretha Breil*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Fondazione Eni Enrico Mattei), ***Andrea Critto*** (Università Ca' Foscari di Venezia / Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici), ***Carla Rita Ferrari*** (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente dell'Emilia-Romagna), ***Antonio Marcomini*** (Università Ca' Foscari di Venezia / Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici), ***Sergio Silenzi*** (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), ***Greta Tellarini*** (Università di Bologna), ***Silvia Torresan*** (Università Ca' Foscari di Venezia / Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici).

Revisori esterni: ***Attilio Rinaldi*** (Fondazione Centro Ricerche Marine).

Turismo

Coordinatore: ***Andrea Bigano*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Fondazione Eni Enrico Mattei).

Gruppo di lavoro: ***Francesco Bosello*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Fondazione Eni Enrico Mattei / Università degli Studi di Milano), ***Mariaester Cassinelli*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Fondazione Eni Enrico Mattei), ***Alessandro Lanza*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici), ***Mara Manente*** (Centro Internazionale di Studi sull'Economia Turistica), ***Juan Terradez Mas*** (Fondazione Lombardia per l'Ambiente).

Revisori esterni: ***Roberto Cellini*** (Università degli Studi di Catania), ***Lionello Franco Punzo*** (Università degli Studi di Siena).

Insediamenti urbani

Coordinatore: ***Andrea Filpa*** (Università degli Studi Roma Tre).

Gruppo di lavoro: ***Flavio Borfecchia*** (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile), ***Margaretha Breil*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Fondazione Eni Enrico Mattei), ***Sergio Castellari*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), ***Alessandro Dettori*** (Università di Sassari), ***Serena Marras*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Università di Sassari), ***Simone Ombuen*** (Università degli Studi Roma Tre), ***Maurizio Pollino*** (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile), ***Donatella Spano*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Università degli Studi di Sassari).

Revisori esterni: ***Francesco Musco*** (Università IUAV di Venezia), ***Michele Talia*** (Università degli Studi di Camerino).

Patrimonio culturale

Coordinatore: ***Cristina Sabbioni*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima).

Gruppo di lavoro: ***Alessandra Bonazza*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche-Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima), ***Giulia Caneva*** (Università degli Studi Roma Tre), ***Annamaria Giovagnoli*** (Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo - Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro), ***Elisabetta Giani*** (Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo - Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro).

Revisore esterno: ***Elisabetta Zendri*** (Università Ca' Foscari di Venezia).

Trasporti e infrastrutture

Coordinatore: ***Domenico Gaudioso*** (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale).

Gruppo di lavoro: ***Lorenzo Barbieri*** (Università degli Studi Roma Tre).

Revisore esterno: ***Stefano Caserini*** (Politecnico di Milano).

Industrie pericolose e infrastrutture

Coordinatore: ***Alberto Ricchiuti*** (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale).

Gruppo di lavoro: --

Revisori esterni: --

Area alpina e appenninica

Coordinatori: ***Antonio Ballarin Denti*** (Università Cattolica del Sacro Cuore / Fondazione Lombardia per l'Ambiente), ***Mita Lapi*** (Fondazione Lombardia per l'Ambiente).

Gruppo di lavoro: ***Marco Bindi*** (Università degli Studi di Firenze), ***Luca Cetara*** (Accademia Europea di Bolzano), ***Giulio De Leo*** (Stanford University / Università degli Studi di Parma), ***Marino Gatto*** (Politecnico di Milano), ***Franco Miglietta*** (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Biometeorologia), ***Marisa Rossetto*** (Politecnico di Milano), ***Claudio Smiraglia*** (Università degli Studi di Milano), ***Juan Terradez Mas*** (Fondazione Lombardia per l'Ambiente), ***Pierluigi Viaroli*** (Università degli Studi di Parma).

Revisori esterni: ***Marcello Petitta*** (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile), ***Riccardo Rigon*** (Università degli Studi di Trento).

Distretto idrografico del fiume Po

Coordinatori: ***Jaroslav Mysiak*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Fondazione Eni Enrico Mattei), ***Lorenzo Carrera*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Fondazione Eni Enrico Mattei).

Gruppo di lavoro: ***Cinzia Alessandrini*** (Agenzia Regionale per la Prevenzione e l´Ambiente dell´Emilia-Romagna), ***Mattia Amadio*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Fondazione Eni Enrico Mattei), ***Elisa Calliari*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Fondazione Eni Enrico Mattei), ***Maria De Salvo*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Fondazione Eni Enrico Mattei), ***Fabio Farinosi*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Fondazione Eni Enrico Mattei), ***Silvano Pecora*** (Agenzia Regionale per la Prevenzione e l´Ambiente dell´Emilia-Romagna), ***Francesco Puma*** (Autorità di Bacino del fiume Po), ***Silvia Santato*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Fondazione Eni Enrico Mattei), ***Claudia Vezzani*** (Autorità di Bacino del fiume Po).

Revisori esterni: --

Stime economiche degli impatti dei cambiamenti climatici e dell'adattamento in Italia

Coordinatori: ***Francesco Bosello*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Fondazione Eni Enrico Mattei / Università degli Studi di Milano)**.**

Gruppo di lavoro: ***Andrea Bigano*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Fondazione Eni Enrico Mattei), ***Alessio Capriolo*** (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), ***Fabio Eboli*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici / Fondazione Eni Enrico Mattei / Università Ca' Foscari di Venezia), ***Daniele Spizzichino*** (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale).

Revisori esterni: --

Si ringraziano per il supporto alla revisione interna generale: ***Silvia Medri, Lorella Reda, Melania Michetti, Eleonora Cogo*** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici).