

I riflessi del danno ambientale sulla salute umana

Criticità e prospettive della prova epidemiologica

Environmental damage and its consequences on human health

Critical Issues and perspectives of the epidemiologic evidence

STEFANO ZIRULIA

*Ricercatore di diritto penale nell'Università degli Studi di Milano
stefano.zirulia@unimi.it*

DELITTI AMBIENTALI,
OMICIDIO E LESIONI PERSONALI, EPIDEMIOLOGIA

ENVIRONMENTAL CRIMES,
HOMICIDE AND PERSONAL INJURY, EPIDEMIOLOGY

ABSTRACT

Il contributo affronta il tema dell'utilizzo di evidenze epidemiologiche ai fini della prova del nesso causale con riferimento alle offese alla salute ed alla vita tipizzate nei nuovi delitti ambientali introdotti nel codice penale dalla legge n. 68 del 2015. L'attenzione è focalizzata, in particolare, sugli artt. 452-ter (morte o lesioni come conseguenza del delitto di inquinamento ambientale) e 452-quater (disastro ambientale). Dopo avere fornito una serie di indicazioni di taglio esegetico, evidenziando al contempo i numerosi profili di criticità che contrassegnano tali disposizioni sotto il profilo del drafting legislativo e della dosimetria sanzionatoria, l'autore si sofferma sui profili probatori al metro delle misure epidemiologiche del "rischio relativo" e del "numero attribuibile", confrontandosi con le diverse posizioni che ad oggi si sono affacciate in dottrina e giungendo alla conclusione secondo cui tali misure possono, a certe condizioni, fornire evidenze utili ai fini della prova delle offese tipiche non solo dei delitti ambientali, ma anche delle fattispecie di omicidio e lesioni personali.

The paper deals with the use of epidemiological evidence for the purpose of proving the causal link between polluting conducts and the harm to human health, under the new environmental crimes introduced in the Italian penal code by law n. 68 of 2015. The attention is focused on articles 452-ter (death or personal injury as a result of the crime of environmental pollution) and 452-quater (environmental disaster) of the penal code. The author provides the interpretation of these provisions, pointing out several shortcomings related to their drafting and their penalties, and then addresses the issue of the relevance of the epidemiological measures of the "relative risk" and the "attributable number". This part of the paper takes into account the different positions that have emerged in legal doctrine and reaches the conclusion that such epidemiologic measures may, under certain conditions, provide evidence which is relevant not only for the proof of the environmental crimes, but also for the offences of homicide and personal injury.

SOMMARIO

1. *Victimless crimes?* – 2. Un caso di studio: l'aumento dell'incidenza di tumori polmonari nella popolazione del comune di "Alfa" esposta alle emissioni di una centrale termoelettrica a carbone. – 3. Nuovi delitti contro l'ambiente e offese ai beni giuridici personali. – 3.1. Morte o lesioni come conseguenza del delitto di inquinamento ambientale. – 3.2. Disastro ambientale. – 3.3. Conclusioni e linee di prosecuzione dell'indagine. – 4. L'evidenza epidemiologica tra delitti contro l'ambiente e delitti contro la persona. – 5. Precisazioni e questioni aperte in merito al contenuto probatorio delle evidenze epidemiologiche. – 5.1. Sulla necessità di studi epidemiologici condotti *ad hoc* (il caso del comune di "Beta"). – 5.2. Sull'utilizzabilità di studi epidemiologici innovativi (il caso del comune di "Gamma"). – 6. Conclusioni.

1.

Victimless crimes?

Tradizionalmente i reati ambientali vengono considerati "*victimless crimes*"¹. Si tratta di una convinzione fondata su due principali ragioni. La prima risiede nel fatto che, anche quando i danni all'ambiente si riflettono in danni alle persone, la ricostruzione dei nessi eziologici risulta particolarmente difficile, in considerazione della diffusione su vasta scala dei fattori di rischio, da un lato, e del carattere lungolatente e multifattoriale delle patologie che da essi derivano, dall'altro lato². La seconda ragione, collegata alla prima sul piano delle tecniche di tutela, discende dalla struttura e dall'oggettività di giuridica degli illeciti in esame: la tutela penale dell'ambiente e della sua salubrità è infatti per lo più realizzata in forma anticipata, attraverso reati pericolo astratto, imperniati sulla violazione di regole amministrative e dunque integrati da condotte assai distanti rispetto alla messa in pericolo, ed *a fortiori* rispetto alla lesione, di beni giuridici personali quali la vita e la salute umana³.

Eppure, la convinzione di trovarsi dinanzi a reati *senza vittime* è da respingere con decisione. Sul piano strettamente fattuale e scientifico, sono ormai incontestabili i dati relativi all'impatto che le aggressioni all'ambiente producono sulla salute umana⁴. Infatti, sebbene permangano difficoltà spesso insuperabili nella prova delle relazioni causali individuali, l'esistenza dei danni in termini di eccessi di morbilità e mortalità è spesso incontrovertibilmente dimostrata, a livello di popolazioni, da studi epidemiologici⁵. La crescente consapevolezza del problema, alimentata anche dagli stimoli provenienti dalla *environmental* o *green victimology*⁶, trova riscontro, anzitutto, nelle riflessioni della più recente dottrina penalistica, che sottolinea la necessità di estendere il ventaglio delle sanzioni penali in materia ambientale al fine di ri-

¹ Evidenziano tale convinzione, sottolineandone al contempo l'infondatezza, *ex multis* e nella letteratura più recente, SKINNIDER E., *Victims of Environmental Crime. Mapping the issues*, The International Centre for Criminal Law Reform and Criminal Justice Policy, Vancouver, 2011, 23; JARRELL M.L., OZYMY J., *Few and far between: understanding the role of the victim in federal environmental crime prosecutions in the United States*, in *Crime, Law and Social Change*, 2014, 61, 563; NATALI L., *Green criminology. Prospettive emergenti sui crimini ambientali*, Giappichelli, 2015, 81; STEFES C.H., GERMANI A.R., *Summary of Findings and the Way Forward*, in Sollund R., Stefes C.H., Germani A.R. (eds.), *Fighting Environmental Crime in Europe and Beyond*, Palgrave Macmillan, 2016, 224-225; FARMER A., FAURE M., VAGLIASINDI G.M., *Environmental Crime in Europe, State of Affairs and Future Perspectives*, in Id. (eds.), *Environmental Crime in Europe*, Hart Publish., 2017, 324.

² Cfr. PIRJATANNIEMI E., *Desperately Seeking Reason. New Directions for European Environmental Criminal Law*, in Wahlgren P. (ed.), *Scandinavian Studies in Law*, Vol. 54, *Criminal Law*, 2009, 417; SKINNIDER E., *Victims of Environmental Crime*, cit., 34-37, 41-42. Sul punto v. anche il [rapporto finale del progetto europeo EFFACE, Environmental Crime and the EU, 2016](#), 38. Nella dottrina penalistica italiana, le problematiche di accertamento del nesso causale rispetto ai c.d. rischi della postmodernità sono state approfondite, come è noto, soprattutto nelle opere di STELLA F., *Giustizia e modernità. La protezione dell'innocente e la tutela delle vittime*, III ed., Giuffrè, 2003 e PIERGALLINI C., *Danno da prodotto e responsabilità penale*, Giuffrè, 2004.

³ Cfr. SIRACUSA L., *La tutela penale dell'ambiente. Bene giuridico e tecniche di incriminazione*, Giuffrè, 2007, 87-93; CATENACCI M., *I reati ambientali e il principio di offensività*, in Catenacci M., Marconi G. (a cura di), *Temi di diritto penale dell'economia e dell'ambiente*, Giappichelli, 2009, 294-297; DE SANTIS G., *Diritto penale dell'ambiente. Un'ipotesi sistematica*, Giuffrè, 2012, 63-71; RUGA RIVA C., *Diritto penale dell'ambiente*, Giappichelli, 2016, 14-22.

⁴ Si vedano, ad esempio, le [pubblicazioni dell'Organizzazione Mondiale della Sanità](#) in tema di *Environmental burden of disease*, che stimano l'impatto dei rischi ambientali, compresi quelli derivanti da inquinamento, sulla salute umana; sempre a titolo esemplificativo, si vedano i [rapporti annuali dell'Agenzia Europea dell'Ambiente](#) aventi ad oggetto l'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla salute.

⁵ Per una recente rassegna di studi epidemiologici relativi agli effetti cancerogeni dall'inquinamento atmosferico, v. IARC ([International Agency for Research on Cancer](#)), *Outdoor Air Pollution, Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 109, Lyon, 2016*. La riflessione sviluppate nel presente contributo faranno riferimento ad uno studio epidemiologico (semplificato) sugli effetti cancerogeni del particolato (PM₁₀ e PM_{2.5}) che verrà illustrato *infra*, par. n. 2.

⁶ Cfr. WILLIAMS C., *An Environmental Victimology*, in Id. (ed.), *Environmental victims*, Earthscan, 1998, 6-14; NATALI L., *Green criminology*, cit., 78-84; HALL M., *Victims of Environmental Harm. Rights, recognition and redress under national and international law*, Routledge, 2013, 30; JARRELL M.L., OZYMY J., *Few and far between: understanding the role of the victim*, cit., 565-567.

comprendervi tutti i diversi livelli di offesa, comprese al gradino più alto le offese alla persona⁷.

Anche sul fronte delle scelte legislative, peraltro, si registra ormai una piena consapevolezza in ordine alla necessità di superare modelli repressivi imperniati sui soli illeciti di condotta. Viene a tale riguardo in rilievo – come vedremo nel prosieguo (*infra*, n. 3) – la direttiva europea sulla tutela penale dell’ambiente (n. 2008/99/CE), che come è noto contempla sia il pericolo per la salute e la vita, sia la lesione degli stessi beni giuridici, tra i presupposti di almeno una parte degli obblighi di incriminazione posti in capo agli Stati Membri. Sul fronte interno – come pure verrà illustrato (*infra*, n. 3.1., 3.2.) – la legge n. 68 del 2015 ha introdotto nel codice penale anche fattispecie che sanzionano l’offesa arrecata, nella forma del pericolo o del danno, ai medesimi beni personali⁸.

Affrontare i problemi di prova del nesso causale ai quali si è fatto cenno rappresenta dunque un’esigenza imprescindibile nel quadro del “nuovo” diritto penale dell’ambiente. Il presente lavoro si prefigge di fornire un contributo in tale direzione. Più precisamente, muovendo dal dato secondo cui le principali evidenze disponibili nel settore in esame sono di carattere epidemiologico, si cercherà di verificare se ed in quale misura questa tipologia di sapere a base collettiva possa essere utilizzata in ambito penale per dimostrare relazioni causali tra i danni ambientali e quelli alla salute che ne derivano.

In considerazione del carattere marcatamente interdisciplinare della materia, ci si soffermerà anzitutto sul contenuto degli studi epidemiologici, proponendo un caso di studio che costituirà la base “empirica” delle successive riflessioni di taglio giuridico (v. *infra*, n. 2). Quindi si volgerà lo sguardo alle menzionate fattispecie delittuose ambientali introdotte nel 2015, nella prospettiva di valutare se ed entro quale misura il dato epidemiologico possa essere utilizzato ai fini di prova delle offese alla persona in esse contemplate (nn. 3 e ss.).

2.

Un caso di studio: l’aumento dell’incidenza di tumori polmonari nella popolazione del comune di “Alfa” esposta alle emissioni di una centrale termoelettrica a carbone

Il modo più agevole per familiarizzare con la tipologia di sapere scientifico offerto dall’epidemiologia consiste nel descrivere il funzionamento degli studi di coorte, i quali mirano ad individuare relazioni eziologiche a partire dal confronto tra l’incidenza di una determinata patologia nella popolazione esposta al fattore di rischio di cui si indaga l’efficacia causale, con l’incidenza della stessa patologia in una popolazione non esposta a quel fattore. L’assunto di fondo sul quale si basa questa tipologia di studio – e più in generale la scienza epidemiologica – è che la distribuzione delle patologie nelle popolazioni non sia affatto casuale, bensì rispecchi la distribuzione dei fattori di rischio negli ambienti di vita⁹; con la logica conseguenza secondo cui, proprio a partire da tale distribuzione, è possibile risalire dagli eventi lesivi alle loro cause, avvalendosi di meccanismi che, come vedremo, non si esauriscono nel mero dato statistico, bensì lo corroborano attraverso una serie di accorgimenti e verifiche¹⁰.

Giova sin d’ora evidenziare come lo studio di coorte costituisca uno dei più affidabili

⁷ Cfr. MANDIBERG S. F., FAURE M., *A Graduated Punishment approach to Environmental Crimes: Beyond Vindication of Administrative Authority in the United States and Europe*, in *Columbia Journal of Environmental Law*, 34, 479, 493-510, i quali sottolineano l’esigenza di garantire la conformità del sistema al principio di proporzionalità, aumentandone al contempo l’efficacia deterrente e repressiva. Manifesta invece serie perplessità rispetto all’efficacia delle incriminazioni strutturate come illeciti causalmente orientati, CATENACCI M., *I delitti contro l’ambiente tra aspettative e realtà*, in *Dir. pen. proc.*, 2015, 1075-1077.

⁸ Sul punto v. *infra*, n. 3. Ciò non toglie, peraltro, che la stessa riforma abbia altresì introdotto fattispecie (segnatamente l’inquinamento ambientale *ex art. 452-bis*) incentrate sulla causazione di danni alle matrici ambientali, a prescindere dalla creazione di un pericolo per la pubblica incolumità, secondo una concezione (anche) *ecocentrica* dell’ambiente (per questa considerazione, v. MASERA L., *I nuovi delitti contro l’ambiente*, voce per il *Libro dell’anno del Diritto 2016*, Treccani, 2016, in *treccani.it* nonché in *Dir. pen. cont.*, 17.12.2015, 3).

⁹ In questo senso v. GREEN M.D., FREEDMAN D.M., GORDIS L., *Reference Guide on Epidemiology*, in AA.VV., *Reference Manual on Scientific Evidence*, III ed., The National Academics Press, 2011, 551. Il *Reference Manual on Scientific Evidence* è uno strumento in uso alle corti statunitensi, sia civili che penali, elaborato dal *Federal Judicial Center* (agenzia che si occupa di ricerca e formazione a favore degli organi giudiziari nordamericani) proprio al fine di stabilire un linguaggio comune tra giuristi e scienziati di diverse discipline. La *Reference Guide on Epidemiology* costituisce il capitolo del manuale dedicato alla scienza epidemiologica. Nel prosieguo, per semplicità, le indicazioni bibliografiche verranno effettuate con riferimento al *Reference Manual on Scientific Evidence*.

¹⁰ Come sottolinea lo stesso *Reference Manual*, la mera circostanza che il tasso di mortalità della Florida sia tre volte quello dell’Alaska certamente non consente di giungere alla conclusione che il sole sia pericoloso per l’uomo (p. 571), così come non consente di affermare che il freddo... ci conservi meglio. L’epidemiologia, infatti, non si fonda su fantasiose speculazioni ricavate dal mero dato statistico, bensì sviluppa criteri scientifici che consentono di sfruttare quel dato come punto di partenza per indagini autenticamente causali.

strumenti scientifici oggi disponibili per individuare relazioni causali tra l'esposizione a determinati fattori ed i relativi effetti sulla salute umana. Ciò risulta confermato non solo dalle importanti scoperte che il metodo in esame ha consentito di effettuare in campo medico¹¹, ma anche dal costante utilizzo che ne viene fatto sul fronte della tutela della salute pubblica¹².

Allo scopo di illustrare il funzionamento degli studi di coorte, il *Reference Manual on Scientific Evidence*¹³ propone un semplice quanto illuminante esempio. Nel corso di un anno, all'interno di una coorte di 100 persone esposte ad una determinata sostanza (S) si verificano 40 casi di una certa patologia (P); nello stesso arco temporale, presso una coorte di 200 individui non esposti alla sostanza S si verificano soltanto 20 casi della medesima patologia P. Sulla scorta di questi dati è possibile ipotizzare che *ciascuno* degli individui *esposti* alla sostanza S (*compresi coloro che risultano ancora sani*) abbia corso un *rischio* di sviluppare la patologia P quattro volte superiore a quello degli individui non esposti ad S (questi ultimi, infatti, sviluppano la patologia P con un'incidenza di soli 10 casi ogni 100 persone). In epidemiologia questo dato si chiama *rischio relativo*¹⁴ e nell'esempio proposto, come appena evidenziato, ha valore pari a 4¹⁵. In secondo luogo si può ipotizzare che nella coorte degli esposti vi sia un *eccesso* di patologie P, cioè un superamento del valore di incidenza di quella patologia normalmente "atteso", pari a 30 casi (si tratta, semplicemente, della differenza tra i casi che si sono verificati tra gli esposti e quelli che si verificano tra i non esposti: 40 casi ogni 100 persone esposte – 10 casi ogni 100 persone non esposte = 30 casi in eccesso rispetto all'atteso). Il che equivale a dire, sempre in termini ipotetici, che il 75% delle patologie diagnosticate tra gli esposti potrebbe essere attribuibile all'esposizione¹⁶. In epidemiologia il dato sulla quota in eccesso riceve diverse denominazioni: si può utilizzare il termine onnicomprensivo "rischio attribuibile"¹⁷, che abbraccia sia il valore numerico (30) sia quello percentuale (75%); oppure si può distinguere il "numero attribuibile" (30) e la "frazione attribuibile tra gli esposti" (75%)¹⁸.

Come già sottolineato, la mera osservazione degli aumenti dell'incidenza di una determinata patologia, a fronte dell'esposizione ad una determinata sostanza, consente di formulare soltanto un'ipotesi in merito all'efficacia eziologica dell'esposizione a quella sostanza. Al fine di confermare l'ipotesi è necessario compiere una serie di ulteriori verifiche, finalizzate ad evitare che il risultato finale sia inficiato da *errori*¹⁹, e più specificamente volte ad *escludere*: *i*) che l'aumento dell'incidenza sia dovuto al mero caso²⁰; *ii*) che vi siano stati errori nella selezione dei componenti della coorte e nella raccolta delle informazioni relative ad essi²¹; *iii*) che siano intervenuti fattori di confondimento, cioè fattori di rischio diversi dalla sostanza di cui si indaga l'efficacia causale, i quali abbiano autonomamente determinato l'aumento dell'incidenza tra gli esposti²². Il metodo epidemiologico contempla una serie di strumenti elaborati proprio al

¹¹ Basti ricordare, a titolo meramente esemplificativo, il celebre studio di John Snow condotto a Londra nell'800, che ha individuato l'origine di un'epidemia di colera con vent'anni di anticipo rispetto alla scoperta clinica del vibrione (SNOW J., *On the Mode of Communication of Cholera*, 1855); gli studi condotti negli anni '50 da Richard Doll e Austin Bradford Hill, che hanno preceduto di circa trent'anni l'accertamento clinico della cancerogenicità del fumo di sigaretta per i polmoni (DOLL R., BRADFORD HILL A., *Smoking and carcinoma of the lung*, *BMJ* ii (1950), 739-748); la scoperta degli effetti cancerogeni dell'amianto, largamente debitrice degli studi epidemiologici di Irving J. Selikoff (SELIKOFF I.J., CHURCH J., HAMMOND E.C., *Asbestos Exposure and Neoplasia*, in *Journal of American Medical Association*, 188 (1964), pp. 22-6. Sull'apporto della scienza epidemiologica al progresso del sapere scientifico, v. SARACCI R., *Epidemiology. A very Short Introduction*, Oxford, 2010, 5-6, 46-51 e *passim*).

¹² Si pensi, ad esempio, all'utilizzo dell'epidemiologia nell'ambito delle procedure di farmacovigilanza che garantiscono la sicurezza dei medicinali che tutti quanti assumiamo. Sul punto v. le *Good Pharmacovigilance Practices* declinate dall'EMA (European Medicines Agency) con riferimento alla fase successiva alla messa in commercio dei farmaci: *Guideline on good pharmacovigilance practices (GVP). Module VIII. Post-authorization Safety Studies (Rev 3)*, pp. 6-7, 25-26. Sempre a titolo esemplificativo, si può ricordare il determinante ruolo giocato da questa branca della scienza nell'isolamento del focolaio della SARS che nel 2003 causò circa 8000 infezioni e 800 morti: «*the toll would have been much higher were it not for a remarkable international collaboration to control the spread of the virus [...]. Epidemiology was at the heart of this effort [...]*» (SARACCI R., *Epidemiology*, cit., p. 2). Sul rapporto tra epidemiologia e salute pubblica, v. ancora SARACCI R., *Epidemiology*, cit., 97-113.

¹³ Sul *Reference Manual* in generale, v. *supra*, nt. n. 9. L'esempio qui riportato è proposto a p. 567.

¹⁴ *Reference Manual on Scientific Evidence*, loc. cit.

¹⁵ Il calcolo del rischio relativo avviene attraverso i seguenti passaggi: *i*) si determina il tasso di incidenza della malattia nel gruppo degli esposti ed in quello dei non esposti, dividendo il numero degli ammalati per il numero dei membri del gruppo (40/100 = 0,4; 20/200 = 0,1); *ii*) si divide il tasso di incidenza tra gli esposti per il tasso di incidenza tra i non esposti (0,4/0,1=4).

¹⁶ Il risultato si ottiene calcolando la differenza tra il tasso di incidenza negli esposti e quello nei non esposti (0,4-0,1 = 0,3) e dividendo il risultato per il tasso di incidenza tra gli esposti (0,3/0,4 = 0,75; ossia 75%).

¹⁷ *Reference Manual on Scientific Evidence*, cit., 570-571.

¹⁸ Cfr. le voci "attributable number" e "attributable fraction among the exposed" in PORTA M. (eds.), *A dictionary of epidemiology*, VI ed., 2014, Oxford University Press.

¹⁹ Cfr. *Reference Manual on Scientific Evidence*, cit., 572-574.

²⁰ Cfr. *Reference Manual on Scientific Evidence*, cit., 575-581.

²¹ Cfr. *Reference Manual on Scientific Evidence*, cit., 583-591.

²² Cfr. *Reference Manual on Scientific Evidence*, cit., 591-597.

fine di escludere l'intervento delle tre indicate categorie di errori. Si tratta di tecniche talvolta intuitive, talaltra complesse, che in questa sede dovranno necessariamente essere esaminate in maniera sintetica.

Conviene peraltro, a tale riguardo, riformulare l'esempio di scuola proposto nel *Reference Manual*, facendo riferimento all'ipotesi – rilevante per il presente contributo – dell'aumento della mortalità in presenza di emissioni atmosferiche inquinanti provenienti da una centrale termoelettrica. Immaginiamo, allora, che nel comune di Alfa sorga una centrale termoelettrica a carbone, le cui emissioni di particolato (PM₁₀ e PM_{2,5})²³ sono notoriamente riconosciute dalla letteratura scientifica internazionale come cancerogene²⁴. Immaginiamo inoltre che nella popolazione dei residenti di Alfa si registri un picco di tumori polmonari, a prima vista anomalo rispetto all'incidenza della medesima neoplasia sulla popolazione italiana. Immaginiamo infine che, sollecitato da un'associazione di cittadini, il Sindaco di Alfa commissioni uno studio epidemiologico allo scopo di individuare la causa dell'eccesso registrato e in particolare di verificare se esso sia causalmente riconducibile alle emissioni di polveri sottili provenienti dalla centrale termoelettrica.

Poniamo ora che, sulla base di un mero conteggio delle diagnosi effettuate negli ultimi 10 anni, emerga che gli abitanti di Alfa si ammalano di tumore polmonare in proporzione pari a *quattro volte* quella del resto della popolazione nazionale (manteniamo le stesse proporzioni dell'esempio proposto dal *Reference Manual* per semplificare la trattazione): nel dettaglio, a fronte di un dato nazionale pari a 113 nuove diagnosi di tumore polmonare all'anno ogni 100.000 abitanti maschi e 34 ogni 100.000 abitanti donne²⁵, il dato annuale relativo al comune Alfa risulta pari a 452 diagnosi ogni 100.000 uomini e 136 ogni 100.000 donne. Avremo dunque, a livello ipotetico, un "rischio relativo" pari a 4, una "frazione eziologica tra gli esposti" pari al 75%, nonché un "numero attribuibile" pari a 339 casi tra gli uomini (452 diagnosi presso Alfa – 113 diagnosi che normalmente si registrano ogni 100.000 abitanti = 339 diagnosi in eccesso) e 102 casi tra le donne (136 diagnosi presso Alfa – 34 diagnosi attese = 102 diagnosi in eccesso).

Si tratta a questo punto di verificare se l'aumento dell'incidenza dei tumori polmonari registrato presso Alfa sia o meno causalmente ricollegabile alle emissioni della centrale termoelettrica. *Nulla quaestio* – come già ricordato – in merito alla natura cancerogena delle polveri sottili (PM₁₀ e PM_{2,5}); il problema è stabilire se i valori ipotizzati (rischio relativo, frazione eziologica e numero attribuibile) corrispondono al dato reale, il che significa escludere che siano stati determinati dall'intervento degli *errori* elencati *sub i), ii) e iii)*. Cominciando dalla possibilità che l'aumento dell'incidenza dipenda dal mero *caso*, si tratta di un tipo di errore che dipende soprattutto dalle dimensioni della coorte: tanto maggiore il numero dei suoi componenti, quanto maggiori le probabilità che le inferenze ricavate rispecchino la realtà²⁶. Nel nostro esempio, la circostanza che sia stata presa in considerazione una popolazione di 200.000 persone (metà uomini e metà donne) consente senza dubbio di escludere la mera casualità dell'inferenza²⁷.

²³ Il termine particolato (*Particulate Matter*, PM) indica un insieme di elementi chimici, allo stato solido e liquido, sospesi nell'aria. Tra i principali componenti vi sono solfati, nitrati, ammonio, cloruro di sodio, nero di carbonio, polvere minerale ed acqua. A seconda delle dimensioni dei corpuscoli si distinguono il PM10 (particelle di diametro pari o inferiore a 10 micrometri) ed il PM2.5 (particelle di diametro pari o inferiore a 2.5 micrometri). Le centrali termoelettriche alimentate con combustibili fossili rappresentano una delle principali fonti di inquinamento da particolato (cfr. [European Environmental Agency, rapporto Air quality in Europe 2017](#), p. 16).

²⁴ Nel 2013 l'agenzia dell'Organizzazione Mondiale della Sanità competente in materia oncologica (IARC - International Agency for Research on Cancer) ha inserito sia l'inquinamento atmosferico in generale, sia in particolare l'inquinamento atmosferico da polveri sottili, nel "gruppo 1" dei fattori cancerogeni, evidenziandone in particolare la rilevanza eziologica rispetto ai tumori polmonari (cfr. [Press release n. 221, IARC: Outdoor pollution a leading environmental cause of cancer deaths](#), 17.10.2013). La classificazione dei cancerogeni secondo la IARC contempla cinque gruppi: gruppo 4, probabilmente non cancerogeno; gruppo 3, non classificabile; gruppo 2B, possibile cancerogeno; gruppo 2A, probabile cancerogeno; gruppo 1, cancerogeno; cfr. [www.iarc.fr](#)). Tra gli studi più recenti sulla cancerogenicità delle polveri sottili per i polmoni, v. RAASCHOU-NIELSEN O. E AL., *Air pollution and lung cancer incidence in 17 European cohorts: prospective analyses from the European Study of Cohorts for Air Pollution Effects (ESCAPE)*, in *Lancet Oncol.* 2013 Aug;14(9):813-22; GHASSAN B. HAMRA E AL., *Outdoor particulate matter exposure and lung cancer: a systematic review and meta-analysis*, in *Environmental Health Perspectives*, 2014 Sep; 122(9): 906-911.

²⁵ I dati sull'incidenza nazionale sono ricavati dal Rapporto annuale AIOM relativo al 2017 (v. [AIOM, I numeri del cancro in Italia 2017](#), p. 175). Per semplificare l'esempio sono stati utilizzati i soli dati relativi alle regioni del nord Italia.

²⁶ *Reference Manual*, cit., 576.

²⁷ In epidemiologia è possibile stabilire attraverso calcoli matematici l'intervallo di valori all'interno dei quali si stima che cada, con un livello di probabilità solitamente fissato al 95%, il valore vero della popolazione: se il valore osservato ricade all'interno di questo *range* (detto intervallo di confidenza) si può essere ragionevolmente certi che esso non sia dovuto al mero caso. Il tema dell'intervallo di confidenza presuppone nozioni avanzate di statistica sulle quali non è possibile soffermarsi in questa sede. Per ulteriori dettagli, v. *Reference Manual*, cit., 579-581; SARACCI R., *Epidemiology*, cit., 30-35.

Passando agli errori indicati *sub ii*), risulta evidente che la selezione dei componenti della coorte degli abitanti di Alfa non potrà basarsi sul mero numero anagrafico dei residenti nel momento in cui si effettua lo studio, ma dovrà tenere conto soltanto di coloro che vi hanno risieduto per un tempo congruo sotto il profilo del periodo necessario allo sviluppo della cancerogenesi. Pertanto, dopo avere individuato un attendibile valore di latenza convenzionale media del tumore polmonare²⁸, dovranno essere esclusi dalla coorte tutti i soggetti che non hanno risieduto presso Alfa per un numero di anni almeno pari a quel valore. Ancora, i componenti della coorte dovranno essere selezionati attraverso criteri il più possibile oggettivi (ad es. facendo riferimento all'anagrafe e non su base volontaria)²⁹. Particolare attenzione, parallelamente, dovrà essere prestata alla raccolta delle informazioni relative alla storia di ciascun membro della coorte: sia per quanto riguarda il periodo di effettiva residenza presso Alfa, sia per quanto attiene alla certezza della diagnosi di tumore polmonare, sia ancora per quanto riguarda la storia clinica di ciascuno³⁰.

In terzo ed ultimo luogo occorrerà escludere l'intervento di fattori di confondimento, ossia di decorsi causali alternativi della patologia che possano avere autonomamente determinato l'aumento l'eccesso di morbilità indicato. Occorrerà dunque verificare che la popolazione di Alfa non sia stata esposta, in un frangente temporale compatibile con l'aumento dell'incidenza dei tumori polmonari registrato, a fattori cancerogeni diversi dalle emissioni della centrale termoelettrica, in misura superiore al resto della popolazione nazionale³¹. Se ad esempio emergesse che fino ad un recente passato era attivo presso Alfa uno stabilimento per la produzione di manufatti in amianto, oppure se risultasse che nei pressi di Alfa è collocato un inceneritore di rifiuti tossici, potrebbe ragionevolmente ipotizzarsi che l'attuale aumento dell'incidenza di tumori polmonari sia causalmente riferibile all'uno o all'altro fattore di rischio, anziché alle emissioni della centrale termoelettrica.

Laddove i tre ordini di errori brevemente passati in rassegna possano essere esclusi con ragionevole certezza, si potrà concludere nel senso che le risultanze dello studio epidemiologico esprimono relazioni causali affidabili. Ricapitolando, il valore del rischio relativo indicherà con ragionevole certezza che l'esposizione alle emissioni di Alfa aumenta di quattro volte il rischio di sviluppare un tumore polmonare; mentre i valori della frazione attribuibile tra gli esposti e del numero attribuibile indicheranno, rispettivamente, che una certa percentuale dei tumori diagnosticati, o un certo numero di essi, non si sarebbero verificati in assenza dell'esposizione. Mentre dunque il rischio relativo esprimerà, appunto, una relazione di rischio individuale, riferibile a tutti i soggetti esposti, siano essi sani o ammalati; i valori della frazione attribuibile e del numero attribuibile esprimeranno una *relazione causale di danno a livello collettivo*, indicando che *in assenza dell'esposizione un certo numero o una certa percentuale di eventi lesivi non si sarebbero verificati*³².

Giunti a questo punto – e dunque immaginando che lo studio commissionato dal Sindaco di Alfa si sia concluso riscontrando un'effettiva relazione eziologica tra l'esposizione alle emissioni della centrale e l'aumento dell'incidenza dei tumori – si tratta di verificare quale possa essere la rilevanza probatoria di questo tipo di conoscenza con riferimento alle fattispecie delittuose introdotte dalla riforma del 2015, ed in particolare con riferimento alle ipotesi che prendono espressamente in considerazione l'offesa arrecata dall'inquinamento ai beni giuridici personali.

²⁸ Secondo l'Istituto Superiore di Sanità, la latenza media dei tumori polmonari correlati al fumo di sigaretta (che a loro volta costituiscono il 90% dei tumori polmonari su scala mondiale) oscilla tra i 15 ed i 20 anni. In via prudenziale, pertanto, dovrebbero essere inclusi nella coorte soltanto coloro che hanno stabilmente abitato presso Alfa per almeno 20 anni.

²⁹ La costruzione della coorte su base volontaria potrebbe portare a sovrastime, posto che i soggetti ammalati sono normalmente più propensi a partecipare ad uno studio sulle cause della patologia di cui sono affetti (cfr. *Reference Manual*, cit., 584).

³⁰ Sul c.d. *information bias*, v. *Reference Manual*, cit., 585-590. Uno dei criteri per evitare di incorrere in questo errore consiste nell'adottare lo stesso metodo per individuare i casi di malattia nella popolazione generale e presso Alfa (ad esempio, facendo riferimento ai dati sulle cause di morte).

³¹ Sulle tecniche di individuazione e di esclusione dei fattori di confondimento, v. più nel dettaglio il *Reference Manual*, cit., 595-597.

³² Chiarissimo, sul punto, il *Reference Manual*: «Epidemiologists use causation to mean that an increase in the incidence of disease among the exposed subjects would not have occurred had they not been exposed to the agent. Thus, exposure is a necessary condition for the increase of the incidence of disease among the exposed» (p. 598).

3.

Nuovi delitti contro l'ambiente e offese ai beni giuridici personali

La recente riforma che ha introdotto nel codice penale il nuovo titolo VI-*bis*, recante i “delitti contro l'ambiente”, contempla norme incriminatrici che prendono espressamente in considerazione tanto i pericoli ed i danni per le matrici ambientali, quanto, in alcune ipotesi di cui diremo appresso, le offese di riflesso arrecate – in termini di pericolo e di danno – alla salute ed alla vita umana. Si tratta di un assetto che rispecchia un'opzione di politica criminale effettuata dalla direttiva sulla tutela penale dell'ambiente³³ di cui la riforma italiana rappresenta l'attuazione³⁴. Infatti, nel configurare i diversi obblighi di tutela penale gravanti in capo ai legislatori nazionali, l'art. 3, co. 1 della direttiva prende in considerazione (in particolare alle lett. da a) a i)) situazioni che spaziano dal pericolo astratto per l'ambiente fino alla lesione di beni giuridici della persona, passando attraverso una serie di ipotesi intermedie di pericolo concreto (per l'ambiente o per la persona)³⁵. Per quanto rileva ai fini del presente lavoro, sono previsti obblighi di incriminazione rispetto ad attività inquinanti “illecite”³⁶, laddove “poste in essere intenzionalmente o quanto meno per grave negligenza”, che “provocano o possano provocare il decesso o lesioni gravi alle persone” (cfr. le ipotesi di cui alle lett. a), b), d) ed e)). Sul fronte sanzionatorio la direttiva si limita a prevedere l'obbligo di introdurre sanzioni penali efficaci, proporzionate e dissuasive (art. 5): previsione dalla quale si evince, tra l'altro, l'obbligo a carico degli Stati Membri di comminare (ed applicare) pene edittali proporzionalmente più severe laddove dalle condotte che offendono *in primis* i beni ambientali scaturiscano situazioni

³³ Il riferimento è alla direttiva 2008/99/CE sulla tutela penale dell'ambiente. Per un inquadramento generale disciplina dettata dalla direttiva cfr., *ex multis*, FAURE M., *Environmental and Ship-source Pollution Directives*, in *European Energy and Environmental Law Review*, Dec. 2010, 256 ss.; VAGLIASINDI G.M., *The EU Environmental Crime Directive*, in Farmer A., Faure M. & Vagliasindi G.M. (eds.), *Environmental Crime in Europe*, Hart Publish., 2017, 31 ss.; DE SANTIS G., *Il nuovo volto del diritto penale dell'ambiente*, Dike, 2017, 34-40. Sul recepimento della direttiva nei diversi Stati Membri, v. FAURE M., *The evolution of Environmental Criminal Law in Europe: A Comparative analysis*, *ivi*, 267 ss. Per un quadro recente degli obblighi di incriminazione di fonte UE in materia ambientale, v. MITSILEGAS V., FITZMAURICE M., FASOLI E., *The relationship between EU criminal law and environmental law*, in *Research Handbook on EU Criminal Law*, Elgar, 2016, 272 ss. Sulla disciplina europea in materia ambientale, v. MORGERA E., *Environmental law*, in Bernard C., Peers S. (eds.), *European Union Law*, 2nd ed., 2017, 657 ss.

³⁴ Sulla l. 22 maggio 2015, n. 68, che ha attuato la direttiva introducendo il nuovo titolo VI-bis del codice penale, v. *ex multis*, RUGA RIVA C., *Commento al testo base sui delitti ambientali adottato dalla Commissione Giustizia della Camera*, in *Dir. pen. cont.*, 22.1.2014; ID., *Diritto penale dell'ambiente*, 3^a ed., Giappichelli, 2016, 239-281; ID. (a cura di), *La legge sugli ecoreati due anni dopo. Un dialogo tra dottrina e giurisprudenza*, Giappichelli, 2017; T. PADOVANI T., *Legge sugli ecoreati, un impianto inefficace che non aiuta l'ambiente*, in *Guida al dir.*, 2015, n. 32, 10 ss.; CATENACCI M., *I delitti contro l'ambiente fra aspettativa e realtà*, in *Dir. pen. proc.*, 2015, 1069 ss.; SIRACUSA L., *La legge 22 maggio 2015, n. 68 sugli “ecodelitti”: una svolta “quasi” epocale per il diritto penale dell'ambiente*, in questa Rivista, 2/2015, 197 ss.; FIMIANI P., *La tutela penale dell'ambiente*, Giuffrè, 2015, 76-134; MOLINO P., *Novità legislative: legge n. 68 del 22 maggio 2015, recante “Disposizioni in materia di delitti contro l'ambiente”*, Relazione a cura dell'Ufficio del Massimario della Corte di Cassazione, 29.5.2015, disponibile anche in *Dir. pen. cont.*, 3.6.2015; MASERA L., *I nuovi delitti contro l'ambiente*, voce per il *Libro dell'anno del Diritto 2016*, cit.; PATRONO P., *I nuovi delitti contro l'ambiente: il tradimento di un'attesa riforma*, in *La legisl. pen.*, 11.1.2016; TELESCA M., *La tutela penale dell'ambiente. I profili problematici della legge n. 68/2015*, Giappichelli, 2016; DE SANTIS G., *Il nuovo volto del diritto penale dell'ambiente*, cit., 44-65 e *passim*; PAVICH G., *Reati di inquinamento ambientale e disastro ambientale: prime questioni interpretative*, in *Cass. pen.*, 2017, 405 ss.; GIAMPIETRO F., *Inquinamento e danno all'ambiente: dal TUA all'art. 452-bis cod. pen.*, parte prima e seconda, rispettivamente in *Amb. e sviluppo*, 2017, 5, 330 ss. nonché *ivi*, 2017, 6, 411 ss.; VAGLIASINDI G.M., *Environmental Criminal Law in Italy*, in Farmer A., Faure M. & Vagliasindi G.M., *Environmental Crime in Europe*, cit., 119 ss. Sul precedente intervento di recepimento della direttiva, tramite il d.lgs. n. 121/2011, v. SIRACUSA L., *L'attuazione della direttiva europea sulla tutela dell'ambiente tramite il diritto penale*, in *Dir. pen. cont.*, 22.2.2011; RUGA RIVA C., *Il decreto legislativo di recepimento delle direttive comunitarie sulla tutela penale dell'ambiente: nuovi reati, nuova responsabilità degli enti da reato ambientale*, in *Dir. pen. cont.*, 8.8.2011; SCOLETTA M., *Obblighi europei di criminalizzazione e responsabilità degli enti per reati ambientali (note a margine del d.lgs. 121/2011 attuativo delle direttive comunitarie sulla tutela dell'ambiente)*, in *Riv. giur. amb.*, 2012, 16 ss.

³⁵ Per una panoramica dei diversi modelli di incriminazione degli illeciti ambientali, in termini generali v. ALBRECHT H.-J., *Environmental Criminal Laws and Environmental Crimes in Europe. Problems and Prospects*, in *European Journal of Crime, Criminal Law and Criminal Justice*, 1994, 170-171; FAURE M., VISSER M., *How to Punish Environmental Pollution? Some Reflections on Various Models of Criminalization of Environmental Harm*, *ivi*, 1995, 316 ss.; MANDIBERG S. F., FAURE M., *A Graduated Punishment approach to Environmental Crimes*, cit., 447 ss.; con specifico riferimento ai modelli adottati negli obblighi di incriminazione racchiusi nella direttiva 2008/99/CE, v. FAURE M., *Environmental and Ship-source Pollution Directives*, cit., 264-266, 271-273; ID., *The Revolution in Environmental Criminal Law in Europe*, in *Virginia Environm. Law Journ.*, Vol. 35:321, 334-339, 344-355.

³⁶ La dottrina riconosce alla clausola di illiceità espressa il valore di esimente o «*permit shield*», ricollegandola ad un modello di incriminazione incentrato sulla “accessorietà amministrativa” dei reati ambientali (cfr. FAURE M., *Environmental Crime and Ship-source Pollution Directives*, cit., 271). È peraltro convinzione diffusa quella secondo cui, nel caso dei illeciti che puniscono gravi danni ambientali o danni alla persona, tale dipendenza amministrativa dovrebbe in linea di principio essere esclusa dal legislatore, sul modello della Convenzione del Consiglio d'Europa del 1998 per la protezione dell'ambiente attraverso il diritto penale, non ancora entrata in vigore per insufficienza di ratifiche (v. DE LA CUESTA J.L., *Final recommendations*, cit., 345: «*the more serious and concrete the danger and harm to the environment and/or human health resulting from environmental crime, the less influence administrative law should have as a condition for criminal liability*»); nello stesso senso FAURE M., *Limits and challenges of the criminal justice system in addressing environmental crime*, *ivi*, 13-14; MANDIBERG S. F., FAURE M., *A Graduated Punishment approach to Environmental Crimes*, cit., 489-492). Sul tema, che di per sé esula dal campo di indagine del presente contributo, v. anche *infra*, n. 6.

di pericolo o di danno anche per le persone³⁷.

Gli obblighi di incriminazione appena richiamati hanno trovato attuazione all'interno di diverse disposizioni racchiuse nel nuovo titolo VI-*bis* del codice penale: l'art. 452-*ter*, che disciplina le situazioni in cui, dal reato di inquinamento ambientale doloso di cui all'art. 452-*bis* derivino, quale conseguenza non voluta, uno o più eventi lesivi consistenti in morte o lesioni personali (escluse quelle c.d. lievissime, ossia i casi in la malattia ha durata inferiore a 20 giorni); l'art. 452-*quater*, che punisce tre ipotesi di "disastro ambientale" doloso, l'ultima delle quali incentrata sull'"offesa alla pubblica incolumità"; l'art. 452-*quinquies*, che estende la punibilità dei fatti di inquinamento ambientale *ex art.* 452-*bis* e di disastro *ex art.* 452-*quater* alle corrispondenti ipotesi colpose, nonché ai casi in cui la condotta abbia creato il mero pericolo di inquinamento e disastro colposi, prevedendo per tali ipotesi pene diminuite; l'art. 452-*sexies*, che sanziona le condotte di traffico e abbandono di materiale ad alta radioattività, prevedendo al co. 3 un aumento di pena "se dal fatto deriva pericolo per la vita o per l'incolumità delle persone".

Il presente intervento, per ragioni di spazio, si soffermerà su due delle disposizioni che costituiscono il cuore della riforma, ossia gli artt. 452-*ter* e 452-*quater*, focalizzando l'attenzione sul ruolo dell'evidenza epidemiologica ai fini della prova delle offese di beni giuridici personali che esse contemplano. A tal fine, peraltro, risulta indispensabile soffermare brevemente l'attenzione sulla struttura delle fattispecie in questione, fornendo alcune preliminari indicazioni ermeneutiche.

3.1. *Morte o lesioni come conseguenza del delitto di inquinamento ambientale*

L'art. 452-*ter*³⁸ prevede un trattamento sanzionatorio *ad hoc* per i casi in cui dalla fattispecie di inquinamento ambientale doloso prevista dall'art. 452-*bis* derivino, quali conseguenza non voluta dall'agente, uno o più eventi di morti e/o lesioni. Gli elementi strutturali della disposizione – la cui natura giuridica è discussa in dottrina³⁹ – sono dunque essenzialmente tre: *i*) l'"inquinamento ambientale" rilevante ai sensi dell'art. 452-*bis*⁴⁰; *ii*) uno o più eventi di

³⁷ Si sofferma sul legame tra i modelli di incriminazione adottati dalla direttiva e l'obbligo di introdurre sanzioni "proporzionate", FAURE M., *Environmental Crime and Ship-Source Pollution Directives*, cit., 264.

³⁸ Si riporta il testo della disposizione: "452-*ter*. Morte o lesioni come conseguenza del delitto di inquinamento ambientale. (1) Se da uno dei fatti di cui all'art. 452-*bis* deriva, quale conseguenza non voluta dal reo, una lesione personale, ad eccezione delle ipotesi in cui la malattia ha una durata non superiore ai venti giorni, si applica la pena della reclusione da due anni e sei mesi a sette anni; se ne deriva una lesione grave, la pena della reclusione da tre a otto anni; se ne deriva una lesione gravissima, la pena della reclusione da quattro a nove anni; se ne deriva la morte, la pena della reclusione da cinque a dieci anni. (2) Nel caso di morte di più persone, di lesioni di più persone, ovvero di morte di una o più persone e lesioni di una o più persone si applica la pena che dovrebbe infliggersi per l'ipotesi più grave, aumentata fino al triplo, ma la pena della reclusione non può superare gli anni venti".

³⁹ In dottrina sono stati messi in luce gli argomenti in forza dei quali la qualificazione a titolo di fattispecie autonoma risulterebbe, almeno in linea teorica, preferibile: trattasi di una serie di indici testuali e sistematici, tra cui la diversità di beni giuridici tutelati rispetto alla fattispecie base *ex art.* 452-*bis*, ossia vita e salute anziché salubrità dell'ambiente; la previsione di autonome cornici edittali; l'inserimento di un'aggravante, questa senz'altro tale, nel co. 2 del medesimo art. 452-*bis* anziché all'interno di un'autonoma disposizione (così RUGA RIVA C., *Diritto penale dell'ambiente*, cit., 253-254; secondo DE SANTIS G., *Il nuovo volto del diritto penale dell'ambiente*, cit., 180-188, si tratta di fattispecie autonoma riconducibile allo schema della preterintenzione.). Al contempo la stessa dottrina ha sottolineato come il legislatore sembrerebbe avere considerato l'art. 452-*ter* alla stregua di circostanza aggravante, non avendolo incluso, senza altra ragionevole giustificazione se non quella di averlo ritenuto un mero elemento accidentale dell'art. 452-*bis*, nelle disposizioni che per finalità di disciplina richiamano i delitti di cui agli art. 452-*bis*, *quinquies* e *sexies* (segnatamente l'art. 452-*undecies*, in materia di confisca, e l'art. 25-*undecies* d.lgs. 231/2001, sulla responsabilità amministrativa da reato ambientale dell'ente) (cfr. RUGA RIVA C., *Diritto penale dell'ambiente*, cit., 255). Proprio sulla base di questi ultimi argomenti opta a favore della qualificazione alla stregua di aggravante FIMIANI P., *La tutela penale dell'ambiente*, cit., 92. Un'ulteriore soluzione eremenutica percorribile è quella che assegna alla disposizione in esame la natura di norma di disciplina, quale ipotesi speciale del concorso formale *ex art.* 586 c.p. (in tal senso MASERA L., *I nuovi delitti contro l'ambiente*, cit., 7-8). La differenza tra l'una e l'altra opzione non rilevano tuttavia in questa sede, posto che, come segnalato nel testo, in ogni caso occorre dimostrare il nesso di causalità tra inquinamento ed eventi lesivi.

⁴⁰ Vengono perciò in rilievo tutti i requisiti del delitto doloso di cui all'art. 452-*bis*: l'agente deve avere perciò cagionato, "abusivamente", "una compromissione o un deterioramento significativi e misurabili" dei beni e delle componenti ambientali elencati nei nn. 1) e 2) del co. 1. Per l'analisi della fattispecie v. FIMIANI P., *La tutela penale dell'ambiente*, cit., 76-91; RUGA RIVA C., *Diritto penale dell'ambiente*, cit., 240-251. Con riferimento al dibattito sviluppatosi attorno al requisito di "abusività" della condotta v. anche, da ultimo, MELZI D'ERIL C., *L'inquinamento ambientale*, in RUGA RIVA (a cura di), *La legge sugli ecoreati due anni dopo*, cit., 18-23. Occorre segnalare che una previsione analoga all'art. 452-*ter* non è stata inserita con riferimento all'inquinamento ambientale colposo *ex art.* 452-*quinquies*: pertanto, nel caso in cui da quest'ultimo derivino morti e/o lesioni, potranno eventualmente trovare applicazione in concorso formale i reati di cui agli artt. 589 e 590 c.p.

morte e/o lesioni personali, non voluti dall'agente⁴¹; iii) il nesso di causalità tra l'inquinamento ed i decessi e/o le malattie⁴².

Sotto il profilo delle pene comminate, la disposizione in esame presenta alcuni profili di dubbia ragionevolezza. In primo luogo, se nel complesso la norma rivela l'intenzione del legislatore di introdurre pene più severe rispetto a quelle che deriverebbero dalla disciplina generale sul concorso formale di reati, all'evidente scopo di colpire con maggiore rigore l'inquinamento che cagioni dei danni alla salute, non si comprende per quale ragione in alcune ipotesi sia invece previsto un trattamento meno severo e dunque di favore⁴³. In secondo luogo, appare incoerente con il principio di proporzionalità la previsione dello stesso massimo di pena indistintamente per tutte le ipotesi di "morte di più persone" e di "lesioni di più persone"⁴⁴.

Ulteriori problemi esegetici derivano dai rapporti tra la fattispecie in esame e quella, più grave, di cui all'art. 452-*quater*. Invero, come meglio emergerà nel prosieguo, si fatica ad immaginare una situazione di inquinamento ambientale dalla quale siano derivati eventi di morte e/o lesioni personali che non ricada, al contempo, in una delle ipotesi di "disastro ambientale" tipizzate dal legislatore⁴⁵; ragione per cui l'art. 452-*ter* appare destinato ad un'applicazione del tutto marginale.

3.2. *Disastro ambientale*

Ancora più complessa è l'esegesi dell'art. 452-*quater*, che punisce con la reclusione da cinque a quindici anni "chiunque abusivamente cagiona un disastro ambientale"⁴⁶. Oltre ad inserirsi nel più ampio contesto dell'attuazione degli obblighi di incriminazione di cui alla già ricordata direttiva 2008/99/CE, la disposizione dà evidentemente seguito agli auspici formulati dalla Corte Costituzionale nelle ultime battute della sentenza n. 327 del 2008, dove i giudici delle leggi avevano mostrato serie perplessità rispetto agli orientamenti giurisprudenziali che proprio in quegli anni andavano consolidandosi relativamente alla riconducibilità del "disastro ambientale" nella categoria del "disastro innominato"⁴⁷.

Il co. 2 dell'art. 452-*quater* c.p. racchiude tre nozioni alternative di disastro ambientale. Le prime due – "1) l'alterazione irreversibile dell'equilibrio di un ecosistema; 2) l'alterazione dell'equilibrio di un ecosistema la cui eliminazione risulti particolarmente onerosa e conseguibile solo con provvedimenti eccezionali" – sono configurate come fattispecie di danno di matrici ambientali, più gravi di quelle sanzionate a titolo di inquinamento, e prescindono da

⁴¹ Sin dai primi commenti della disposizione in esame si è osservato che, in base al principio costituzionale di personalità della responsabilità penale, l'imputazione dell'evento lesivo sarà subordinata all'accertamento di un coefficiente colposo in capo all'agente (cfr. MASERA L., *I nuovi delitti contro l'ambiente*, cit., 8; RUGA RIVA C., *Diritto penale dell'ambiente*, cit., 252). Alla medesima conclusione si perviene in base alla disciplina di cui all'art. 59 co. 2 c.p., laddove si assegna all'art. 452-*ter* natura di circostanza aggravante.

⁴² Occorrerà dunque verificare che gli eventi lesivi dei beni personali siano eziologicamente riconducibili all'inquinamento ambientale, secondo la logica condizionalistica *ex post* che trova applicazione ogniqualevolta il legislatore punisca la causazione di eventi lesivi e non la mera idoneità lesiva di una condotta. In questo senso, SIRACUSA L., *La legge 22 maggio 2015, n. 68 sugli "ecodelitti": una svolta "quasi" epocale per il diritto penale dell'ambiente*, 213; MASERA L., *Ancora sulla qualificazione penalistica dell'evidenza epidemiologica. Perché anche nella società del rischio è legittimo il ricorso al diritto penale d'evento*, in *Quest. Giust.*, 10.3.2017, 24.

⁴³ In particolare, si è evidenziato che la pena massima prevista nel caso di più morti e/o lesioni (anni 20, ex art. 452-*ter* co. 2) risulta leggermente inferiore a quella che deriverebbe dall'applicazione dell'art. 589 co. 4 in concorso con l'art. 452-*bis* (anni 21) (così RUGA RIVA C., *Diritto penale dell'ambiente*, cit., 256). A ciò si aggiunga che, nel caso di morte di una persona, la pena prevista dall'art. 452-*ter* co. 1 è della reclusione da cinque a dieci anni, mentre il cumulo giuridico tra art. 452-*bis* e 589 c.p. prevederebbe un limite massimo pari a 11 anni di reclusione.

⁴⁴ RUGA RIVA C., *Diritto penale dell'ambiente*, cit., 256.

⁴⁵ Cfr. MOLINO P., *Novità legislative: legge n. 68 del 22 maggio 2015, recante "Disposizioni in materia di delitti contro l'ambiente"*, Relazione a cura dell'Ufficio del Massimario della Corte di Cassazione, cit.: «la fattispecie di cui all'art. 452-*ter* si dovrebbe applicare, se mal non se ne interpreta il significato, solo nella ipotesi – difficile da immaginare nella pratica – di una condotta di inquinamento che abbia cagionato, come effetto non voluto, morti o feriti, senza però che al suo manifestarsi costituisca quanto meno un'esposizione a pericolo della pubblica incolumità» (p. 14). Nello stesso senso Cfr. MASERA L., *I nuovi delitti contro l'ambiente*, cit., 8; RUGA RIVA C., *loc. ult. cit.*

⁴⁶ È prevista una clausola di riserva "fuori dai casi previsti dall'art. 434", attraverso la quale il legislatore ha verosimilmente inteso evitare una parziale *abolitio criminis* delle ipotesi di "disastro ambientale" attualmente ricondotte all'art. 434 c.p., nella misura in cui non soddisfino i requisiti dettati dal capoverso dell'art. 452-*quater*. Sul punto v. RUGA RIVA C., *Diritto penale dell'ambiente*, cit., 258-261.

⁴⁷ C. Cost. 1 agosto 2008, n. 327, in *Giur. cost.*, 2008, 3541 ss., con nota di GIUNTA (v. consid. in dir., n. 9). Sul tema del "disastro ambientale" ex art. 434 c.p. e sulle relative criticità cfr., *ex multis*, GARGANI A., *Reati contro l'incolumità pubblica. Reati di comune pericolo mediante violenza*, in Grosso C.F., Padovani T., Pagliaro (diretto da), *Trattato di diritto penale. Parte speciale*, Vol. IX, Tomo I, Giuffrè, 2008, 169, 176-182, 455-457, 468-475; ID., *Le plurime figure di disastro: modelli e involuzioni*, in *Cass. pen.*, 2016, 2705 ss.; BRUNELLI D., *Il disastro populistico*, in *Criminalia*, 2014, 254 ss.; CORBETTA S., *Il "disastro innominato": una fattispecie "liquida" in bilico tra vincoli costituzionali ed esigenze repressive*, *ivi*, 275 ss.; CASTRONUOVO D., *Il caso Eternit: omissione di cautele antinfortunistiche e disastro ambientale dolosi*, in Foffani L., Castronuovo D. (a cura di), *Casi di diritto penale dell'economia. II. Impresa e sicurezza (Porto Marghera, Eternit, Ilva, ThyssenKrupp)*, il Mulino, 2015, 129-134; BELL A., *Pericolo e incolumità pubblica*, Maggioli, 2015, 125-131.

qualsiasi valutazione in ordine alla sussistenza di una proiezione pericolosa per l'incolumità pubblica⁴⁸.

È la terza – “3) l'offesa alla pubblica incolumità in ragione della rilevanza del fatto per l'estensione della compromissione o dei suoi effetti lesivi ovvero per il numero delle persone offese o esposte a pericolo” – ad incarnare il tentativo di conferire il crisma della tipicità alla nozione giurisprudenziale di disastro ambientale sviluppatasi nel quadro degli art. 434 e 449 c.p., come noto incentrata sul duplice requisito dell'*immutatio loci* e del pericolo per la pubblica incolumità. Si tratta, tuttavia, di un tentativo assai mal riuscito, che ha dato vita ad una nozione dal tenore testuale a dir poco oscuro⁴⁹. La disposizione in esame, dunque, costituisce un vero e proprio paradosso: da un lato introduce una fattispecie avente il preciso scopo di interrompere un orientamento giurisprudenziale di dubbia compatibilità con il principio di determinatezza; dall'altro lato, non solo sembra implicitamente avallare quell'orientamento attraverso la clausola di riserva “fuori dei casi di cui all'art. 434”, ma costituisce essa stessa una figura delittuosa che forse oggi non supererebbe il vaglio di legittimità costituzionale sotto i cui auspici è nata⁵⁰. Ciò premesso in termini generali, occorre soffermarsi più da vicino sulla struttura dell'incriminazione.

Il legislatore ha configurato un'ipotesi di disastro ambientale – che potremmo definire “ambientale-sanitario” in contrapposizione alle ipotesi di cui ai nn. 1) e 2) – incentrata sull'“offesa alla pubblica incolumità”, specificando al contempo gli indici alla luce dei quali l'interprete è chiamato ad accertarne la sussistenza, ossia “l'estensione della compromissione o dei suoi effetti lesivi” oppure “il numero delle persone offese o esposte a pericolo”. Il primo indice, per quanto testualmente privo di riferimenti alla tutela dell'*ambiente*, sembra fare riferimento alla *magnitudo* di condotte inquinanti, le quali darebbero vita ad disastro ogniqualvolta, pur senza raggiungere l'entità delle ipotesi di cui ai nn. 1) e 2) (diversamente l'ipotesi in esame sarebbe superflua), siano state tali da cagionare un'“offesa alla pubblica incolumità”, ossia un pericolo per la vita e l'integrità fisica di un numero indeterminato di persone.

Il secondo indice trova invece il suo referente materiale nel “numero” delle persone “offese o esposte a pericolo”. Trattasi di formulazione particolarmente infelice sotto molteplici profili. Anche qui, anzitutto, è stato omesso qualsiasi riferimento alle componenti ambientali; esso deve comunque considerarsi implicito, posto che altrimenti la fattispecie risulterebbe integrata in presenza di qualsivoglia pericolo per la pubblica incolumità, anche del tutto avulso dalla tutela dell'*ambiente*⁵¹. Impreciso, in secondo luogo, appare il riferimento al “numero” delle persone coinvolte: premesso che si sottintende evidentemente (ma ancora una volta implicitamente) che debba trattarsi di un numero *elevato*, resta da stabilire *quante* persone “offese” sono necessarie perché si possa parlare di disastro ambientale.

Ancora, risulta criticabile la scelta di prospettare l'“offesa” o “pericolo” come alternative, la prima essendo una categoria che notoriamente abbraccia tanto il pericolo quanto l'effettiva lesione del bene tutelato. Dal punto di vista letterale, l'unica interpretazione che conserva un autonomo significato per entrambi i termini è quella secondo cui la norma fa riferimento non solo al pericolo ma anche veri e propri eventi di danno in termini di malattie e/o morti. Senonché – si è osservato – questa interpretazione non appare coerente con l'entità della pena comminata per la figura in esame: sarebbe infatti irragionevole che la dolosa causazione di un

⁴⁸ Cfr. FIMIANI P., *La tutela penale dell'ambiente*, cit., 94-95; MASERA L., *I nuovi delitti contro l'ambiente*, cit., 10; DE SANTIS G., *Il nuovo volto del diritto penale dell'ambiente*, cit., 204-209; RAMACCI L., *Il “nuovo” disastro ambientale*, in RUGA RIVA C. (a cura di), *La legge sugli ecoreati due anni dopo. Un dialogo tra dottrina e giurisprudenza*, cit., 42.

⁴⁹ Sul punto la dottrina si è espressa unanimemente, talvolta con accenti critici particolarmente marcati: cfr. RUGA RIVA C., *Diritto penale dell'ambiente*, cit., 263; PADOVANI T., *Legge sugli ecoreati, un impianto inefficace che non aiuta l'ambiente*, cit.; CATENACCI M., *I delitti contro l'ambiente fra aspettative e realtà*, cit., 1073; BELL A.H., VALSECCHI A., *Il nuovo delitto di disastro ambientale: una norma che difficilmente avrebbe potuto essere scritta peggio*, in questa Rivista, 2/2015, 73-77; SIRACUSA L., *La legge 22 maggio 2015, n. 68 sugli “ecodelitti”*, cit., 211-212; FIMIANI P., *La tutela penale dell'ambiente*, cit., 100; MASERA L., *I nuovi delitti contro l'ambiente*, cit., 8; PATRONO P., *I nuovi delitti contro l'ambiente: il tradimento di un'attesa riforma*, cit., 12-16; TELESCA M., *La tutela penale dell'ambiente. I profili problematici della legge n. 68/2015*, cit., 71; DE SANTIS G., *Il nuovo volto del diritto penale dell'ambiente*, cit., 204; PAVICH G., *Reati di inquinamento ambientale e disastro ambientale*, cit., 419; RAMACCI L., *Il “nuovo” disastro ambientale*, cit., 49.

⁵⁰ Ritengono la norma incriminatrice in esame nel suo complesso «palesamente incostituzionale», BELL A.H., VALSECCHI A., *Il nuovo delitto di disastro ambientale: una norma che difficilmente avrebbe potuto essere scritta peggio*, cit., 73; nello stesso senso, PADOVANI T., *Legge sugli ecoreati, un impianto inefficace che non aiuta l'ambiente*, cit., 11-12.

⁵¹ In questo senso MASERA L., *I nuovi delitti*, cit., 11-12; v. anche FIMIANI P., *La tutela penale dell'ambiente*, cit., 94-99, che considera la fattispecie in esame plurioffensiva, in quanto posta a tutela sia dei beni ambientali (avverso aggressioni di intensità inferiore a quelle integranti i nn. 1 e 2), sia di «una forma qualificata di pubblica incolumità, avente matrice strettamente ambientale, in quanto incentrata sulla tutela della salubrità ambientale quale presupposto della tutela della vita e dell'integrità fisica delle persone» (p. 95). Ci pare peraltro che, più semplicemente, il secondo bene giuridico tutelato dall'art. 452-*quater* possa essere individuato nella salute pubblica.

numero elevato di malattie e morti fosse sanzionata con la pena da cinque a quindici anni di reclusione, inferiore nel massimo a quella prevista, ai sensi dell'art. 452-ter, per l'ipotesi in cui dalla meno grave ipotesi di inquinamento ambientale derivino, quale conseguenza non voluta dal reo, più morti e/o lesioni (vent'anni)⁵². In quest'ottica dovrebbe concludersi nel senso che l'art. 452-quater n. 3) sia volto ad incriminare situazioni di contaminazione ambientale alle quali si ricolleghi un mero *pericolo* per (un elevato numero di) beni giuridici personali⁵³; e che a fronte di un disastro che abbia causato puntuali eventi lesivi della vita e della salute possano trovare applicazione, in concorso con l'art. 452-quater, le norme incriminatrici delle corrispondenti fattispecie d'evento contro la persona⁵⁴.

La fattispecie in esame si presta peraltro anche ad un'altra lettura, quella cioè che vi scorge il tentativo di tipizzare una sorta di *evento di danno collettivo*, integrato dall'eccesso di morbilità e/o mortalità all'interno di una determinata popolazione⁵⁵. In quest'ottica, il riferimento alle "persone offese" sarebbe espressione di una tecnica di tipizzazione avanzata, avente il proprio referente criminologico nelle situazioni di inquinamento su vasta scala da cui scaturiscono effetti lesivi *misurabili attraverso studi epidemiologici*, ossia in termini di *aumento dell'incidenza di malattie e morti precoci* nelle popolazioni esposte al fattore di rischio⁵⁶. La configurazione legislativa di un evento collettivo consentirebbe al giudice di prescindere dall'identificazione delle singole vittime, cioè di distinguerle, attraverso l'accertamento della causalità individuale, da coloro che si sarebbero ammalati in ogni caso, per effetto del "*background risk*" che connota tutte le patologie multifattoriali. In conclusione, l'ipotesi di cui al n. 3 dell'art. 452-quater avrebbe conferito il crisma della tipicità al disastro "ambientale-sanitario" che già da quale anno affiora nei repertori giurisprudenziali germogliati sul terreno del disastro innominato-ambientale (*ex artt. 434 e 449 c.p.*)⁵⁷. Il positivo accertamento degli elementi costitutivi di questa tipologia di evento collettivo acquisterebbe rilevanza, ai sensi dell'art. 452-quater n. 3, non tanto sotto

⁵² Così RUGA RIVA C., *Diritto penale dell'ambiente*, cit., 256.

⁵³ RUGA RIVA C., *Diritto penale dell'ambiente*, cit., *loc. ult. cit.*, nonché 264-265, dove l'autore conclude ipotizzando che l'espressione "persone offese o esposte a pericolo" «costituisca una endiadi, o al più comprenda messe in pericolo di un numero sia indeterminato che determinato di persone, ma non alluda in ogni caso a morti o lesioni effettive»; nello stesso senso, MASERA L., *I nuovi delitti contro l'ambiente*, cit., 11; DE SANTIS G., *Il nuovo volto del diritto penale dell'ambiente*, cit., 206. *Contra*, FIMIANI P., *La tutela penale dell'ambiente*, cit., 102, che ritiene insuperabile il dato letterale e con esso la conclusione secondo cui l'espressione "persone offese" «comprende i casi di morte o lesioni causate dall'evento inquinante»; v. anche PATRONO P., *I nuovi delitti contro l'ambiente*, 14-15, il quale – nel quadro di una serrata critica della disposizione in esame – prospetta, tra l'altro, la soluzione della riconducibilità ad essa dei «danni effettivi o potenziali alla salute di un numero rilevante di persone, diversi da morti o lesioni».

⁵⁴ Giova evidenziare, a tale riguardo, che il legislatore non ha previsto per il disastro ambientale un'ipotesi aggravata da morti o lesioni analoga a quella di cui all'art. 452-ter (critici rispetto a tale lacuna MASERA L., *I nuovi delitti contro l'ambiente*, cit., 8; DE SANTIS G., *Il nuovo volto del diritto penale dell'ambiente*, cit., 206). Sicché, a seconda del coefficiente soggettivo verranno in rilievo le fattispecie di omicidio e lesioni volontarie; oppure di omicidio e lesioni colpose, attraverso la disciplina di cui all'art. 586 c.p. (RUGA RIVA C., *Diritto penale dell'ambiente*, cit., 257). Occorre peraltro precisare che l'imputazione di morti e lesioni a titolo di colpa pare difficilmente prospettabile rispetto al disastro doloso di cui all'art. 452-quater n. 3, atteso che il dolo deve necessariamente abbracciare tutti gli elementi della fattispecie, compreso dunque il *pericolo per la pubblica incolumità*; sembra dunque difficile prospettare un mero rimprovero per colpa nei casi in cui tale pericolo sfoci in una o più lesioni vere e proprie. Nel caso di disastro colposo, da cui siano derivate morti o lesioni anch'esse colpose, troverà applicazione l'art. 452-quinquies in concorso con le fattispecie *ex art. 589 e 590 c.p.*

⁵⁵ Cfr. DE VERO G., *Il nesso causale e il diritto penale del rischio*, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 2016, secondo il quale «è possibile conformare la nozione penalmente rilevante di offesa della pubblica incolumità in termini esplicitamente comprensivi di effetti lesivi incidenti complessivamente su di un consistente numero di persone, senza che si renda per questo necessario accertare i singoli nessi di causalità nei confronti dell'offesa subita da questo o da quell'individuo» (pp. 692-693). Sul punto v. anche DONINI M., voce *Imputazione oggettiva dell'evento (diritto penale)*, in *Enc. dir., Annali III*, Giuffrè, 2010, secondo il quale «i danni cagionati sicuramente su una popolazione, fondano un evento che viene ascritto nell'ambito di un delitto di danno (collettivo) qualificato dal pericolo comune ad altri soggetti» (p. 704); ulteriori precisazioni in *Id.*, *Il garantismo della condicio sine qua non ed il prezzo del suo abbandono. Contributo all'analisi dei rapporti tra causalità e imputazione*, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 2011, 514-515; nonché, con specifico riferimento all'introduzione di una fattispecie di "disastro sanitario" nell'ambito della riforma dei reati alimentari, *Id.*, *Il progetto 2015 della Commissione Caselli. Sicurezza alimentare e salute pubblica nelle linee di politica criminale della riforma dei reati agroalimentari*, in *questa Rivista*, 1/2016, 9, 21; v. anche le *Linee guida per lo schema di disegno di legge recante "Nuove norme in materia di reati agroalimentari"*, in *Dir. pen. cont.*, 14.10.2015, con commento di CUPELLI C., *Il cammino della riforma dei reati in materia agroalimentare*, 32-34.

⁵⁶ V. ancora DE VERO G., *Il nesso causale*, cit., il quale, con specifico riferimento all'ipotesi di cui all'art. 452-quater n. 3, osserva: «mi sembra che in tal modo abbia fatto finalmente ingresso nella tipicità penale l'evento "collettivo" dell'eccesso di mortalità o di patologie, come tale accertabile in base all'evidenza epidemiologica» (*loc. cit.*, nt. n. 51). *Contra*, GARGANI A., *Il rischio nella dinamica dei reati contro l'incolumità pubblica e nei reati di pericolo astratto*, in *Cass. pen.*, 2017, 3894, nel quadro di una complessiva circa «l'equivocità e l'imponderabilità delle combinazioni ermeneutiche che la formulazione normativa è suscettibile di suffragare».

⁵⁷ Si tratta di situazioni emerse in alcune recenti e note vicende giudiziarie, segnatamente quelle relative ai casi Eternit, Tirreno Power e Ilva, accomunate dalla presenza – nei compendi probatori dell'accusa – di studi epidemiologici aventi ad oggetto l'aumento dell'incidenza di malattie e morti nelle popolazioni esposte a fattori di rischio diffusi su ampia scala (rispettivamente, l'amianto, l'inquinamento atmosferico da centrale termoelettrica e quello derivante dagli impianti a caldo per la produzione dell'acciaio). Per una dettagliata ricostruzione di tali vicende, sia consentito rinviare a ZIRULIA S., *Esposizione a sostanze tossiche e responsabilità penale*, Giuffrè, 2018, 148-227; per l'analisi critica degli orientamenti giurisprudenziali da esse emersi, con particolare riguardo al passaggio dal disastro ambientale a quello "sanitario", nonché, per ulteriori riferimenti bibliografici, v. *ivi*, 253-262.

il profilo dell'*an* della responsabilità (posto che, come visto, alla luce del tenore testuale della fattispecie anche il pericolo *tout court* è sufficiente ad integrare il disastro), ma certamente dal punto di vista del *quantum* di pena commisurata dal giudice all'interno della cornice edittale da cinque a quindici anni (pena che dovrebbe essere maggiore di quella applicabile ai disastri che abbiano determinato meri pericoli).

Questa lettura, pur presentando l'innegabile pregio di evitare un'*interpretatio abrogans* di una parte dell'art. 452-*quater* n. 3, e pur mostrandosi attenta alle moderne esigenze di tutela della salute pubblica, oltre che sensibile al potenziale probatorio dischiuso dagli studi epidemiologici, lascia comunque irrisolti alcuni interrogativi di fondo, sia riguardo alla stessa configurabilità di un'offesa "di danno" all'incolumità pubblica⁵⁸; sia con riferimento alla dosimetria sanzionatoria della fattispecie in esame: anche ammettendo che essa inglobi la volontaria causazione di danni alla salute ed alla vita, quale ragione potrebbe giustificare una cornice edittale identica nel massimo a quella prevista dall'art. 589 u.c. per la causazione *colposa* degli stessi eventi, ed addirittura più mite rispetto a quella prevista dall'art. 452-*ter* (che come visto sanziona l'inquinamento doloso dal quale siano derivate *per colpa* morti e/o lesioni)?⁵⁹ Sul punto si tornerà nel prosieguo, affrontando il tema delle vittime non identificate o "impersonali" (v. *infra*, n. 4).

3.3. Conclusioni e linee di prosecuzione dell'indagine

Le considerazioni svolte in ordine alla tutela dei beni giuridici personali nel quadro degli artt. 452-*ter* e 452-*quater* c.p. hanno evidenziato l'esistenza di problemi esegetici e di coordinamento tra le due fattispecie. Problemi destinati ad acuirsi al cospetto delle evidenze fornite dagli studi epidemiologici. Da un lato, infatti, il legislatore ha senz'altro inteso allineare la tutela penale dell'ambiente agli obblighi di incriminazione di fonte europea, che come ricordato impongono di sanzionare in maniera proporzionalmente più severa le condotte di inquinamento da cui derivano eventi lesivi della vita e della salute umana; dall'altro lato, la configurazione delle due fattispecie in parola non consente, in ragione di problemi attinenti alla formulazione testuale ed alla dosimetria sanzionatoria, di stabilire con sufficiente certezza quale sia la risposta dell'ordinamento a fronte di fenomeni di aumento dell'incidenza di malattie e morti nelle popolazioni esposte ai fattori di rischio veicolati dall'inquinamento ambientale nelle sue molteplici forme. Prendendo dunque le mosse da questo quadro problematico, nel prosieguo si cercherà di fornire un contributo al dibattito, avvalendosi a tal fine del caso di studio in precedenza formulato con riferimento allo studio epidemiologico svolto sulla popolazione del comune di Alfa.

⁵⁸ In senso contrario si esprime, in sede di commento della fattispecie in esame, MASERA L., *I nuovi delitti contro l'ambiente*, cit., secondo il quale «rispetto ad un bene giuridico a soggettività indeterminata come l'incolumità pubblica, l'offesa non può che consistere nel pericolo per il bene stesso, posto che la concretizzazione del pericolo in veri e propri danni alla singole persone offese non è richiesta dalla norma, configurando se mai il concorso del disastro con i reati contro la persona (omicidio o lesioni personali) di cui sono stati vittime gli esposti al pericolo» (p. 11); nello stesso senso BELL A.H., VALSECCHI A., *Il nuovo delitto di disastro ambientale*, cit., 76. Si tratta di una posizione consolidata nella letteratura sulle offese all'incolumità pubblica ed alla salute pubblica: cfr., per tutti, GARGANI A., *Reati contro l'incolumità pubblica. Reati di comune pericolo mediante violenza*, cit., 92; nonché ID., *Reati contro l'incolumità pubblica. Reati di comune pericolo mediante frode*, in Grosso C.F., Padovani T., Pagliaro (diretto da), *Trattato di diritto penale. Parte speciale*, Vol. IX, Tomo II, Giuffrè, 2013, 70-76.

⁵⁹ In questo senso MASERA L., *Ancora sulla qualificazione penalistica dell'evidenza epidemiologica*, cit., 23-24, secondo il quale la tesi della tipizzazione dell'evento collettivo si scontra sia con l'ambiguo dato letterale dell'art. 452-*quater* n. 3, sia con i limiti edittali della fattispecie, posto che la pena da cinque a quindici anni sarebbe inadeguata a punire la causazione volontaria di una pluralità di morti. Sulla base di analogo argomento, ricorda l'autore, la Cassazione ha sconfessato la tesi prospettata dalla Corte d'Appello di Torino nel caso Eternit, laddove aveva ritenuto che l'eccesso di morbilità e mortalità – il c.d. "fenomeno epidemico" – rientrasse tra gli elementi costitutivi del disastro "ambientale" ex art. 434 c.p.: cfr. Cass. pen., sez. I, 19.11.2014, n. 7941, Schmidheiny, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 2015, 1542 ss., con nota di MASERA; l'argomento accolto dalla Cassazione era già stato sviluppato in MASERA L., *Evidenza epidemiologica di un aumento di mortalità e responsabilità penale*, in *questa Rivista*, 3-4/2014, 355). Sul punto v. anche SIRACUSA L., *La legge 22 maggio 2015, n. 68 sugli "ecodelitti"*, cit., 214, la quale perviene nella sostanza alla medesima conclusione secondo cui, anche ragionando in termini di "offesa collettiva" nei confronti di vittime indeterminate, resta aperto il problema dei rapporti con le fattispecie volte a sanzionare puntuali eventi lesivi di morte o lesioni.

4.

L'evidenza epidemiologica tra delitti contro l'ambiente e delitti contro la persona

Per procedere nella direzione indicata, occorre in sostanza verificare in quale misura i dati epidemiologici ricavati dallo studio di coorte sulla popolazione di Alfa siano suscettibili di fornire un'evidenza sufficiente, o comunque rilevante, ai fini della prova delle offese contemplate negli artt. 452-ter e 452-quater c.p.

Cominciando dal primo, occorrerebbe anzitutto verificare se la "compromissione" dell'aria nel comune di Alfa risulti "significativa e misurabile" (ai sensi della fattispecie base di cui all'art. 452-bis); quindi occorrerebbe procedere alla verifica del nesso causale tra tale compromissione ed i tumori polmonari verificatisi tra gli abitanti della zona. A quest'ultimo proposito, si profilerebbe il quesito in ordine alla sufficienza della prova del "numero attribuibile" (ossia del numero di eventi lesivi che non si sarebbero verificati in assenza dell'esposizione: 339 tumori tra gli uomini e 102 tra le donne), oppure alla necessità di procedere all'accertamento dei singoli nessi causali caso per caso. In altre parole, si tratterebbe di stabilire se, ai fini della sussistenza del reato in esame, sia indispensabile conoscere l'identità dei singoli ammalati che non si sarebbero ammalati in assenza delle emissioni della centrale termoelettrica; o se viceversa sia sufficiente conoscere, con ragionevole certezza, il numero di coloro che non si sarebbero ammalati.

Lasciando per il momento in sospenso il quesito, occorre verificare se i fatti accertati presso Alfa siano invece riconducibili alla più grave fattispecie di cui all'art. 452-quater. La risposta appare a prima vista positiva: il rischio relativo indicato dallo studio epidemiologico – ossia il fatto che tutti i componenti della coorte osservata corrono un rischio di ammalarsi 4 volte superiore a quello della popolazione italiana – indica infatti inequivocabilmente che un elevato numero di persone è stato quanto meno esposto a pericolo per la salute e la vita; dunque vi è stata un'offesa alla pubblica incolumità, quale effetto dell'inquinamento, ai sensi della nozione di disastro "ambientale-sanitario" di cui all'art. 452-quater n. 3. Questa conclusione conferma quanto in precedenza rilevato in merito ai limitati margini di applicazione dell'art. 452-ter: è chiaro infatti che in presenza di studi epidemiologici che dimostrino inequivocabilmente l'impatto di una fonte di inquinamento sulla salute degli esposti, ci si disporrà automaticamente di valori di rischio relativo che fanno propendere per la sussistenza del disastro ambientale, *sub specie* di disastro ambientale-sanitario.

Quid iuris, sempre con riferimento all'art. 452-ter n. 3), rispetto alla misura del numero attribuibile, ossia rispetto a quei 339 casi di tumore polmonare tra gli uomini e 102 tra le donne che non si sarebbero verificati in assenza dell'esposizione? In linea di principio, tre strade appaiono percorribili.

Si potrebbe anzitutto sostenere che, nell'attuale assetto normativo dei reati contro l'ambiente e contro la persona, non vi è alcuno spazio per sanzionare autonomamente il disvalore espresso dalla misura epidemiologica del numero attribuibile. Quanto al disastro ambientale-sanitario, come visto, vi sono validi argomenti, attinenti essenzialmente alla sua cornice editale (pena nel massimo inferiore a quella prevista dall'art. 452-ter e coincidente con quella prevista dall'art. 589 u.c.), per ritenere che si tratti di una fattispecie di mero pericolo, come tale capace di sanzionare soltanto il disvalore espresso dalla misura del rischio relativo. Quanto ai reati contro la persona, occorre ricordare che il numero attribuibile si limita ad indicare che un certo numero di persone non si sarebbero ammalate in assenza dell'esposizione, ma non specifica chi sono queste persone, e non consente pertanto di distinguerle da coloro che si sono ammalati per altre cause; per compiere quest'ultima operazione occorre procedere ad un accertamento causale caso per caso, adottando lo schema bifasico delineato dalla sentenza *Franzese*, e dunque tutt'al più avvalendosi della misura del rischio relativo ai fini della prova

della sola causalità generale⁶⁰.

La seconda strada a prima vista percorribile è quella aperta da coloro che ritengono che il disastro ambientale-sanitario costituisca un evento collettivo di danno di nuovo conio, volto ad intercettare il disvalore degli eccessi di morbilità e mortalità epidemiologicamente accertati⁶¹: è chiaro infatti che è proprio la misura del numero attribuibile ad essere funzionale a tale approccio. Come già evidenziato, tuttavia, la tesi in esame si scontra con l'obiezione fondata sulla cornice edittale dell'art. 452-*quater*, la quale non appare adeguata – alla luce del confronto con gli artt. 452-*ter* e 589 c.p. – a sanzionare la volontaria causazione di più eventi di morte e/o lesioni personali. Ora, se si muove dalla premessa che gli studi epidemiologici non dimostrano soltanto relazioni di rischio ma anche autentiche relazioni di danno (collettivo), l'obiezione relativa alla dosimetria sanzionatoria potrebbe essere superata soltanto laddove si sostenesse che la causazione di un certo numero di vittime *non identificate* sia connotata da un *disvalore inferiore* rispetto alla causazione dello *stesso numero* di vittime *identificate*. Una posizione che tuttavia non ci risulta sia stata adottata da alcuno, e che del resto appare difficile da giustificare sul piano giuridico e valoriale⁶².

Quest'ultima considerazione dischiude le porte della terza strada percorribile, quella cioè che assegna al numero attribuibile il valore di prova del nesso causale rispetto alle figure di reato *contro la persona*⁶³. Si tratta, a nostro avviso, della soluzione più lineare, in quanto logica conseguenza di due premesse già poste in luce: *i*) quella secondo cui, in presenza di uno studio epidemiologico affidabile, il numero attribuibile indica con ragionevole certezza *quante* persone non si sarebbero ammalate in assenza dell'esposizione (nell'esempio proposto, 339 uomini e 102 donne); *ii*) quella secondo cui l'impossibilità di identificare tali persone (cioè di stabilire chi sono, tra i 452 uomini e le 136 donne ammalati di tumore, quei quei 339 uomini e quelle 102 donne che non si sarebbero ammalati in assenza della centrale) non incide né sul disvalore di averne leso la salute o la vita, né tantomeno sulla certezza dell'accertamento, problema che attiene al profilo *sub i*) (ossia all'affidabilità dello studio epidemiologico). È chiaro che l'impossibilità di identificare le vittime impedirà al giudice penale di assegnare i risarcimenti del danno; ma si tratta di un'eventualità che il codice di rito contempla nell'art. 539, laddove – proprio con riferimento ai casi in cui “le prove acquisite non consentono la liquidazione del danno” – assegna al giudice il potere di pronunciare condanna generica e di rimettere le parti

⁶⁰ In particolare occorrerà verificare: a) se l'esposizione alla sostanza tossica è, al metro del sapere scientifico disponibile, idonea a causare la patologia (causalità generale); b) se la patologia sviluppata dalle singole persone offese è riconducibile all'esposizione (causalità individuale). Con riferimento agli abitanti di Alfa, dunque, si tratterà di stabilire, rispettivamente: a) se l'esposizione al particolato diffuso dalla centrale termoelettrica fosse idoneo a cagionare tumori polmonari; b) con riferimento ai singoli residenti che hanno sviluppato un tumore polmonare, chi tra di loro si è ammalato proprio a causa dell'esposizione (e chi invece si sarebbe ammalato comunque, anche in assenza dell'esposizione). Quanto al punto *sub a*), come già ricordato è ormai scientificamente dimostrata l'idoneità causale di PM₁₀ e PM_{2,5} a cagionare patologie dell'apparato respiratorio, anche a carattere tumorale. *Nulla quaestio*, dunque, sotto il profilo della causalità generale. Quanto al punto *sub b*), si tratterà invece di verificare, per ciascuno dei residenti di Alfa ammalati di tumore, o deceduti a causa dello stesso, se l'esposizione alle emissioni della centrale abbia determinato la cancerogenesi o quanto meno abbia contribuito al suo sviluppo secondo una logica concausale. Un compito che non si prospetta affatto semplice, trattandosi di una patologia multifattoriale, che registra una significativa incidenza presso la popolazione generale. Nello svolgimento delle operazioni in parola, la disponibilità dello studio epidemiologico potrà senz'altro fornire un apporto sotto il profilo dell'idoneità causale dell'esposizione: al di là del fatto che già esiste una legge di copertura, lo studio epidemiologico dimostra che le emissioni di *quella* centrale termoelettrica sono idonee – in termini qualitativi e quantitativi – a causare tumori polmonari. Nulla invece potrà dire lo studio epidemiologico con riferimento ai singoli nessi causali, trattandosi di una scienza che studia l'incidenza delle patologie sulle popolazioni e non sui singoli.

⁶¹ V. *supra*, nt. 55, 56.

⁶² Molteplici argomenti militano a favore della non essenzialità dell'identificazione delle vittime, ai fini della sussistenza dell'elemento oggettivo dei reati di omicidio e lesioni personali (ovviamente a condizione che sia stata raggiunta *aliunde* la ragionevole certezza in merito alla derivazione causale delle patologie dal fattore di rischio): la formulazione testuale delle fattispecie incriminatrici (che puniscono, rispettivamente, chiunque cagiona la morte di “un uomo” e chiunque cagiona “ad altri” una lesione personale); i precipitati processuali di reati contro la persona “*in incertam victimam*” (artt. 417 lett. a, e 429 lett. b c.p.p., che impongono l'indicazione della persona offesa, rispettivamente nella richiesta di rinvio a giudizio e nel decreto che lo dispone, soltanto “qualora essa risulti identificata”); la possibilità di individuare altre situazioni, tristemente note alle cronache contemporanee, nelle quali pare difficilmente dubitabile che la mancata identificazione della vittima *non osti* all'accertamento del reato (così nel caso di naufragio di un barcone di migranti irregolari, con conseguente morte di più persone, delle quali potrebbero essere ritenuti responsabili gli scafisti che hanno sovraccaricato l'imbarcazione; l'uccisione ed l'occultamento dei cadaveri dei membri delle tribù amazzoniche “incontattate” da parte dei cercatori d'oro; da ultimo e con riconoscimento in sede giudiziaria, la conduzione di un lager libico nel quale erano transitate migliaia di persone, non tutte identificate: cfr. [Corte d'assise di Milano, sent. 10 ottobre 2017, Pres. Ichino, Est. Simi, imp. Matammud](#), in *Dir. pen. cont.*, con annotaz. di S. BERNARDI). Per ulteriori argomentazioni v. anche MASERA L., *Accertamento alternativo ed evidenza epidemiologica in diritto penale*, Giuffrè, 2007, 399 ss.; nonché, volendo ZIRULIA S., *Esposizione a sostanze tossiche*, cit., 288-293; *contra*, ASTORINA P., *Causalità e fragilità epistemica: spunti per una riflessione sul valore normativo e politico criminale dei limiti del diritto penale*, in *Riv. It. med. leg.*, 2017, 459 ss.

⁶³ L'utilizzo dei reati comuni contro la persona per sanzionare le offese alla salute ed alla vita derivanti da reati ambientali è una soluzione ritenuta percorribile anche nella dottrina straniera, pur nella consapevolezza delle difficoltà di prova della causalità: cfr. MANDIBERG S. F., FAURE M., *A Graduated Punishment approach to Environmental Crimes*, cit., 485-488.

davanti alla giurisdizione civile per la quantificazione.

Identiche considerazioni valgono – rispondendo al quesito precedentemente lasciato in sospeso – anche rispetto all'accertamento di morti o lesioni come conseguenza del delitto di inquinamento ambientale (artt. 452-*bis*, 452-*ter*); fermo restando quanto già a più riprese osservato in merito alla difficoltà di immaginare margini di applicazione per tale fattispecie nei casi in cui gli studi epidemiologici evidenzino eccessi di morbilità e/o mortalità, situazioni queste che finiranno per lo più per essere attratte nella sfera di applicazione del disastro *ex* art. 452-*quater* n. 3 (in concorso con le corrispondenti fattispecie contro la persona, secondo la tesi in esame).

Giova a questo punto sottolineare come la seconda e la terza strada qui prospettate si basino – se ben vediamo – su premesse epistemologiche analoghe, entrambe riconoscendo e valorizzando le evidenze che gli studi epidemiologici sono in grado di offrire con riferimento ai *danni alla salute* riportati dalle persone appartenenti alla coorte osservata ed alla loro riconducibilità, sul piano *autenticamente causale*, ad una determinata esposizione⁶⁴: una convergenza che conferma il crescente interesse della dottrina rispetto al tema dell'imputazione degli eccessi di morbilità e mortalità epidemiologicamente accertati, ossia di quel dato che gli epidemiologi misurano in termini di “numero attribuibile”⁶⁵.

Il profilo sul quale le due strade si allontanano riguarda la *qualificazione giuridica* da attribuire a tale evidenza: in un caso fa riferimento ad un evento di danno collettivo configurato *ad hoc* (il disastro ambientale-sanitario); nell'altro caso si ritiene che il compito possa essere svolto dai reati comuni contro la persona. Abbiamo già sottolineato come questa seconda soluzione risulti a nostro avviso più lineare. Siamo allo stesso tempo consapevoli che una certa resistenza ad accettarla derivi dalle possibili frizioni tra il carattere impersonale delle vittime e la categoria concettuale della causalità individuale⁶⁶. Ci pare peraltro che, nell'impianto della sentenza *Franzese*, il passaggio dalla causalità generale a quella individuale rappresenti un'irrinunciabile garanzia nella misura in cui soddisfa la più ampia esigenza di procedere dalla mera ipotesi causale, quella formulata alla luce nella legge scientifica di copertura, all'accertamento di quanto effettivamente accaduto al caso concreto, attraverso una prova di tipo particolaristico capace di fondare un giudizio dotato di ragionevole certezza⁶⁷. Se tuttavia la stessa ragionevole certezza è direttamente fornita dalla misura del “numero attribuibile” di fonte epidemiologica, allora il fatto di prescindere dalla prova della causalità individuale non comporta una violazione del

⁶⁴ Come è noto, il primo studio in Italia ad avere posto in luce il potenziale probatorio degli studi epidemiologici sul piano dell'imputazione causale di danni alla salute è la monografia del 2007 di Luca Masera (MASERA L., *Accertamento alternativo*, cit.). Lo studio ruota attorno a due cardini: uno di taglio scientifico-epistemologico, che si sofferma analiticamente sul metodo epidemiologico, evidenziando in particolare la sua capacità di dimostrare relazioni causali a livello di popolazioni (cap. II); l'altro di taglio giuridico, che individua ed esamina lo strumento logico attraverso cui sarebbe possibile – secondo l'autore – conferire rilievo al sapere epidemiologico anche nei processi penali per omicidio e lesioni personali, ossia l'accertamento alternativo della vittima (cap. III-V). I due cardini dello studio supportano la tesi di fondo dell'autore, secondo cui «la disponibilità di una valida legge epidemiologica che ponga in relazione eziologica il contatto con la sostanza e l'aumento dell'incidenza di una certa patologia tra gli esposti è sufficiente (quando non emergano spiegazioni alternative plausibili di tale aumento dell'incidenza) per imputare alternativamente ai responsabili dell'esposizione la quota di decessi a questa epidemiologicamente riconducibile, anche in mancanza di prova circa i singoli eventi patologici addebitabili all'esposizione alla sostanza» (MASERA L., *Accertamento alternativo*, cit., 413). L'autore ha dedicato alla tesi in questione anche ulteriori contributi, confrontandosi con i successivi sviluppi giurisprudenziali e con le osservazioni critiche formulate dalla una parte della dottrina (v. nt. successiva): cfr. in particolare MASERA L., *Evidenza epidemiologica di un aumento di mortalità e responsabilità penale*, cit., 343 ss.; ID., *Ancora sulla qualificazione penalistica dell'evidenza epidemiologica. Perché anche nella società del rischio è legittimo il ricorso al diritto penale d'evento*, in *Quest. giust.*, 10.3.2017.

⁶⁵ Aperture rispetto alla possibilità di valorizzare i dati epidemiologici sul piano dei *danni alla salute* si registrano, in particolare, da parte di VIGANÒ F., *Il rapporto di causalità nella giurisprudenza penale a dieci anni dalla sentenza Franzese*, in *questa Rivista*, 3/2013, 397; DI GIOVINE O., *La causalità tra scienza e giurisprudenza*, in *Riv. it. med. leg.*, 2016, 42; nonché – sebbene come già evidenziato passando attraverso la configurazione di un evento di danno collettivo *ad hoc* – DE VERO G., *Il nesso causale e il diritto penale del rischio*, cit., 683-684, 692-694. *Contra, ex multis*, PERINI C., *Il concetto di rischio nel diritto penale moderno*, Giuffrè, 2010, 486-497; BARTOLI R., *Il problema della causalità penale. Dai modelli unitari al modello differenziato*, Giappichelli, 2010, 68-70; D'ALESSANDRO F., *Art. 40*, in Gatta G.L., Dolcini E. (diretto da), *Codice penale commentato*, Wolters Kluwer, 2015, 411-412; PALIERO C.E., *Causalità e probabilità tra diritto penale e medicina legale*, in *Riv. it. med. leg.*, 2015, 1515.

⁶⁶ Per alcune recenti critiche in tal senso, v. GARGANI A., *Esposizione ad amianto e disastro ambientale tra diritto vivente e prospettive di riforma*, in *La legisl. pen.*, 4.4.2016, 3; PROVERA A., *“L'epidemiologia è importante ma non basta” per l'accertamento del nesso causale. Considerazioni a margine di una sentenza del GUP di Rovereto*, in *Riv. it. med. leg.*, 2015, 582 ss.

⁶⁷ Sui criteri di accertamento della condizione necessaria, con particolare riguardo alla c.d. concretizzazione della legge scientifica, v. *ex multis*, ROMANO M., *Nesso causale e concretizzazione delle leggi scientifiche in diritto penale*, in *Scritti per Federico Stella*, Jovene, 2007, 901-911; DI GIOVINE O., *Probabilità statistica e probabilità logica nell'accertamento del nesso di causalità*, in *Cass. pen.*, 2008, 2157-2179; BARTOLI R., *Il problema della causalità penale*, cit., 65-85; BLAIOTTA R., *Causalità giuridica*, Giappichelli, 354-367; DONINI M., *Il garantismo della condicio sine qua non ed il prezzo del suo abbandono*, in *Studi in onore di Mario Romano*, 2011, 917 ss.; PALIERO C.E., *Causalità e probabilità tra diritto penale e medicina legale*, cit., 1509-1515; ROMANO M., D'ALESSANDRO F., *Nesso causale ed esposizione ad amianto. Dall'incertezza scientifica a quella giudiziaria: per un auspicabile chiarimento delle Sezioni Unite*, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 2016, 1134-1139.

principio di responsabilità per fatto proprio⁶⁸, in quanto l'imputato sarà chiamato a rispondere per *né più né meno del numero totale di eventi lesivi cagionati attraverso la propria condotta*⁶⁹. In quest'ottica non ci pare che avvalersi della sola prova epidemiologica per la dimostrazione del fatto tipico di lesioni ed omicidi plurimi ponga un problema di sovversione del paradigma condizionalistico⁷⁰.

È chiaro che percorrendo questa strada si torna ad effettuare una *interpretatio abrogans* dell'espressione "persone offese" di cui all'art. 452-*quater* n. 3 (esattamente come accade seguendo la prima strada), e parallelamente si riduce il disastro ambientale-sanitario ad una fattispecie di mero pericolo (quanto meno per i beni giuridici personali), che – nel caso qui proposto relativo agli abitanti di Alfa – troverà applicazione in concorso con le fattispecie d'evento contro la persona (in particolare, la misura del rischio relativo fungerà da prova del pericolo comune, mentre quella del numero attribuibile fungerà da prova del nesso causale rispetto alle malattie sviluppate da 339 uomini e 102 donne). D'altra parte non ci pare, come evidenziato, che il tenore letterale della norma, unitamente al suo apparato sanzionatorio, supportino in maniera sufficientemente univoca la tesi secondo la quale il legislatore avrebbe tipizzato un evento collettivo di danno⁷¹.

5. Precisioni e questioni aperte in merito al contributo offerto delle evidenze epidemiologiche nel processo penale

Le conclusioni raggiunte in merito all'utilizzabilità della prova epidemiologica ai fini della prova di lesioni di beni giuridici personali sollevano alcune ulteriori questioni che nel prosieguo verranno sinteticamente affrontate.

5.1. Sulla necessità di studi epidemiologici condotti ad hoc (il caso del comune di "Beta")

Immaginiamo che anche presso il comune di Beta sia attiva una centrale termoelettrica a carbone; ed immaginiamo che anche presso Beta si registri un significativo aumento dell'incidenza di tumori polmonari. Sorge a questo punto spontaneo chiedersi se le evidenze raccolte dallo studio epidemiologico effettuato presso Alfa siano per così dire "esportabili" anche sulla popolazione dei residenti presso Beta, senza effettuare un ulteriore studio epidemiologico *ad hoc*.

Il quesito, a ben vedere, presenta molteplici sfaccettature. Ci pare, anzitutto, che possano essere individuati due punti fermi. Il primo è che lo studio effettuato presso Alfa potrà certamente essere inserito nel novero dei numerosi contributi scientifici che dimostrano il carattere cancerogeno di PM₁₀ e PM_{2,5}. Questo sapere scientifico potrà senz'altro essere utilizzato anche rispetto alla popolazione di Beta: nell'ambito dei reati contro la persona, quale legge scien-

⁶⁸ Sul legame tra nesso causale e principio di responsabilità per fatto proprio (art. 27 co. 1 Cost.), cfr., limitandoci alla manualistica, PULITANÒ D., *Diritto penale*, VI ed., Giappichelli, 2015, 185; PALAZZO F., *Corso di diritto penale. Parte generale*, VI ed., Giappichelli, 2016, 245; MANTOVANI F., *Diritto penale. Parte generale*, X ed., Wolters Kluwer – Cedam, 2017, 136; nonché, con alcune precisazioni, CANESTRARI S., CORNACCHIA L., DE SIMONE G., *Manuale di diritto penale. Parte generale*, II ed., il Mulino, 2017, 356 s.

⁶⁹ Riteniamo, pertanto, che la tesi prospettata non incorra nelle fondate critiche autorevolmente rivolte agli orientamenti giurisprudenziali che, proprio nel settore dei danni alla salute da esposizione a sostanze tossiche, di fatto eludono le garanzie sottese alla causalità condizionalistica: cfr., per tutti, STELLA F., *Giustizia e modernità. La protezione dell'innocente e la tutela delle vittime*, III ed., Giuffrè, 2003, 224-261; GARGANI A., *La "flessibilizzazione" giurisprudenziale delle categorie classiche del reato di fronte alle esigenze di controllo penale delle nuove fenomenologie di rischio*, in *La legisl. pen.*, 2011, 397 ss.

⁷⁰ Così argomentando, peraltro, anche il ricorso alla categoria concettuale dell'accertamento alternativo, ossia quello che abbiamo individuato come secondo cardine della tesi originaria di MASERA (v. *supra*, nt. n. 64), diventa – se ben vediamo – tutto sommato superflua: gli elementi indispensabili della tesi in esame sono infatti, da un lato, la corretta valorizzazione della misura del "numero attribuibile"; dall'altro lato, l'irrelevanza dell'identità delle vittime, una volta che sia stata comunque raggiunta la ragionevole certezza in merito al loro numero totale. *Contra*, a sostegno della necessità di uno strumento logico ulteriore, rappresentato appunto dall'accertamento alternativo della vittima, MASERA L., *Ancora sulla qualificazione penalistica dell'evidenza epidemiologica*, 18-21.

⁷¹ Ciò evidentemente non esclude che, un domani, il legislatore possa validamente configurare eventi collettivi di danno precipuamente finalizzati ad incorporare la misura del numero attribuibile. In tal senso, ad esempio, sembrerebbe essersi indirizzata la commissione di riforma dei reati alimentari attraverso la tipizzazione del già ricordato "disastro sanitario", che dovrebbe essere ospitato nell'art. 445-*bis* c.p.: v. *supra*, nt. 55.

tifica di copertura ai fini della prova della causalità generale (ferma restando la necessità di procedere anche alla prova della causalità individuale); nell'ambito di reati di comune pericolo, come prova appunto del pericolo per la salute e la vita di tutti gli esposti. Il secondo punto fermo è che la misura del "numero attribuibile" non potrà essere automaticamente esportata sulla popolazione di Beta: il dato relativo ai 339+102 tumori in eccesso nella popolazione di Alfa descrive una situazione che è stata accertata, come una fotografia, appunto presso Alfa, attraverso una serie di operazioni *ad hoc*, in precedenza descritte (v. *supra*, n. 2), volte a corroborare l'ipotesi causale escludendo l'intervento di una serie di errori. Non si vede proprio sulla scorta di quale argomento logico si potrebbe affermare, con uguale grado di ragionevole certezza, che lo stesso numero di eventi lesivi in eccesso si è verificato anche presso Beta.

Accanto a questi punti fermi, si profila una questione caratterizzata da maggiore problematicità. Essa riguarda l'utilizzabilità della misura che in precedenza abbiamo individuato, sulla scorta di autorevole letteratura epidemiologica, come "frazione attribuibile tra gli esposti"; una misura pari, nel nostro esempio, al 75% dei tumori polmonari. La domanda diventa allora se tale misura possa essere direttamente applicata sulla popolazione di Beta, ossia se possa affermarsi che il 75% delle diagnosi di tumore polmonare tra i suoi abitanti sono eziologicamente riconducibili alle emissioni della centrale termoelettrica presente su quel territorio. Premesso che la risposta al quesito sembra richiedere anche conoscenze di carattere scientifico che sono al di fuori della nostra portata, ciò che appare *prima facie* evidente è che il valore del 75% costituisce un'informazione a carattere generale, una sorta di legge di copertura sul potenziale lesivo delle emissioni di particolato delle centrali a carbone, e che pertanto la sua eventuale applicazione alla popolazione di Beta dovrà essere seguita da una corroborazione del dato alla luce delle concrete circostanze rinvenibili presso quella comunità. In questa fase, al fine di ottenere un livello di ragionevole certezza paragonabile a quello raggiunto attraverso lo studio su Alfa, risulterà comunque necessario ripetere gli accertamenti descritti in precedenza volti ad escludere l'intervento di errori; il che in buona sostanza significa – se ben vediamo – ripetere lo studio epidemiologico anche su Beta⁷².

Alla luce di tali conclusioni, risulta possibile corredare la tesi in precedenza sostenuta – quella secondo cui gli eccessi di morbilità e mortalità epidemiologicamente accertati forniscono evidenze sufficienti a dimostrare relazioni causali nell'ambito dei reati contro la persona – con la precisazione secondo cui essa presuppone lo svolgimento di uno studio epidemiologico *ad hoc*, il quale rappresenti, come una fotografia, l'eccesso di malattie e/o morti nella popolazione osservata, e possa restituire un'attendibile misura del "numero attribuibile" di eventi lesivi⁷³.

5.2.

Sull'utilizzabilità di studi epidemiologici innovativi (il caso del comune di "Gamma")

Ancora diversa ci pare la situazione in cui uno studio epidemiologico abbia ad oggetto l'esposizione ad una sostanza che, prima di quello studio, era ritenuta innocua. Esemplicando, poniamo che nelle coltivazioni dei campi che circondano il comune di Gamma vengano spruzzati pesticidi di cui non sono noti effetti lesivi sull'uomo, quanto meno non alle concentrazioni utilizzate. E poniamo che dopo un certo lasso temporale si registri presso la popolazione di Gamma un preoccupante aumento di incidenza di determinate lesioni cutanee. Poniamo, infine, che un singolo studio epidemiologico effettuato sulla stessa popolazione di Gamma evidenzi la riconducibilità del fenomeno morboso osservato all'utilizzo dei pesticidi in questione. La situazione è dunque identica a quella di Alfa sotto il profilo del carattere *ad hoc* dello studio effettuato; ma vi differisce con riferimento alla previa disponibilità di una legge scientifica di copertura relativa al carattere tossico della sostanza.

Si tratta di un tema verosimilmente destinato, nel prossimo futuro, ad attirare attenzioni sempre maggiori⁷⁴. Fermo restando che occorrerà riflettervi con maggiore attenzione, ci pare

⁷² Per ulteriori dettagli sul punto sia consentito rinviare a ZIRULIA S., *Esposizione a sostanze tossiche e responsabilità penale*, cit., 286-288.

⁷³ *Contra*, a favore della soluzione secondo cui uno studio *ad hoc* non è sempre indispensabile al raggiungimento della "ragionevole certezza", MASERA L., *Ancora sulla qualificazione penalistica dell'evidenza epidemiologica*, cit., 16-18.

⁷⁴ Basti pensare ad alcuni recenti casi di sospetta tossicità di sostanze e prodotti di ampia diffusione, che potrebbero ricevere conferme (o smentite) da nuovi studi epidemiologici: v. il caso del glifosfato nei pesticidi, sollevato dalla [nota inchiesta di Le Monde sui c.d. Monsanto Papers](#); il caso dei [Pfas nelle acque del Veneto](#); o ancora il caso del [talco di marchio Johnson&Johnson negli Stati Uniti](#). Tutti casi che evidentemente potrebbero un domani trasformarsi in vertenze, anche con risvolti di responsabilità penale, promosse dalle "vittime" dei sospetti effetti lesivi.

che alcune coordinate di fondo per impostare una prima risposta possano essere sin d'ora individuate.

Anzitutto occorre ricordare che gli studi epidemiologici rappresentano uno dei più attendibili metodi di cui disponiamo per indagare le cause delle patologie⁷⁵: sicché, la circostanza che sia proprio uno studio epidemiologico ad evidenziare per primo il carattere tossico di un'esposizione fino a quel momento ritenuta innocua non deve affatto stupire né tantomeno alimentare perplessità in ordine all'attendibilità della scoperta.

Il secondo punto fermo è che il metodo epidemiologico dispone di criteri elaborati al precipuo scopo di verificare se i valori di rischio relativo e attribuibile rispecchiano un'autentica relazione causale, cioè possono essere posti alla base di una legge scientifica di copertura. Si tratta dei criteri di Bradford Hill, chiamati con il nome dello scienziato che li ha elaborati nel 1965⁷⁶. Non si tratta di una "check-list" tassativa, bensì di linee guida attraverso le quali gli epidemiologi valutano l'attendibilità delle inferenze eziologiche, fermo restando che «uno o più di essi possono essere assenti anche laddove esista una reale relazione causale»⁷⁷. Rinviano al *Reference Manual on Scientific Evidence* per ulteriori dettagli⁷⁸, si possono qui indicare alcuni di tali criteri: la forza dell'associazione (tanto maggiore il rischio relativo, tanto maggiore la probabilità che esso rispecchi un'autentica relazione causale)⁷⁹; la conferma dei risultati da parte di altri studi epidemiologici; la plausibilità biologica dell'associazione (nel senso che esistono elementi di carattere biologico che corroborano l'inferenza causale)⁸⁰; la capacità dello studio epidemiologico di evidenziare una relazione dose-risposta sulla popolazione (nel senso che l'incidenza della patologia cresce all'aumentare dell'esposizione e diminuisce via via che l'esposizione si riduce)⁸¹.

Il terzo punto fermo riguarda i criteri attraverso i quali il giudice deve verificare l'attendibilità dello studio. È evidente, infatti, che, trattandosi di uno studio innovativo non potrà per definizione parlarsi di conoscenza consolidata nella comunità scientifica. Al riguardo occorre tuttavia ricordare come, nella più recente giurisprudenza di legittimità, il grado di consenso della comunità scientifica rappresenti soltanto uno dei criteri attraverso i quali valutare l'attendibilità di uno studio scientifico, e più precisamente rappresenti il criterio di chiusura al quale il giudice deve ricorrere laddove all'esito del dibattito si registrino una varietà di teorie in insanabile opposizione tra loro. A monte di questa verifica, peraltro, il giudizio di attendibilità di uno studio potrà essere basato su altri indici, attinenti in particolare alla correttezza del metodo utilizzato, al dibattito che ha accompagnato l'elaborazione dello studio, o ancora all'indipendenza dei soggetti che l'hanno condotto⁸²: tutte verifiche che ben potranno essere declinate rispetto ad un singolo studio epidemiologico quale quello effettuato sulla popolazione di Gamma.

In conclusione, ci pare che nulla osti, in linea di principio, a ritenere che lo studio effettuato sulla popolazione di Gamma possa essere utilizzato per le finalità descritte in precedenza, laddove sia possibile pervenire, all'esito del dibattito, a conclusioni ragionevolmente certe in merito alla sua attendibilità al metro dei criteri di Bradford Hill.

⁷⁵ Come già evidenziato in precedenza (v. *supra*, n. 2), molte fondamentali scoperte della medicina moderna e contemporanea sono state effettuate proprio grazie agli studi epidemiologici.

⁷⁶ BRADFORD HILL A., *The environment and disease: association or causation?*, 58 Proc. Royal Soc'y Med. 295, 1965. Per un recente studio sull'applicazione processuale di tali criteri (nell'ambito dei *toxic torts* nordamericani), v. NEUTRA R.R., CRANOR C.F., GEE D., *The use and misuse of Bradford Hill in U.S. Tort Law*, 58 *Jurimetrics J.*, 127-162 (2018).

⁷⁷ *Reference Manual*, cit., 600.

⁷⁸ *Reference Manual*, cit., 597-606.

⁷⁹ In epidemiologia il rischio relativo indica un'associazione positiva nel momento in cui è superiore ad 1; è chiaro che tanto maggiore è la sua misura, quanto più certa è la natura causale della relazione individuata. A titolo d'esempio si può citare, anche in ragione dell'attualità della questione nell'ambito della *toxic tort litigation* nordamericana, la dichiarazione rilasciata dal direttore del centro di ricerca sul cancro della Medical University of South Carolina a proposito degli studi relativi ai sospetti effetti cancerogeni del talco Johnson & Johnson: «*It's not like smoking, he said, which carries a risk of developing cancer 20 times higher than not smoking. Research indicates women who use talcum powder are only about 1.2 times more likely to develop cancer than non-users*» (*The Post and Courier*, 6.5.2018).

⁸⁰ Si pensi al rinvenimento di fibre di amianto nei polmoni, che corroborano la plausibilità della relazione causale tra l'inalazione di tali fibre e le patologie dell'apparato respiratorio; ancora, si pensi alla correlazione tra colesterolo e malattie coronarie, biologicamente confermata dalla presenza di colesterolo nelle placche aterosclerotiche (v. *Reference Manual*, cit., 604).

⁸¹ Si pensi agli studi venuti in rilievo nel caso Eternit, che hanno evidenziato una diminuzione dell'incidenza delle neoplasie polmonari tra gli abitanti di Casale Monferrato in corrispondenza del progressivo allontanamento del punto di osservazione dagli stabilimenti (cfr. [Trib. Torino, 13.2.2012, imp. Schmidheiny e altro](#), in *Dir. pen. cont.*, 30.5.2012, pp. 433-451).

⁸² Attraverso questo catalogo di criteri la Cassazione ha sostanzialmente recepito, nel nostro ordinamento, l'orientamento espresso dalla Corte Suprema degli Stati Uniti nel caso *Daubert*: cfr. Cass. pen., sez. IV, 17.9.2010, n. 43786, Cozzini e altri, in *Cass. pen.*, 2011, 1679 ss., con nota di R. BARTOLI. Sul tema della prova scientifica nel processo penale, v. da ultimo CANZIO G., LUPARIA L. (a cura di), *Prova scientifica e processo penale*, Wolters-Kluwer Cedam, 2018.

6.

Conclusioni

La riforma dei delitti contro l'ambiente del 2015 ha senz'altro compiuto un passo deciso nella direzione del superamento, sul piano del diritto positivo, della fuorviante idea secondo cui si tratterebbe di *victimless crimes*. Un superamento auspicato dalla criminologia ambientale e dalla dottrina penalistica, sulla scorta di considerazioni che muovono da una presa di coscienza in ordine al preoccupante aumento dell'incidenza di malattie e morti quale effetto di attività inquinanti, e che si riflettono nella convinzione che questo ramo del diritto penale non possa limitarsi a sanzionare mere disobbedienze e pericoli astratti, dovendo piuttosto fornire un ampio ventaglio di riposte, proporzionate al disvalore delle molteplici forme di offesa con le quali è chiamato a confrontarsi.

Questo percorso, tuttavia, non può essere compiuto senza intessere un serrato dialogo con le discipline scientifiche chiamate a fornire le evidenze che collegano causalmente le aggressioni all'ambiente in senso stretto ed i loro riflessi sulla salute umana. Un dialogo il cui principale interlocutore è attualmente rappresentato dalla scienza epidemiologica, l'unica ad oggi in grado di mettere a fuoco le relazioni causali in questione, in ragione del suo spettro visivo allargato dal singolo individuo all'intera popolazione.

È chiaro peraltro che, per rendere il dialogo davvero efficace, occorre anzitutto dotarsi di un linguaggio comune; il che significa, nella prospettiva del giurista, sforzarsi di familiarizzare con nozioni e concetti che a prima vista potrebbero risultare oscuri (quali il rischio relativo, il numero attribuibile, i fattori di confondimento, i criteri di Hill e via dicendo), ma dei quali non è particolarmente difficile impadronirsi, alla duplice condizione di avvalersi degli strumenti corretti (si pensi, ancora una volta, al *Reference Manual on Scientific Evidence*) e di accostarsi con la mente libera da alcuni pregiudizi che probabilmente le controverse vicende processuali degli ultimi anni hanno contribuito ad alimentare.

Accanto a tali questioni di taglio scientifico, se ne prospettano altre a carattere invece essenzialmente giuridico, in cima alle quali vi è il problema delle vittime non identificate o impersonali. La dottrina, come visto, appare al momento divisa tra un orientamento più propenso ad ignorare il problema, mantenendosi fedele all'apparato concettuale classico (che distingue tra pericolo individuale e pericolo comune, ma concepisce il danno alla persona soltanto su base individuale); ed uno che invece ritiene che anche il danno possa essere declinato su base collettiva. Questo secondo filone, che appare più attento ai contenuti delle evidenze epidemiologiche (segnatamente della misura del numero attribuibile), è poi ulteriormente diviso tra chi sostiene che gli eventi collettivi possano essere valorizzati soltanto nell'ambito di fattispecie *ad hoc*, e chi invece afferma che il compito possa essere assegnato alle fattispecie d'evento lesivo contro la persona. Sebbene sulla carta entrambe le soluzioni appaiano percorribili, ci è parso da un lato che il delitto di disastro ambientale-sanitario (art. 452-*quater* n. 3), per come attualmente configurato, incrimini un'offesa di pericolo comune e non di danno (nemmeno in forma collettiva); dall'altro lato, che vi siano validi argomenti per sostenere che anche i danni alla salute ed alla vita di vittime non identificate possono essere a pieno titolo intercettate dai reati contro la persona di lesioni personali ed omicidio, a condizione naturalmente che il nesso eziologico sia accertato con ragionevole certezza, sebbene soltanto a livello di popolazione.

I problemi di accertamento causale, peraltro, rappresentano soltanto un aspetto del più ampio tema della responsabilità penale per i danni alla vita ed alla salute determinati dall'inquinamento ambientale. A ben vedere, infatti, riconoscere la capacità delle evidenze epidemiologiche di dimostrare relazioni causali di danno significa anzitutto descrivere le conseguenze, in termini di perdita di vite e di salute, dell'attuale modello di sviluppo delle società in cui viviamo. Un modello da cui derivano effetti collaterali spesso prevedibili, che tuttavia l'ordinamento tollera ed autorizza, entro certi limiti, a beneficio di altri vantaggi di ordine economico e non solo. Si tratta di bilanciamenti di interessi che giuridicamente acquistano valore nel quadro concettuale del "rischio consentito", e che impongono di avviare una seria riflessione in ordine ai *limiti* della responsabilità penale per la causazione di eventi lesivi attraverso condotte notoriamente pericolose ma al contempo lecite. In questa prospettiva appare senz'altro opportuna la previsione della clausola di illiceità espressa "abusivamente" nelle fattispecie delittuose introdotte nel titolo VI-*bis* del codice (in linea con il requisito di "illiceità" di

cui all'art. 3 della direttiva 2008/99/CE)⁸³; fermo restando che il rischio consentito presenta una portata garantistica più ampia, che dovrebbe entrare in gioco quale limite generale della responsabilità penale anche nell'ambito delle fattispecie che non contemplano clausole di illiceità espressa, segnatamente i delitti d'evento contro la persona. Il tema esula dall'ambito del presente lavoro, ma è chiaro che in futuro l'approfondimento relativo al ruolo delle conoscenze epidemiologiche nel processo penale non potrà che procedere parallelamente ad esso⁸⁴.

⁸³ Una parte della dottrina interpreta la clausola "abusivamente" proprio quale requisito che impone di accertare il superamento del "rischio consentito", a sua volta determinato sulla base delle disposizioni (legislative, regolamentari o racchiuse nelle autorizzazioni amministrative) che disciplinano lo svolgimento di attività inquinanti: cfr., BISORI L., *Linee interpretative e nodi problematici della abusività della condotta nei nuovi reati ambientali. Prove tecniche di abusivismo giudiziario?* in *Criminalia*, 2015, 317-322; FIMIANI P., *La tutela penale dell'ambiente*, cit., 87; RUGA RIVA C., *Diritto penale dell'ambiente*, cit., 244; DE SANTIS G., *Il nuovo volto*, cit., 169; PAVICH G., *Reati di inquinamento ambientale e disastro ambientale*, cit., 410.

⁸⁴ Sul punto sia consentito rinviare a ZIRULIA S., *Esposizione a sostanze tossiche e responsabilità penale*, cit., 335 ss., nonché, con particolare riferimento ai rapporti tra evidenza epidemiologica e causazione di eventi lesivi "leciti", 451-454.