

SICUREZZA DELLE ACQUE **A USO POTABILE**

**NUOVI INDICATORI
DI QUALITÀ
PER GLI AGROFARMACI**

DOSSIER 2020 **ACQUE POTABILI**

AUTORE: DONATELLO SANDRONI

Proprietà dell'autore

© Edizione italiana

2020 Editoriale Orsa Maggiore

Via Galvani 36 , 20019 Settimo Milanese (MI)

Tel. 0039-02-33501925/7 - Fax 0039-02-33510339

www.macchinetrattori.info

e-mail editorialeorsamaggiore@gmail.com

Copertina e impaginazione: Paolo Girardi

Finito di stampare nel marzo 2020 presso D'Auria Printing

TUTTI I DIRITTI RISERVATI

Testi, tabelle, fotografie e grafici la riproduzione vietata senza il consenso dell'autore e della Casa Editrice

NOTE SULL'AUTORE:

Genovese classe 1964, Donatello Sandroni si è laureato in Scienze Agrarie presso l'Università degli Studi di Milano con una tesi sperimentale triennale incentrata sul fenomeno dell'eutrofizzazione delle acque lacustri dal titolo: "Biomaniolazione della catena trofica per il controllo dell'eutrofizzazione nei laghi". Dopo la laurea ha svolto per cinque anni attività di ricerca presso il gruppo di ecotossicologia della medesima università, conseguendo anche un dottorato di ricerca in "Chimica, biochimica ed ecologia degli antiparassitari". I temi approfonditi in tal caso vertevano sul destino e sul comportamento ambientale di alcune sostanze attive abitualmente utilizzate in agricoltura, al fine di valutarne eventuali rischi per gli organismi acquatici. Da febbraio 1996 a dicembre 2009 ha svolto differenti mansioni per alcune società del settore agrochimico: dall'R&D al marketing, dalla comunicazione alla registrazione di nuovi prodotti. Libero professionista, dal 2010 opera come giornalista e divulgatore scientifico. Socio di Editoriale Orsa Maggiore, casa editrice dei mensili "Macchine Trattori" e "Macchine Motori", cura diverse rubriche fra le quali "Biotech", "Ambiente" ed "Energie". Parallelamente, collabora con Agronotizie.it, per il quale si occupa in special modo del mondo della difesa fitosanitaria, della nutrizione vegetale e delle biotecnologie. È infine l'autore del libro "Ki ti paga?", disamina critica dei più comuni preconcetti che gravano sull'agricoltura, e "Orco Glifosato - storia di lobby, denaro, cancro e avvocati", incentrato sul caso glifosate a seguito del suo inserimento fra i "probabili cancerogeni" per l'uomo da parte dell'Agenzia per la ricerca sul cancro.

ABSTRACT

La Direttiva 80/778/CEE, del 1980, stabilì diverse soglie per una molteplicità di contaminanti delle acque a potenziale uso potabile. Ai prodotti per la difesa fitosanitaria, indipendentemente dalla loro tipologia e dagli aspetti tossicologici intrinseci, venne attribuita una soglia pari a 0,1 µg/L (microgrammi/litro). Questo in caso di presenza di singole molecole. La soglia venne invece fissata pari a 0,5 µg/L in caso di eventuali miscele di sostanze attive contestualmente presenti. Tali limiti, avulsi da qualsivoglia valutazione di natura tossicologica, sono tutt'oggi vigenti e spesso i loro superamenti causano allarmi a livello di media e Autorità locali. Ciò rende quindi sempre più impellente l'adozione di altri e più moderni indicatori, necessariamente Risk e Science based, analoghi a quelli utilizzati in diversi Paesi anglosassoni e, per alcune molecole, anche dall'OMS. Obiettivo del presente dossier è pertanto quello di sviluppare nuovi valori di riferimento aventi base tossicologica. Riferimenti che si auspica vengano in futuro adottati a integrazione e perfezionamento degli attuali limiti di Legge. Ciò anche in considerazione della positiva evoluzione dei profili tossicologici delle sostanze attive utilizzate in agricoltura rispetto a quelli delle molecole impiegate all'epoca dell'elaborazione della summenzionata Direttiva. I nuovi riferimenti proposti per le acque a uso potabile (LCT: Limiti di Confidenza Tossicologica) sono stati elaborati in ossequio alle soglie considerate sicure per l'uomo, ovvero gli ADI: Acceptable Daily Intake. Tali soglie risultano specifiche per ogni sostanza attiva e sono ampiamente condivise dalla comunità scientifica internazionale. Operando in tal modo è stato possibile superare l'omnicomprensiva soglia di 0,1 µg/L, permettendo di fissare per ogni molecola, o per differenti miscele di molecole, specifici valori di concentrazione massima ammissibile per la salute umana. Sono stati quindi reperiti 430 valori di ADI, attingendo prevalentemente dalla Banca dati dell'Unione europea e integrandoli quando in essa assenti con valori ricavati da analoghe liste predisposte da altre Autorità sanitarie internazionali, anch'esse molto complete. Oppure ancora da monografie prodotte dall'OMS su specifiche molecole, come per esempio AMPA, metabolita di glifosate. Di questi valori oltre 300 sono relativi a sostanze attive tuttora utilizzabili in Italia per la protezione delle colture. Una volta raccolti tali dati, questi sono serviti ad alimentare due distinte formule di calcolo che permettono di fissare specifici LCT molecola per molecola oppure miscela per miscela. Le formule messe a punto seguendo i criteri di cui sopra sono state applicate alle 430 molecole reperite in bibliografia, adottando ulteriori coefficienti cautelativi nei riguardi della sicurezza per l'uomo. I risultati ottenuti appaiono emblematici della sensibile distanza che intercorre fra gli attuali limiti normativi e i nuovi LCT ottenuti tramite calcolo su base tossicologica: una gran parte delle molecole mostra infatti valori di LCT fra le centinaia e le migliaia di volte il limite di 0,1 µg/L. Il 99,3% delle molecole ha infatti ottenuto valori di LCT che si situano > 1 µg/L, cioè da 10 volte l'attuale limite di Legge in su. Il 90,7% delle sostanze attive si colloca su valori superiori di almeno 100 volte. L'84,3% mostra LCT > 200 volte e nel 64,1% risulta maggiore di non meno di 500 volte. Il tutto, a ulteriore conferma della solidità dei processi normativi vigenti alla base dell'autorizzazione dei prodotti fitosanitari. Evidenze, queste, oltremodo robuste che non possono quindi essere più ignorate quando si affronti il tema della contaminazione delle acque da agrofarmaci e gli effettivi livelli di rischio per la salute umana.



INDICE

Introduzione	2	Integrazione dei limiti nelle acque: impellenza irrimandabile	9
Aspetti normativi	3	• La tossicologia quale punto di riferimento per nuovi limiti nelle acque	10
ADI: Acceptable daily intake e suo ruolo nella valutazione del rischio	4	• La gestione delle miscele multiresiduali	11
Esposizione umana ai prodotti fitosanitari	6	Conclusioni	14
• Esposizione teorica tramite alimenti	6	Bibliografia	15
• Esposizione teorica tramite le acque	8	Allegati	16

INTRODUZIONE

La sicurezza per la salute umana delle acque potabili è aspetto di primaria rilevanza in una società dalle attività sempre più complesse, talvolta impattanti sui diversi comparti ambientali, ovvero aria, acqua e suolo. Molteplici sostanze attive di varia origine e natura vengono infatti immesse quotidianamente nell'ambiente, specificatamente nelle acque. Tutte contaminazioni di tipo diffuso, oppure puntiforme, che come esito hanno comunque un diverso grado di contaminazione di laghi, fiumi e falde. Basti pensare che in Spagna ben 43 differenti farmaci sarebbero stati rinvenuti nel fiume Ebro che scorre lungo la Catalogna⁽¹⁾. Farmaci giunti alle acque fluviali a seguito di escrezione fecale o urinaria da parte dei pazienti che li assumevano. Negli Stati Uniti sono stati trovati ormoni in fiumi e laghi⁽²⁾, la cui origine era prevalentemente zootecnica, sebbene anche l'origine umana sia parte integrante del problema tramite assunzione di steroidi o di ormoni con finalità anticoncezionali.

Perfino alcune discutibili abitudini personali, come l'assunzione di sostanze stupefacenti, genererebbero ricadute sulle acque, come evidenziato dall'Istituto Mario Negri di Milano che ha rinvenuto cocaina perfino nel fiume Po⁽³⁾. Una presenza confermata anche più di recente da alcune ricerche svoltesi in Inghilterra⁽⁴⁾ dalle quali sarebbero emersi 56 differenti sostanze attive contenute in una specie di crostaceo d'acqua dolce, il *Gammarus pulex*, sebbene a livelli di pochi nanogrammi per grammo di peso corporeo. Al fianco delle tracce di alcune sostanze attive impiegate nella difesa delle colture, come oxamyl, propazina, acetamiprid e thiacloprid, sono state rinvenute per la quasi totalità molecole afferenti alla farmacopea umana: quasi il 90% delle sostanze presenti nei gamberetti erano infatti diuretici come l'idroclorotiazide, o antidepressivi come alprazolam, diazepam, citalopram, clorazepam, affiancati da un antidolorifico come il tramadol, un antistaminico come la difenidramina, o stimolanti come il 4-fluoromethcathinone e la cocaina. Non mancano molecole comunemente usate dagli asmatici quale il salbutamolo, avente anche parziale effetto anabolizzante e pertanto iscritto nelle liste dell'antidoping, oppure la lidocaina e perfino la ketamina, anestetico dissociativo.

Ben si comprende quindi come l'approccio alla qualità delle acque, sia superficiali, sia di falda, dovrebbe abbracciare in senso ampio ogni diverso componente xenobiotico, sia di origine agricola, sia di fonte civile o industriale. Un obiettivo, questo, cui dovrebbero mirare le politiche nazionali ed eurocomunitarie dell'immediato futuro, magari in base a una razionale lista di priorità. Per il momento, pur a fronte di un siffatto scenario, complesso e variegato, nel presente dossier verranno prese in considerazione esclusi-



vamente le sostanze attive a uso agricolo. Nonostante queste rappresentino solo una parte minoritaria di tutti gli inquinanti presenti nelle acque, esse patiscono infatti di una esposizione mediatica che altera la percezione popolare circa i reali rischi sanitari derivanti dalla loro presenza nei corpi idrici. La focalizzazione monocorde, quasi ossessiva, della comunicazione sul tema "pesticidi" ha infatti trasmesso all'opinione pubblica e ai decisori politici l'erronea convinzione che siano questi a rappresentare i maggiori rischi sanitari per la popolazione. Ricerche come quella inglese o quella spagnola, al contrario, mostrano come gli agrofarmaci siano solo una frazione alquanto ridotta dell'ammontare complessivo delle contaminazioni delle acque. In attesa quindi che la ricerca scientifica e la normativa abbraccino il problema nella sua interezza, con il presente dossier si cercherà di offrire utili riferimenti numerici, elaborati su base tossicologica, atti a restituire una rappresentazione più razionale ed equilibrata dei prodotti fitosanitari in relazione alla loro presenza nelle acque a uso potabile.

ASPETTI NORMATIVI

Al fine di stabilire i necessari parametri di riferimento per le diverse molecole eventualmente presenti in un corpo idrico, utilizzabile a uso potabile, sono stati prodotti nel tempo specifici documenti di valenza europea e nazionale. Per esempio, la Direttiva 80/778/CEE, del 1980, stabilì diverse soglie per una molteplicità di sostanze inquinanti, esprimendole come concentrazioni ammissibili nelle acque. A tutti i prodotti per la difesa fitosanitaria delle colture agrarie, indipendentemente dalla loro tipologia e dagli aspetti tossicologici intrinseci di ciascuno di essi, venne attribuita una soglia pari a 0,1 µg/L (microgrammi per litro, ovvero milionesimi di grammo). Questo in caso di presenza di singole molecole, ma la soglia sale a 0,5 µg/L per eventuali miscele di sostanze attive contestualmente presenti. Perplime che nel medesimo documento vengano poste soglie decisamente superiori per elementi la cui nocività per la salute umana è ormai chiara, come arsenico, cadmio, piombo e mercurio. Questi inquinanti possono essere anche di origine naturale, come per esempio l'arsenico, al quale dalla medesima Direttiva venne data una soglia di 50 µg/L. Ovvero 500 volte quelle imposta alle sostanze attive a uso fitosanitario nonostante la sua nota tossicità e cancerogenicità a seguito di assunzioni significative e prolungate nel tempo.

Medesimi livelli vennero considerati tollerabili per i cianuri, per il piombo (in acqua corrente) e per il cromo, mentre per cadmio e mercurio tali valori vennero espressi rispettivamente pari a 5 e 1 µg/L. Ciò equivale rispettivamente a 50 e 10 volte i limiti posti agli agrofarmaci. Anche gli idrocarburi furono contemplati nella Direttiva, con un valore di 10 µg/L: cento volte superiore rispetto a quello dei prodotti fitosanitari. Divari palesemente sproporzionati, sebbene si comprenda come all'epoca i prodotti per la difesa delle colture fossero gravati da profili tossicologici molto peggiori di quelli attuali. Ciò che però più colpisce di tali valori-soglia per gli agrofarmaci è che non risulta alcun processo di valutazione tossicologica alla base dei limiti di 0,1 e di 0,5 µg/L. Queste molecole sono infatti tutte diverse le une dalle altre, sia per quanto concerne la tossicità acuta, sia quella di tipo cronico. Ogni molecola andrebbe infatti valutata sotto una molteplicità di aspetti e per ciascuna sostanza attiva sarebbe opportuno venissero fissati nuovi criteri sui quali basare la regolamentazione delle acque a uso potabile. A conferma, già a 26 anni dalla Direttiva del 1980, la Dir. 2006/118/CE stabilì nella sua prima pagina che (Punto 8) "Dovrebbero essere stabilite, come criteri comunitari per la valutazione dello stato chimico dei corpi idrici sotterranei, norme di qualità per i nitrati, i prodotti fitosanitari e i biocidi e dovrebbe essere assicurata la coerenza, rispettivamente, con la direttiva 91/676/CEE, del Consiglio, del 12 dicembre 1991, relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole, la direttiva 91/414/CEE del Consiglio, del 15 luglio 1991, relativa all'immissione in commercio dei prodotti fitosanitari, e la direttiva 98/8/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 febbraio 1998, relativa all'immissione sul mercato dei biocidi". Il concetto di una specifica "valutazione di norme di qualità" è pertanto contemplato in tale Direttiva, la quale subito di seguito ammette come (Punto 9) "In talune zone, la protezione delle acque sotterranee potrebbe richiedere una modifica delle prassi agricole o forestali suscettibile di comportare una perdita di reddi-



La gestione antropica delle acque è materia complessa, riguardando aree del sapere interdisciplinari a cavallo fra attività produttive, ambiente e salute umana

to. La Politica agricola comune prevede meccanismi di finanziamento per attuare misure volte a garantire il rispetto degli standard comunitari [...]". In sostanza, si è perfettamente consapevoli che le restrizioni di impiego dei mezzi tecnici possano impattare negativamente i bilanci delle aziende agricole. Bilanci da integrarsi poi con una serie di specifici contributi pubblici il cui carattere compensativo emerge ogni giorno più chiaramente nella sua principale essenza. In sostanza, gli agricoltori vengono sussidiati per sopportare in qualche modo le perdite di produttività causate dalle limitazioni poste dalle normative vigenti. Ancora, all'Art. 2 (Pag. 3) la medesima Direttiva recita: «*Norma di qualità delle acque sotterranee*: una norma di qualità ambientale definita come la concentrazione di un determinato inquinante, gruppo di inquinanti o indicatore di inquinamento nelle acque sotterranee che non dovrebbe essere superata al fine di proteggere la salute umana e l'ambiente». In tale passaggio vengono quindi previsti chiaramente degli specifici valori di soglia di qualità delle acque. La discussione deve quindi partire proprio da qui, cercando di rispondere alle seguenti domande: sono ormai da ritenersi obsoleti e quindi superati i limiti di 0,1 e 0,5 µg/L per i prodotti fitosanitari, stabiliti dalla Dir. 80/778/CEE? Dovrebbero subentrare nuovi criteri di valutazione al fine di assicurare limiti di potabilità derivanti da analisi e processi valutativi più razionali e di natura scientifica? A distanza di 39 anni dalla Dir. 80/778/CEE le risposte appaiono entrambe sì:

quei limiti, per come sono stati concepiti, hanno ormai ben poco senso e stanno causando inutili danni alla produttività delle aziende agricole, legandole sempre più indissolubilmente a una serie di contributi che ne vincolano l'operato, sempre meno basato questo sulle competenze proprie della fitoiatria e sempre più impoverito di sostanze attive impiegabili a difesa delle colture.

Il tutto, mentre la FAO ha nominato il 2020 anno della salute delle piante, anche in considerazione del fatto che la stessa Agenzia stima che al Mondo circa il 40% delle produzioni agricole potenziali finisca distrutta da patogeni, parassiti ed erbe infestanti. Un valore cui purtroppo contribuiscono fortemente le aree più povere del Pianeta, in cui le tecniche agronomiche sono spesso inadeguate. In Paesi evoluti come l'Italia le summenzionate restrizioni normative stanno invece contribuendo a ridurre progressivamente l'autosufficienza agroalimentare del Paese, divenuto negli anni sempre più dipendente da ingenti importazioni di materie prime come soia e cereali, ma anche di prodotti di alto pregio come olio, latte e carni. Un processo alquanto grave di impoverimento delle potenzialità produttive agricole nostrane, le quali andrebbero invece rilanciate anche intervenendo sui limiti posti all'operatività delle aziende agricole stesse, quando

questi limiti non risultassero giustificati da interessi superiori come appunto quelli sanitari. Fra questi limiti, inutilmente restrittivi, ricadono appunto quelli che gravano sugli agrofarmaci nelle acque potabili. Limiti per modificare o integrare i quali si è deciso di produrre il presente studio, al fine di realizzare uno strumento utile ai decisori politici e agli amministratori pubblici che con il tema della sicurezza delle acque devono gioco-forza avere a che fare. Nei capitoli successivi si riporteranno quindi i risultati delle ricerche svolte, incentrate sull'individuazione di nuove soglie di riferimento ricorrendo a un approccio di tipo tossicologico atto a fissare per ogni sostanza attiva ad azione fitosanitaria un valore altrettanto specifico di concentrazioni massime ammissibili nelle acque potabili.

ADI: ACCEPTABLE DAILY INTAKE E SUO RUOLO NELLA STIMA DEL RISCHIO

Quale parametro utile a valutare eventuali rischi tossicologici per l'Essere umano si utilizza comunemente il concetto di ADI, in inglese "acceptable daily intake", ovvero l'assunzione giornaliera accettabile per una determinata sostanza attiva. Gli ADI sono specifici molecola per molecola e si esprimono in milligrammi per chilo di peso corporeo per giorno. In sostanza, il valore di un ADI è ciò che di una determinata sostanza attiva un Essere umano può assumere giornalmente, teoricamente per tutta la vita, senza che vi siano effetti avversi per la salute. Gli ADI sono parametri stimati a partire da altri dati evidenziatisi negli esperimenti di laboratorio su cavie, nella fattispecie mammiferi. Fra questi ricade il cosiddetto NOEL, ovvero il No Observed Effect Level, livello al quale non è stato osservato alcun effetto,

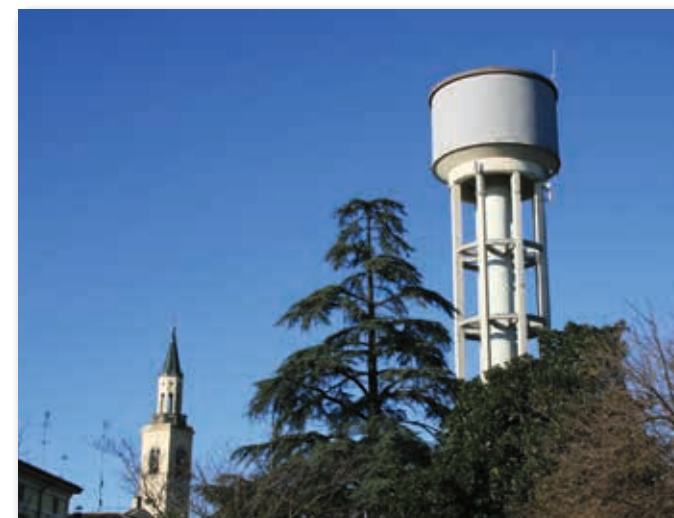


né negativo né positivo, sulle cavie sottoposte a test. Test la cui durata può variare quanto a tempi in funzione delle cavie prescelte: di solito 90 giorni per i roditori (topi, ratti), un anno per i cani. Considerando la vita media di tali animali, stimabile a ridosso dei tre anni per i primi e dei 12 anni per i secondi, i tre mesi nella vita di un roditore e l'anno nella vita di un cane corrispondono percentualmente a quasi sette anni nella vita dell'uomo. Un lasso temporale che appare quindi sufficientemente ampio al fine di appurare l'eventuale insorgenza di un qualsivoglia effetto, avverso o meno che sia. I NOEL non sono però l'unico parametro di partenza per calcolare l'ADI.

In taluni casi viene infatti utilizzata come origine il NOAEL, acronimo di No Adverse Effect Level, cioè la dose determinata sperimentalmente alla quale non si è manifestata alcuna indicazione statisticamente o biologicamente significativa dell'effetto tossico derivante dall'assunzione della molecola oggetto di indagine. Infine, nei casi in cui il NOAEL non sia stato individuato sperimentalmente, può essere adottato il valore di LOAEL, cioè i livelli più bassi ai quali sono stati osservati effetti avversi. Tutti i parametri sopra menzionati sono anch'essi espressi in milligrammi per chilo di peso corporeo per giorno. Operativamente, per fissare i rispettivi ADI delle diverse sostanze attive si parte dai valori di NOEL ottenuti su cavie e li si divide per un coefficiente di sicurezza che tenga in considerazione le eventuali diversità fisiologiche fra le specie testate e la popolazione umana, come pure all'interno di questa, a tutela delle fasce più deboli come per esempio i bambini. Se quindi si è ottenuto per esempio un valore di NOEL pari a 100 mg/kg/giorno, questo verrà diviso per 10 in considerazione della possibile differenza metabolica fra cavie utilizzate ed Esseri umani, come pure si applicherà un'ulteriore divisione per 10 al fine di tutelare gli individui eventualmente più sensibili. In sostanza, per individuare gli ADI i valori di NOEL vengono divisi di prassi per 100. Quindi, riprendendo l'esempio sopra esposto, per una sostanza attiva che non abbia manifestato alcun effetto sulle cavie a 100 mg/kg/giorno verrà fissato un ADI pari a 1 mg/kg/giorno. Un uomo o una donna di 60 chilogrammi di peso potrà cioè essere esposto/a giornalmente fino a 60 milligrammi di tale sostanza, pur restando all'interno di un valore da ritenersi ininfluenza per la sua salute anche a fronte di esposizioni continuative di lungo periodo. Grazie a tale margine di confidenza il concetto di ADI è stato spesso utilizzato come strumento utile a prendere decisioni in sede di gestione del rischio. Ad esempio, è possibile utilizzare gli ADI delle differenti molecole per approvare dal punto di vista tossicologico i livelli massimi di residui per come sono stati individuati nei diversi prodotti alimentari e, in alcuni Paesi anglosassoni, anche per valutare le concentrazioni da considerarsi sicure nelle acque potabili.

Indipendentemente però dal punto di partenza adottato per il calcolo dell'ADI, possono nascere comunque alcuni problemi interpretativi sull'adozione di tali soglie, stimate come detto a partire dagli esperimenti su animali, quando le si adotti nell'ambito della gestione del rischio umano. Per esempio, non è corretto considerare l'ADI quale parametro "spartiacque" atto a stabilire in modo netto la soglia fra presenza del rischio, valori sopra l'ADI, e la sua assenza, valori sotto l'ADI.

Il rischio va infatti interpretato come una curva che tende asintoticamente a zero, senza cioè raggiungere mai il valore teorico di "rischio zero" anche in caso venisse raggiunto di fatto lo zero dal punto di vista del buon senso. Del resto, non vi è attività umana che non comporti qualche rischio, dal passeggiare per strada a ingerire un'arachide. Usare l'ADI come divisorio manicheo fra situazioni di "rischio" e di "non rischio" risulta quindi approccio fondamentalmente sbagliato, sia concettualmente, sia in termini pratici. Anche perché ciò potrebbe indurre a credere che un valore di poco superiore all'ADI, magari estemporaneo e transitorio, sia da reputarsi inaccettabile, quando così non è. L'ADI è semmai da considerarsi una soglia fino alla quale il rischio per l'Uomo è da considerarsi "ragionevolmente accettabile", sollevando la necessità di ulteriori approfondimenti in caso tali soglie venissero sfiorate. Specialmente quando lo sfioramento fosse a carattere sporadico, infatti, tale eventualità non rappresenterebbe di per sé la prova di "rischi inaccettabili", poiché se l'esposizione non è continuativa e prolungata nel tempo ogni considerazione sull'ADI viene a cadere. Nonostante quindi l'affinamento della valutazione dei rischi sia in continuo



Gli acquedotti sono fra le costruzioni più alte fra quelle che insistono nei territori comunali, specialmente nei paesi di piccola estensione dove competono finanche con i campanili

progresso, i valori di ADI restano a oggi un'affidabile riferimento per stabilire se l'esposizione a delle sostanze attive possa destare preoccupazione o meno in termini di salute umana. Di certo, nel caso i livelli di esposizione a una molecola si mostrassero abbondantemente inferiori al proprio ADI, magari in termini di ordini di grandezza, tale comparazione "esposizione-ADI" andrebbe considerata particolarmente affidabile in termini di stima del rischio, permettendo di considerare "ininfluenti sulla salute umana" i livelli di esposizione misurati. In caso poi di contestuale presenza di più molecole nella medesima fonte di esposizione (aria, acqua, cibo), le valutazioni del rischio andrebbero effettuate puntualmente in funzione della specifica miscela di sostanze attive, delle loro concentrazioni e dei tempi stessi di esposizione. Gli ADI in tal caso divengono utili solo quando siano parte di un processo valutativo più esteso e complesso, pur restandone la base di partenza. Se infatti una miscela di molecole fosse composta da singole concentrazioni tutte molto lontane dai rispettivi ADI, anche il potenziale rischio complessivo per l'Uomo andrebbe considerato di conseguenza "non inaccettabile". Un concetto, quello della "non inaccettabilità", che fatica però a farsi largo nell'attuale comunicazione dei rischi legati all'uso dei prodotti fitosanitari, con tutte le conseguenze negative sul comparto agricolo che vengono purtroppo registrate.

ESPOSIZIONE UMANA AI PRODOTTI FITOSANITARI

Al fine di comprendere appieno le finalità e le potenzialità del presente lavoro è necessario fornire una panoramica circa l'esposizione complessiva della popolazione alle sostanze fitosanitarie, per lo meno tramite assunzione con i cibi e con l'acqua. Altre forme di esposizione, puntuali e spesso di tipo professionale, esulano infatti dal presente contesto. In questo capitolo si forniranno quindi alcuni dati utili alla comprensione delle dimensioni reali del tema "pesticidi", attingendo a opportuni riferimenti bibliografici, sia per quanto concerne i residui sugli alimenti, sia per quanto concerne la presenza di agrofarmaci nelle acque. La somma delle due fornirà la quasi totalità dell'esposizione complessiva umana.



Sebbene i controlli siano già oggi affidabili e rassicuranti, l'apporto di residui tramite alimentazione rimane maggioritario rispetto a quello derivante dalle acque

ESPOSIZIONE STIMATA TRAMITE ALIMENTI

Un calcolo dell'esposizione umana ai residui sugli alimenti si può effettuare riferendoci al lavoro di Ivano Camoni, del laboratorio di tossicologia applicata dell'Istituto Superiore di Sanità⁽⁵⁾. Questi, attingendo ai report sui monitoraggi residui dei Ministeri della Salute e dell'Agricoltura ha potuto elaborare un quadro esaustivo dell'effettiva quantità dei diversi fitosanitari che i cittadini italiani portavano a casa con la spesa sul finire degli Anni 90, quando gli usi di agrofarmaci erano più elevati rispetto agli odierni scenari e quando la sensibilità verso il contenimento dei residui sui cibi era ancora agli albori. Ovviamente, tale studio va considerato di carattere esemplificativo, dal momento che nel frattempo sono diminuite le tonnellate impiegate, come pure sono cambiate le tipologie di molecole, oggi meno tossiche di allora, nonché le metodiche analitiche

e alcuni riferimenti tossicologici. Ciò non di meno, il lavoro di Ivano Camoni rimane uno dei case history più interessanti sul tema dei residui e del loro peso reale nella vita dei consumatori dal punto di vista tossicologico. Dapprima il ricercatore dell'ISS ha accorpato in un'unica tabella tutti gli EDI relativi ai residui.

Per EDI, acronimo di Estimated Daily Intake, si definisce l'ingestione giornaliera stimata di ogni sostanza attiva presente sugli alimenti. È cioè il parametro che stima quanti agrofarmaci possono essere potenzialmente ingeriti nel corso di un'alimentazione media comune. O meglio, è il parametro che svela quanti residui sono contenuti nei cibi che vengono acquistati tal quali. Moltiplicando infatti i valori medi dei residui di ciascun agrofarmaco per il consumo che viene fatto di ciascun cibo, è possibile ricavare un "peso" complessivo dei residui. Un peso il quale, proprio come l'ADI, viene espresso in milligrammi per chilo di peso corporeo per giorno e per giorno. Sommando infine i diversi EDI di ogni prodotto fitosanitario e moltiplicando il tutto per 365 giorni, è possibile quindi stimare la quantità complessiva annua di agrofarmaci che arrivano nelle case dei cittadini. Il che non vuol dire necessariamente ingerita.

La ricerca di Ivano Camoni, svolta come detto sul finire degli Anni 90, ha considerato i risultati del monitoraggio residui per l'anno 1997. Furono 275 le molecole indagate, di cui però solo 90 furono rinvenute come residui sui cibi. Vennero analizzati 7.951 campioni, producendo 240.822 determinazioni analitiche su 152 tipi differenti di alimenti. Grazie a tali dati è stato possibile estrapolare dal lavoro di Ivano Camoni un quantitativo approssimativo di residui pro capite pari a circa 200 milligrammi l'anno. Cifra al lordo dei residui che vengono asportati tramite le pratiche di lavaggio, asciugatura, sbucciatura e cottura. Appare quindi ragionevole stimare in poche decine di milligrammi l'ingestione effettiva annua. Ciò che però più conta, al di là delle stime numeriche, è il rapporto fra EDI e ADI, ovvero fra ciò che può essere potenzialmente ingerito e ciò che la tossicologia suggerisce di considerare "sicuro" per la salute umana. Analizzando i dati di Ivano Camoni per il 1997, la percentuale di saturazione dei rispettivi ADI da parte delle diverse molecole era per la quasi totalità al di sotto dell'1% (vedi tab. 1). In seguito, nel 2000 il panorama pare sia migliorato ulteriormente. In tale anno dall'ONR (Osservatorio Nazionale Residui) furono infatti analizzati 19.580 campioni, di cui 9.007 di frutta.

Adottando anche per l'anno 2000 i calcoli già effettuati da Ivano Camoni nel 1997, la percentuale dei rapporti EDI/ADI inferiori a 0,01% salì al 74%, riducendosi a soli due punti percentuali quella superiore all'1%. In sostanza, le percentuali di saturazione dei rispettivi ADI tramite alimentazione appare oltremodo bassa in entrambi gli scenari considerati. A conferma della sostanziale ininfluenza dei residui nei cibi sulla salute umana, è poi giunto nel 2015 uno studio svedese svolto dallo Swedish Environmental Research Institute per conto di Coop Sverige AG⁽⁶⁾. Da tale indagine, incentrata sullo stile alimentare di una famiglia svedese, il picco massimo di assunzione giornaliera si è fermato a valori cinque volte al di sotto dell'ADI.

EDI/ADI (%)	% delle molecole analizzate (1997)	% delle molecole analizzate (2000)*
Fino a 0,01%	68,3%	74%
Da 0,01 a 0,1%	4,4%	13,8%
Da 0,1 a 1%	22,9%	10,2%
>1%	4,4%	2%

Nella maggior parte dei casi, i dati sono risultati in termini di pochi punti percentuali del rapporto EDI/ADI, permettendo di considerare sicuri gli alimenti ingeriti da quella famiglia. Evidenza puntuale confermata poi a livello generale anche da EFSA tramite il suo Scientific Report 2018⁽⁷⁾, elaborato sui dati relativi al 2016: "EFSA concluded that according to the current scientific knowledge, the long-term dietary exposure to pesticides covered by the 2016 EUCP was unlikely to pose a health risk to consumers". Ovvero, a fronte degli attuali livelli residuali nei cibi, EFSA conclude che l'esposizione di lungo periodo attraverso la dieta non pone verosimilmente rischi per la salute dei consumatori. Nonostante ciò, l'Autorità europea ha comunque lanciato nel 2016 il progetto MixTox avente lo scopo di affinare metodologie armonizzate per meglio valutare i rischi derivanti da miscele di agrofarmaci sia per l'uomo, sia per animali e ambiente. In sostanza, le miscele di molecole dovranno essere valutate in base all'organo target che potrebbe essere colpito. Il rischio derivante da presenza multipla di residui verrà perciò calcolato per gruppi di sostanze simili, aventi cioè il medesimo sito di azione o via metabolica.

Anche in MixTox, però, i parametri base restano comunque la tossicità intrinseca di ogni sostanza attiva e i livelli di esposizione ad essa. Casi noti di interferenze fra sostanze attive differenti sono infatti riportati in bibliografia, per esempio, fra statine antiproteomiche e succo di pompelmo⁽⁸⁾. Quest'ultimo interferirebbe con il metabolismo delle statine prolungandone la presenza nel corpo. Oppure ancora le interazioni fra melamina e acido urico, portatrici di calcoli renali come evidenziato in Canada dal caso di alcuni mangimi per animali domestici contaminati da melamina⁽⁹⁾, evento ripetutosi in Cina tramite alimenti per bambini contaminati con la medesima sostanza⁽¹⁰⁾. In entrambi i casi, però, la dose di esposizione è stata decisamente significativa. Le statine erano infatti assunte quotidianamente ad alcune decine di milligrammi al giorno e nel caso melamina/acidi urici la formazione di cristalli renali si è verificata a dosi elevate di melamina, risultando irrilevante a dosi più contenute⁽¹¹⁾. Fra i tre casi sopra riportati e le tracce multiresiduali di agrofarmaci nei cibi e nelle acque corre quindi una profonda differenza: le statine, co-

Tab 1. percentuale di sostanze attive nei diversi intervalli del rapporto EDI/ADI per l'anno 1997 e 2000 (* Dati Osservatorio Nazionale Residui)

me detto, erano somministrate a dosi terapeutiche, quindi efficaci nel generare l'effetto desiderato, come pure il succo di pompelmo era bevuto nell'ordine dei decilitri. Stessa cosa per la melamina, assunta dagli animali tramite il mangime in ragione di diversi milligrammi, oppure nei bambini cinesi, esposti a dosi di contaminante comprese fra le 40 e le 120 volte quelle raccomandate dall'OMS, pari a 0,2 mg/kg/giorno.

Nel caso dei residui di agrofarmaci l'assunzione giornaliera complessiva è stimabile invece in pochi microgrammi per chilo di peso corporeo per giorno. Quindi molto al di sotto delle dosi considerabili "efficaci" e lontane di almeno un ordine di grandezza rispetto ai casi sopra citati, cioè microgrammi contro milligrammi: mille volte meno. Anche in considerazione di ciò si attendono quindi i risultati del progetto MixTox per sviluppare ulteriori considerazioni in tal senso, auspicando un'attenta valutazione dei livelli di esposizione reali onde evitare sterili strumentalizzazioni dei risultati.

ESPOSIZIONE STIMATA TRAMITE LE ACQUE

Qualcosa di analogo a quanto visto sopra per i residui negli alimenti, ovvero la stima di quanti agrofarmaci possano teoricamente giungere all'organismo umano, può essere realizzato anche per le acque. In tal caso le fonti ufficiali sono gli specifici report che Ispra produce con cadenza biennale. L'ultimo in ordine di tempo, al momento della stampa del presente dossier, è quello 2018(12), il quale contiene i risultati dei monitoraggi delle acque per gli anni 2015 e 2016, anno dal quale sono stati estrapolati i dati per la stima che segue. Nelle tabelle riassuntive per l'anno 2016 risulterebbero 160 differenti molecole. Prendendo in considerazione i valori relativi al 95.esimo percentile, ovvero la concentrazione che abbraccia il 95% dei valori rilevati, si è ricavata una concentrazione media pari a 0,047 µg/L. Nei campioni sarebbero state riscontrate mediamente 4,5 molecole contestualmente presenti, quindi l'ammontare complessivo medio sale a 0,21 µg/L. Anche assumendo che un cittadino beva mediamente due litri al giorno di acqua, ovvero 730 litri annui, si può stimare in soli 153 microgrammi/anno l'ammontare complessivo medio di sostanze attive potenzialmente ingeribili con l'acqua. Ovvero un millesimo circa di quanto è stata stimata la potenziale assunzione con il cibo. Tramite le acque, infatti, si può stimare che un individuo di 60 chilogrammi di peso ingerisca mediamente una dose complessiva pari a soli 7 ng/kg/giorno. Cioè sette milionesimi di grammo, per chilo di peso corporeo, per giorno.

Ciò è di per sé sufficiente a comprendere quanto la presenza di prodotti fitosanitari nelle acque sia trascurabile rispetto a quella negli alimenti, già di per sé esigui se confrontati con le soglie ammissibili suggerite dalla tossicologia. Da tale cifra di 153 µg va peraltro defalcata la quota che viene asportata dai nor-



Esempio di consistente trasporto solido di sedimenti dovuto a piogge intense e persistenti. Diversi inquinanti di origine antropica, anche agricola, seguono il medesimo destino. Le piogge asportano infatti dall'atmosfera diversi componenti derivanti dalle attività industriali e civili, come pure dai trasporti di merci e persone. Agrofarmaci e fertilizzanti mostrano in parte analoghe dinamiche

mali processi di potabilizzazione, permettendo di abbattere significativamente tale quantità. Processi che hanno però un costo e che pertanto se non fossero necessari risulterebbero a tutti gli effetti uno spreco di denaro pubblico. Eppure, nonostante l'esposizione umana agli agrofarmaci risulti pressoché irrilevante, soprattutto tramite le acque, la percezione del rischio a livello popolare risulta invece altissima. Una percezione fomentata purtroppo dalla ossessiva reiterazione di messaggi allarmisti che da tempo popolano i media nazionali a scapito della verità fattuale delle cose.

INTEGRAZIONE DEI LIMITI NELLE ACQUE: IMPELLENZA IRRIMANDABILE

Come visto, l'attuale limite di 0,1 µg/L per le acque a uso potabile è avulso da qualsivoglia fondamento scientifico in generale e tossicologico in particolare. Eppure il destino di interi acquedotti dipende dal rispetto di tale soglia. Ne è testimonianza il territorio della Ulss2 di Treviso ove insistono i 15 comuni del Prosecco D.O.C.G. La viticoltura di tale area è infatti sotto pesanti attacchi sociali e mediatici a causa dei prodotti fitosanitari utilizzati dai viticoltori. A prescindere dall'infondatezza delle preoccupazioni sanitarie della popolazione, smentite dalle eccellenti statistiche sanitarie della zona, a cadere vittima del suddetto limite di Legge per le acque è stata una molecola strategica nella gestione dei diserbanti, ovvero glifosate. Essendo stata rinvenuta nelle acque a concentrazioni prossime a 0,1 µg/L, contro tale molecola si sono moltiplicate le pressioni affinché venisse esclusa dai disciplinari di produzione dell'area in oggetto. Glifosate non verrà quindi più impiegato nella difesa fitosanitaria dei vigneti a fronte di paventate chiusure degli acquedotti in caso fosse rinvenuto a livelli superiori a quelli previsti dall'attuale normativa.

Un danno per l'agricoltura, quindi, senza che vi sia alcun beneficio per la popolazione residente, come si vedrà nei paragrafi successivi. Al fine di scongiurare tali aberranti scenari in futuro si è quindi giunti all'elaborazione di nuovi possibili limiti di riferimento per le acque potabili, da intendersi quali strumenti utilizzabili a integrazione degli attuali limiti di Legge, ormai di per sé anacronistici.

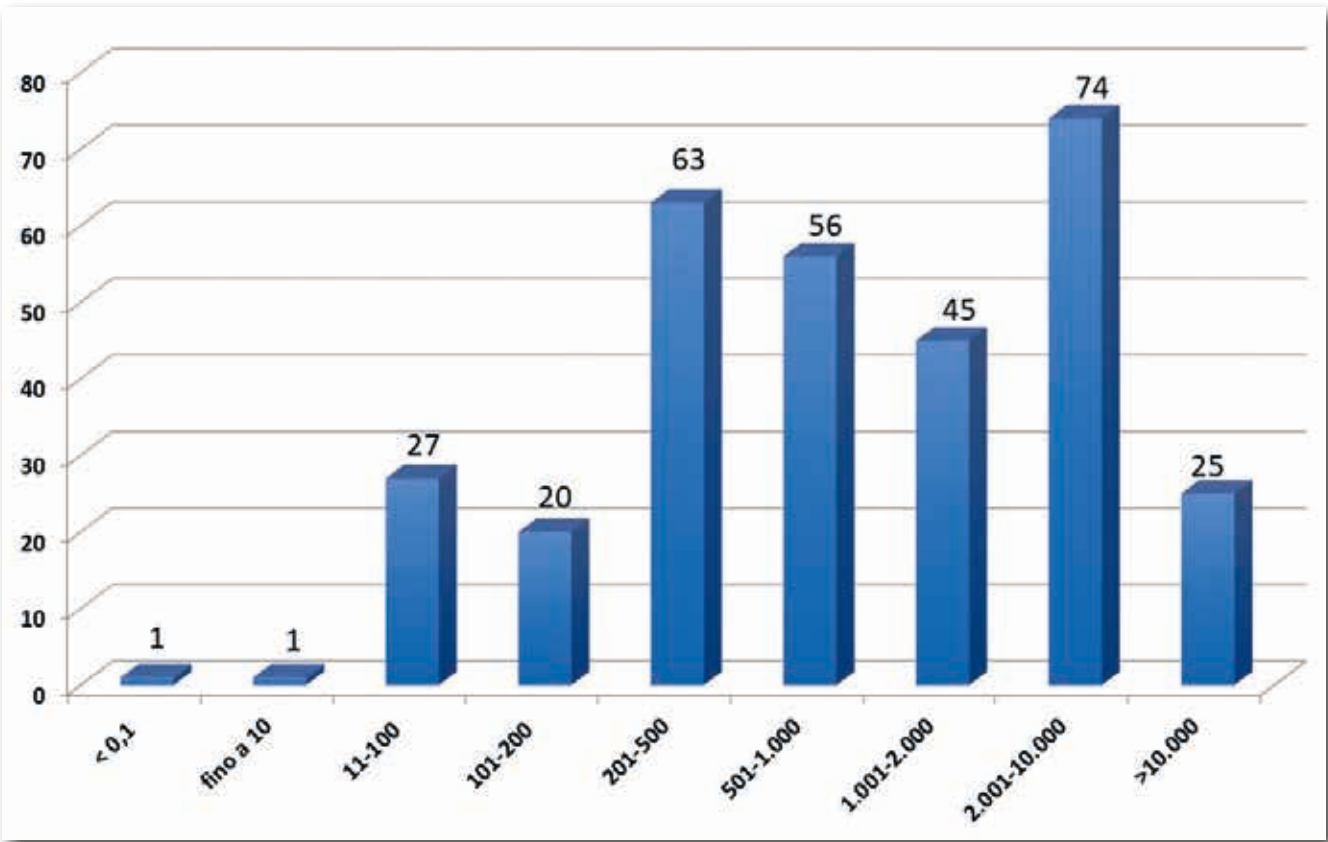


Fig. 1: grafico esemplificativo della distribuzione delle 312 molecole attualmente autorizzate in Italia, valutate in base al rapporto fra i nuovi Limiti di Confidenza Tossicologica (LCT) e l'attuale limite di Legge (0,1 µg/L). Rispetto ai limiti attuali, oltre il 99% dei LCT si sono posizionati da dieci volte in su, confermando il profondo scollamento fra i valori stabiliti dall'attuale normativa e quelli calcolati su base tossicologica

La possibilità di utilizzare uno strumento facile e affidabile per stimare in modo scientifico il reale rischio per la popolazione, infatti, permetterebbe agli amministratori pubblici di prendere decisioni più razionali circa la chiusura o meno delle fonti di approvvigionamento idrico, evitando inutili disagi e malumori della popolazione e potendo al contempo argomentare fattualmente le ragioni delle proprie decisioni. Tali indici non vanno perciò interpretati come contrappositivi verso gli attuali limiti di Legge, bensì come ulteriori strumenti integrativi di valutazione nelle mani dei decisori, permettendo loro di discriminare scientificamente fra situazioni di potenziale rischio oggettivo e altre condizioni in cui di rischi per la popolazione non ve ne siano, nonostante gli sforamenti dei valori previsti dall'attuale normativa. Ciò perché gli indici riportati nel presente dossier consentono di discernere fra due concetti estremamente differenti fra loro, ovvero quello di "rischio" e quello di mera "presenza". Cosa che la normativa vigente non consente di fare, obbligando a decisioni In-Out prive del necessario approccio metodologico.

LA TOSSICOLOGIA QUALE RIFERIMENTO PER NUOVI LIMITI NELLE ACQUE

Fissare nuovi parametri di riferimento per le acque a uso potabile (LCT: limiti di confidenza tossicologica) non solo è divenuto impellente, ma risulta anche relativamente agevole, per lo meno dal punto di vista concettuale, obbligando per contro alla raccolta sistematica dei necessari dati tossicologici e alla loro verifica puntuale. Per ridisegnare nuovi limiti tossicologici per le acque potabili si è attinto infatti a diverse fonti ufficiali. Per esempio, le banche dati della Comunità Europea per le sostanze a uso fitosanitario⁽¹³⁾, nonché le linee guida australiane per le acque⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾. Dalle prime sono stati ricavati gli specifici ADI validi a livello eurocomunitario. In assenza dei dati europei si sono utilizzati quelli riportati da APVMA, ovvero l'Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority, oppure da altre fonti, come per esempio l'OMS⁽¹⁶⁾. In totale, sono stati calcolati nuovi limiti nelle acque per 430 molecole, di cui 312 attualmente utilizzate in agricoltura (dati aggiornati al dicembre 2019), grazie a una formula di facile applicazione basata sugli specifici ADI delle diverse molecole interessate al calcolo. La formula applicata in tal senso è la seguente:

$$LCT_{(\mu g/L)} = \frac{ADI_{(mg/kg/giorno)} \times 60_{(kg)} \times 0,1 \times 1000}{2_{(Litri\ acqua/giorno)}}$$

Fig. 2: formula adottata per l'individuazione dei LCT da utilizzare per future valutazioni della qualità delle acque potabili in chiave tossicologica. L'ADI di ogni singola molecola, espresso in milligrammi per chilo per giorno, viene ridotto del 90% e moltiplicato per il peso di un organismo medio (60 kg), infine diviso per 2 litri di acqua giornalieri e convertito in microgrammi (1 mg = 1.000 µg).

Per la propria applicazione, la formula sopra riportata necessita unicamente dell'ADI specifico per ogni molecola. Gli altri parametri sono infatti uguali per ogni calcolo, come il peso corporeo medio considerato (60 kg), il consumo di acqua medio giornaliero e il coefficiente di riduzione pari al 90% del valore dell'ADI stesso. Ciò al fine di rendere ulteriormente cautelativa la fissazione di ogni specifico limite. Un approccio che quindi risulta quanto mai prudente e che una volta applicato ha fornito valori sorprendenti. I dati ottenuti utilizzando tale formula hanno infatti spaziato da 0,01 µg/L per la molecola bromadiolone, utilizzata però come rodenticida e non per usi agricoli, ai 30mila µg/L per ametotradina, un antiperonosporico utilizzato soprattutto in viticoltura. Tranne che per il succitato bromadiolone, tutti gli altri valori di LCT sono risultati significativamente al di sopra degli attuali limiti di 0,1 µg/L, spesso in termini di centinaia o di migliaia di volte. Per esempio, il succitato glifosate ha ottenuto un valore pari a 1.500 µg/L, ovvero 15mila volte più alto dei limiti di Legge attuali, a ulteriore riprova di quanto l'estromissione di questa molecola per ragioni idriche sia del tutto infondata. Fissare i valori di LCT ha permesso poi di calcolare il rapporto fra questi e il limite di Legge attuale, ottenendo i seguenti risultati (vedi Fig. 1): solo una molecola,

ovvero metiocarb, ha mostrato un valore calcolato che stalla al di sotto delle dieci volte il limite di 0,1 µg/L. Metiocarb ha infatti ottenuto un LCT pari a 0,75 µg/L, cioè 7,5 volte il valore di riferimento attuale. Fra 10 e 100 volte sono invece ricadute 27 molecole. Fra 100 e 200 volte sono state collocate altre 20 sostanze attive. Salendo, si possono censire 63 molecole nell'intervallo fra 200 e 500 volte il limite di Legge.

Altre 56 stallano fra 500 e 1.000 volte e altre 45 si collocano fra 1.000 e 2.000. Ammontano invece a 74 i prodotti fitosanitari con valori tossicologicamente ammissibili fra 2.000 e 10mila volte e, infine, sono 25 le molecole che mostrano rapporti "LCT/0,1" superiori a 10mila volte.

In sostanza, tali rapporti ribadiscono ulteriormente l'inadeguatezza dell'attuale soglia di 0,1 µg/L, divenuta nel tempo una sorta di cieca tagliola a danno della fitoiatria agricola, senza che al contempo la salute pubblica ne tragga alcun beneficio.

LA GESTIONE DELLE MISCELE MULTIRESIDUALI

Quando invece nei campioni di acque a uso potabile vengano rinvenute miscele di più sostanze attive, la formula precedentemente indicata risulta inapplicabile, a meno di specifiche modifiche che tengano conto delle singole concentrazioni di ogni molecola, come pure degli specifici ADI di ciascuna di esse. Per fissare i LCT cumulati (LCT_{cum}) di un'ipotetica miscela di molecole si deve quindi derivare un valore di ADI_p (ponderato) che risulti rappresentativo delle diverse sostanze attive in funzione sia della percentuale di concentrazione apportata alla miscela da ognuna di esse, sia del peso relativo di ciascun ADI che le contraddistingue. Di conseguenza, il valore di LCT_{cum} di ogni campione analizzato sarà tanto più alto quanto più significativa sarà la presenza di molecole caratterizzate da valori di ADI elevati, scendendo progressivamente in caso siano invece prevalenti delle sostanze attive con valori di ADI più bassi. Ciò è funzionale proprio alle finalità del presente dossier, concepito per individuare soglie di confidenza tossicologica il più possibile cautelative per la salute umana, pur mantenendosi nei limiti della razionalità scientifica e gestionale.

Per ogni miscela sarà in tal modo possibile stimare il LCT_{cum} conoscendo semplicemente le singole concentrazioni nel campione considerato. Operativamente, si devono dapprima sommare le concentrazioni in µg/L di tutte le molecole presenti, ricavando poi per ciascuna di esse la percentuale relativa sul totale calcolato.

Ogni percentuale verrà quindi moltiplicata per l'ADI di ciascuna sostanza attiva, sommando infine fra loro i diversi valori ottenuti. In tal modo è possibile ponderare la presenza di ogni componente di qualsivoglia miscela, esprimendo il valore tossicologico complessivo tramite un ADI "mosaico" composto proporzionalmente alle concentrazioni rinvenute. La formula viene poi resa ulteriormente cautelativa considerando solo il 5% dell' ADI_p ponderato anziché il 10% come visto nella formula dianzi riportata (Vedi fig. 3).

A titolo esemplificativo, sono state quindi effettuate tre differenti simulazioni attingendo i valori delle concentrazioni riportate nelle tabelle relative alle acque superficiali dell'anno 2016 e riportate nel Report ISPRA 2018. Al fine di stressare eventuali limiti della formula sono stati adottati i valori massimi riscontrati per le diverse molecole considerate, selezionandole anche in funzione delle concentrazioni rilevate sul totale dei rinvenimenti. Uno stress-test che ha dato risultati alquanto incoraggianti.

Ciascuna miscela è stata infatti simulata nell'ottica del "worst case", partendo da un numero minimo di 6 molecole, salendo poi fino a 13. Nel primo caso, il valore di LCT_{cum} si è mostrato circa 11 volte superiore alla somma delle concentrazioni presenti nella miscela simulata. Nella seconda e terza simulazione, invece, i valori di LCT_{cum} si sono dimostrati rispettivamente 2,15 e 2,78 volte superiori alla sommatoria del-



Gli LCT, singoli o cumulati, confermano gli ottimi livelli di qualità delle acque potabili in tema di presenza di agrofarmaci

$$LCT_{cum}^{(\mu g/L)} = \frac{\sum (ADI_i \times \%_i) \times 60_{(kg)} \times 0,05 \times 1000}{2 \text{ (Litri acqua/giorno)}}$$

Fig. 3: formula adottata per la fissazione dei LCT cumulati, sostituendo all'ADI relativo alle sostanze attive rinvenute singolarmente un ADI_p ponderato rappresentativo della percentuale con la quale ogni molecola concorre alla composizione della miscela stessa

le concentrazioni utilizzate (Vedi Tab. 2, 3 e 4). Anche nel caso di miscele con un numero significativo di molecole, come pure di concentrazioni selezionate fra quelle massime riscontrate nell'anno 2016, la formula di calcolo ha permesso di fissare valori di LCT_{cum} specifici miscela per miscela, confermando come il rischio tossicologico derivante da tali miscele sia inferiore alle soglie di confidenza individuate.

Il tutto, ricordando come l'esposizione umana ai residui di prodotti fitosanitari sia ampiamente spostata verso il consumo dei cibi, come dimostrato nei paragrafi precedenti. In sostanza, i rischi per la salute umana derivanti dalla presenza di agrofarmaci nelle acque potabili risulta trascurabile in un computo complessivo già di per sé rassicurante, sia quando presenti singolarmente, sia quando in miscela.

Sostanza attiva	µg/L	%	ADI (mg/kg/giorno)	ADI ponderato
Bentazone	13	29,74%	0,09	0,02677
S-Metolachlor	0,679	1,55%	0,1	0,00155
Terbutilazina	2,75	6,29%	0,004	0,00025
Glifosate	26	59,48%	0,5	0,29741
Pendimetalin	1,1	2,52%	0,125	0,00315
Clomazone	0,18	0,41%	0,133	0,00055
Tot.	43,709	100,00%	Tot.	0,32968

LCT_{cum} (µg/L) 495

Tab. 2: simulazione effettuata ipotizzando una miscela con sei differenti molecole. La presenza di glifosate in ragione di quasi il 60% della miscela e con un ADI di 0,5 mg/kg/giorno, ha fatto sì che anche il valore del LCT_{cum} risultasse confortante: circa 11 volte la concentrazione cumulata prevista dalla simulazione

Sostanza attiva	µg/L	%	ADI (mg/kg/giorno)	ADI ponderato
Bentazone	13	31,39%	0,09	0,02825
S-Metolachlor	0,679	1,64%	0,1	0,00164
Terbutilazina	2,75	6,64%	0,004	0,00027
Sulcotrione	0,415	1,00%	0,5	0,00501
Pendimetalin	1,1	2,66%	0,125	0,00332
Clomazone	0,18	0,43%	0,133	0,00058
Clorpirifos	2,29	5,53%	0,001	0,00006
Boscalid	21	50,71%	0,04	0,02028
Tot.	41,414	100,00%	Tot.	0,059

LCT_{cum} (µg/L) 89,1

Sostanza attiva	µg/L	%	ADI (mg/kg/giorno)	ADI ponderato
Bentazone	13	13,72%	0,09	0,01235
S-Metolachlor	0,679	0,72%	0,1	0,00072
Terbutilazina	2,75	2,90%	0,004	0,00012
Sulcotrione	0,415	0,44%	0,5	0,00219
Pendimetalin	1,1	1,16%	0,125	0,00145
Clomazone	0,18	0,19%	0,133	0,00025
Clorpirifos	2,29	2,42%	0,001	0,00002
Boscalid	21	22,17%	0,04	0,00887
Glifosate	26	27,45%	0,5	0,13725
Dimetomorf	12,295	12,98%	0,05	0,00649
Thiametoxam	9,8	10,35%	0,026	0,00269
Tebuconazolo	2,51	2,65%	0,03	0,00079
Metalaxyl	2,7	2,85%	0,08	0,00228
Tot.	94,719	100%	Tot.	0,17548

LCT_{cum} (µg/L) 263,1

Tab. 3: simulazione effettuata ipotizzando una miscela con otto differenti molecole. Anche in tal caso il valore del LCT_{cum} è risultato 2,15 volte la concentrazione cumulata prevista dalla simulazione

Tab. 4: simulazione effettuata ipotizzando una miscela con 13 differenti molecole. Anche in tal caso il valore del LCT_{cum} è risultato 2,78 volte la concentrazione cumulata prevista dalla simulazione



CONCLUSIONI

Alla luce di quanto emerso dall'analisi della bibliografia attualmente disponibile, come pure della normativa vigente in Europa in materia di acque a uso potabile, i risultati del presente dossier sono riassumibili tramite la sintesi che segue:

- I limiti attuali che normano la presenza di agrofarmaci nelle acque potabili sono ormai da considerare anacronistici e inutilmente penalizzanti per la fitoiatria agraria, necessitando di opportune integrazioni “science and risk based” al fine di scongiurare inutili allarmi e danni alla popolazione in generale e agli agricoltori in particolare.
- Si conferma l'affidabilità degli attuali processi normativi, europei e nazionali, alla base delle autorizzazioni dei prodotti fitosanitari, concesse queste solo al termine di valutazioni attente e prudentiali dei rischi oggettivi per la salute umana, anziché in base a un'utopistica “soglia zero” come erroneamente viene trasmesso. Non vi è infatti attività umana che abbia una soglia di rischio pari a zero.
- L'adozione di semplici formule di calcolo strutturate su base tossicologica permette di individuare soglie di confidenza razionali e altamente cautelative della salute umana per quanto riguarda le acque a uso potabile. Tanto cautelative da supporre incluse nel limite anche le influenze di possibili metaboliti.
- Nel presente dossier sono raccolti 430 valori di Adi (Acceptable daily intake), grazie ai quali è possibile alimentare apposite formule di calcolo, sia in caso di presenze singole, sia in caso di miscele. Nelle tabelle di seguito allegate sono presenti anche i valori relativi a sostanze attive che risultano revocate, ma che potrebbero essere comunque reperite nelle acque potabili.
- Si auspica quindi che l'approccio tossicologico espresso dal presente dossier divenga parte integrante delle attuali valutazioni della qualità delle acque, a partire dall'inserimento nei futuri report ISPRA ad esse dedicati, estendendosi poi alle puntuali valutazioni dei responsabili locali della salute pubblica, come le ASL.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Bianca Ferreira et Al. (2011): “*Occurrence and distribution of pharmaceuticals in surface water, suspended solids and sediments of the Ebro river basin, Spain*”. Chemosphere, Volume 85, Issue 8, November 2011, Pages 1331-1339; <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653511009040>
- 2) Ormoni nei fiumi americani: <http://www.arhp.org/publications-and-resources/contraception-journal/august-2011>
- 3) Ettore Zuccato et Al. (2005): “*Cocaine in surface waters: a new evidence-based tool to monitor community drug abuse*”. Environmental Health 2005 4:14. <https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1476-069X-4-14>
- 4) T. Miller et al. (2019): “*Biomonitoring of pesticides, pharmaceuticals and illicit drugs in a freshwater invertebrate to estimate toxic or effect pressure*”. Environment International, Vol. 129, Aug. 2019, pag. 595-606. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412019307160>
- 5) Ivano Camoni (2001): in “*La tossicologia per la qualità e la sicurezza alimentare*” (pag.17-24). Pàtron Editore, a cura di Patrizia Hrelia e Giorgio Cantelli Forti
- 6) Jörgen Magnér, Petra Wallberg, Jasmin Sandberg, Anna Palm Cousins (2015): “*Human exposure to pesticides from food*”. Indagine commissionata da Coop Sverige AG allo Swedish Environmental Research Institute.
- 7) Efsa (2018): “*The 2016 European Union report on pesticide residues in food*”. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2018.5348>
- 8) Lee JW, Morris JK, Wald NJ (2016): “*Grapefruit Juice and Statins*”. Am J Med. 129(1):26-9. doi: 10.1016/j.amjmed.2015.07.036. Epub 2015 Aug 20.
- 9) OMS (2008): “*Toxicological and health aspects of melamine and cyanuric acid*”. Report prodotto da esperti OMS in collaborazione con la FAO e supportato dall'Health Canada, Ottawa
- 10) Fernando J. GarcíaLópez, C.Quereda (2011): “*Melamine toxicity: one more culprit in calcium kidney lithiasis*”. Kidney International, Vol. 80, Issue 7, Pagg 694-696. <https://doi.org/10.1038/ki.2011.174>
- 11) US FDA/CFSAN: <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/melamra.html>.
- 12) ISPRA (2018): Rapporto nazionale pesticidi nelle acque - dati 2015-2016.
- 13) Banche dati online della Comunità Europea sui prodotti fitosanitari: <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=activesubstance.selection&language=EN>
- 14) APVMA (2017): “*Acceptable Daily Intakes (ADI) for Agricultural and Veterinary Chemicals Used in Food Producing Crops or Animals*”. https://apvma.gov.au/node/26596#Alpha_list_of_chemicals
- 15) Denis Hamilton, Stephen Crossley (2004): “*Pesticide residues in food and drinking water: human exposure and risk*”. Wiley Ed.
- 16) OMS (2004): “*Glyphosate and AMPA in Drinking-water*”. Extract from Chapter 12 - Chemical fact sheets of WHO Guidelines for Drinking-water Quality, 3rd edition, 2004.

DOSSIER ACQUE 2020

SICUREZZA DELLE ACQUE A USO POTABILE: NUOVI INDICATORI DI QUALITÀ PER GLI AGROFARMACI

ALLEGATI

Nelle pagine successive sono riportate le tabelle riassuntive in cui per ogni sostanza attiva, considerata al momento di andare in stampa, sono riportati il valore di ADI, quello del Limite di confidenza tossicologica e il suo rapporto con gli attuali limiti di Legge, pari a 0,1 microgrammi per litro.

SOSTANZA ATTIVA	ADI (mg/kg/giorno)	LCT (µg/L)	Limite attuale 0,1 µg/L	Rapporto LCT/0,1
1-metilciclopropene	0,02	60	0,1	600
2,4 D (acido)	0,02	60	0,1	600
2,4 DB (acido)	0,02	60	0,1	600
6-Benziladenina	0,01	30	0,1	300
Abamectina	0,0025	7,5	0,1	75
Acequinocil	0,023	69	0,1	690
Acetamiprid	0,025	75	0,1	750
Acibenzolar-s-metile	0,03	90	0,1	900
Aclonifen	0,07	210	0,1	2.100
Acrinatrina	0,01	30	0,1	300
Alfa-cipermetrina	0,00125	3,75	0,1	38
Alluminio fosfuro	0,019	57	0,1	570
Ametoctradina	10	30000	0,1	300.000
Amidosulfuron	0,2	600	0,1	6.000
Aminopiridid	0,26	780	0,1	7.800
Amisulbrom	0,1	300	0,1	3.000
Ampa	0,3	900	0,1	9.000
Azadiractina A	0,1	300	0,1	3.000
Azimsulfuron	0,1	300	0,1	3.000
Azoxystrobin	0,2	600	0,1	6.000
Benalaxil	0,04	120	0,1	1.200
Benalaxil-M	0,04	120	0,1	1.200
Benfluralin	0,005	15	0,1	150
Bensulfuron-metile	0,2	600	0,1	6.000
Bentazone	0,09	270	0,1	2.700
Bentiavalicarb isopropile	0,1	300	0,1	3.000
Benzovindiflupyr	0,05	150	0,1	1.500
Beta-ciflutrin	0,003	9	0,1	90
Bifenazate	0,01	30	0,1	300
Bifenox	0,3	900	0,1	9.000
Bispyribac-sodium	0,01	30	0,1	300
Bitertanolo	0,003	9	0,1	90
Bixafen	0,02	60	0,1	600
Boscalid	0,04	120	0,1	1.200
Bromadiolone	0,000002	0,006	0,1	0,06

DOSSIER ACQUE 2020

SICUREZZA DELLE ACQUE A USO POTABILE: NUOVI INDICATORI DI QUALITÀ PER GLI AGROFARMACI

SOSTANZA ATTIVA	ADI (mg/kg/giorno)	LCT (µg/L)	Limite attuale 0,1 µg/L	Rapporto LCT/0,1
Bromoxinil	0,1	300	0,1	3.000
Bromuconazolo	0,01	30	0,1	300
Bupirimate	0,05	150	0,1	1.500
Buprofezin	0,01	30	0,1	300
Calcio-Proesadione	0,2	600	0,1	6.000
Captano	0,1	300	0,1	3.000
Carbendazim	0,02	60	0,1	600
Carbossina	0,008	24	0,1	240
Carfentrazone-etile	0,03	90	0,1	900
Cialofop-butile	0,003	9	0,1	90
Ciantraniliprole	0,01	30	0,1	300
Ciazofamid	0,17	510	0,1	5.100
Cicloxidim	0,07	210	0,1	2.100
Ciflufenamid	0,04	120	0,1	1.200
Ciflutrin	0,003	9	0,1	90
Cimoxanil	0,013	39	0,1	390
Cipermetrina	0,05	150	0,1	1.500
Ciproconazolo	0,02	60	0,1	600
Ciprodinil	0,03	90	0,1	900
Ciromazina	0,06	180	0,1	1.800
Cletodim	0,16	480	0,1	4.800
Clodinafop-propargyl	0,003	9	0,1	90
Clofentezine	0,02	60	0,1	600
Clomazone	0,133	399	0,1	3.990
Clopiralid	0,15	450	0,1	4.500
Cloquintocet-mexyl	0,04	120	0,1	1.200
Clorantiraniliprole	1,56	4680	0,1	46.800
Clormequat	0,04	120	0,1	1.200
Clorotalonil	0,015	45	0,1	450
Clorotoluron	0,04	120	0,1	1.200
Clorpirifos	0,001	3	0,1	30
Clorpirifos-metile	0,01	30	0,1	300
Clorprofam	0,05	150	0,1	1.500
Clorsulfuron	0,2	600	0,1	6.000
Clotianidin	0,097	291	0,1	2.910
Daminozide	0,45	1.350	0,1	13.500
Dazomet	0,01	30	0,1	300
Deltametrina	0,01	30	0,1	300
Desmedifam	0,016	48	0,1	480
Dicamba	0,3	900	0,1	9.000
Diclofop-metile	0,01	30	0,1	300
Diclorprop-P	0,06	180	0,1	1.800
Dietofencarb	0,43	1.290	0,1	12.900

DOSSIER ACQUE 2020

SICUREZZA DELLE ACQUE A USO POTABILE: NUOVI INDICATORI DI QUALITÀ PER GLI AGROFARMACI

SOSTANZA ATTIVA	ADI (mg/kg/giorno)	LCT (µg/L)	Limite attuale 0,1 µg/L	Rapporto LCT/0,1
Difenilammina	0,075	225	0,1	2.250
Difenoconazolo	0,01	30	0,1	300
Diflubenzuron	0,1	300	0,1	3.000
Diflufenican	0,2	600	0,1	6.000
Dimetenamid-P	0,04	120	0,1	1.200
Dimetoato	0,002	6	0,1	60
Dimetomorf	0,05	150	0,1	1.500
Dinocap	0,004	12	0,1	120
Diquat	0,002	6	0,1	60
Ditianon	0,01	30	0,1	300
Diuron	0,007	21	0,1	210
Dodemorf	0,082	246	0,1	2.460
Dodina	0,1	300	0,1	3.000
Emamectina benzoato	0,0005	1,5	0,1	15
Epoxiconazolo	0,008	24	0,1	240
Esfenvalerate	0,0175	52,5	0,1	525
Estratto di Piretro	0,04	120	0,1	1.200
Etefon	0,03	90	0,1	900
Etofenprox	0,03	90	0,1	900
Etofumesate	1	3000	0,1	30.000
Etoprofos	0,0004	1,2	0,1	12
Etossichina	0,005	15	0,1	150
Etiozazolo	0,04	120	0,1	1.200
Etoxisulfuron	0,04	120	0,1	1.200
Etridiazolo	0,015	45	0,1	450
Eugenolo	1	3000	0,1	30.000
Exitiazox	0,03	90	0,1	900
Famoxadon	0,012	36	0,1	360
Fenamidone	0,03	90	0,1	900
Fenamifos	0,0008	2,4	0,1	24
Fenarimol	0,01	30	0,1	300
Fenazaquin	0,005	15	0,1	150
Fenbuconazolo	0,006	18	0,1	180
Fenbutatin ossido	0,05	150	0,1	1.500
Fenexamid	0,2	600	0,1	6.000
Fenmedifam	0,03	90	0,1	900
Fenoxaprop p-etile	0,01	30	0,1	300
Fenoxicarb	0,053	159	0,1	1.590
Fenpiroximate	0,01	30	0,1	300
Fenpropidin	0,02	60	0,1	600
Fenpropimorf	0,003	9	0,1	90
Fenpyrazamine	0,13	390	0,1	3.900
Flazasulfuron	0,013	39	0,1	390

DOSSIER ACQUE 2020

SICUREZZA DELLE ACQUE A USO POTABILE: NUOVI INDICATORI DI QUALITÀ PER GLI AGROFARMACI

SOSTANZA ATTIVA	ADI (mg/kg/giorno)	LCT (µg/L)	Limite attuale 0,1 µg/L	Rapporto LCT/0,1
Flonicamid	0,025	75	0,1	750
Florasulame	0,05	150	0,1	1.500
Florpyrauxifen-benzil	0,5	1500	0,1	15.000
Fluazifop-p-butile	0,01	30	0,1	300
Fluazinam	0,01	30	0,1	300
Fludioxonil	0,37	1110	0,1	11.100
Flufenacet	0,005	15	0,1	150
Fluopicolide	0,08	240	0,1	2.400
Fluopiram	0,012	36	0,1	360
Fluoxastrobin	0,015	45	0,1	450
Flupyradifurone	0,064	192	0,1	1.920
Fluquinconazolo	0,002	6	0,1	60
Fluroxipir	0,8	2400	0,1	24.000
Flurtamone	0,03	90	0,1	900
Flusilazol	0,002	6	0,1	60
Flutolanil	0,09	270	0,1	2.700
Flutriafol	0,01	30	0,1	300
Fluxapyroxad	0,02	60	0,1	600
Folpet	0,1	300	0,1	3.000
Foramsulfuron	0,5	1500	0,1	15.000
Forclorfenuron	0,05	150	0,1	1.500
Formetanato	0,004	12	0,1	120
Fosetil alluminio	3	9000	0,1	90.000
Fosfato ferrico	0,8	2400	0,1	24.000
Fosfonato di disodio	2,25	6750	0,1	67.500
Fosfonato di potassio	2,25	6750	0,1	67.500
Fosmet	0,01	30	0,1	300
Fostiazate	0,004	12	0,1	120
Geraniolo	0,5	1500	0,1	15.000
Gibberellico acido	0,68	2040	0,1	20.400
Gibberelline A4 e A7	0,3	900	0,1	9.000
Glifosate	0,5	1500	0,1	15.000
Glufosinate ammonio	0,021	63	0,1	630
Halauxifen-metile	0,058	174	0,1	1.740
Halosulfuron metile	0,063	189	0,1	1.890
Haloxypop-P	0,00065	2	0,1	20
Idrazide maleica	0,25	750	0,1	7.500
Imazalil	0,025	75	0,1	750
Imazamox	3	9.000	0,1	90.000
Imazosulfuron	0,75	2.250	0,1	22.500
Imexazolo	0,17	510	0,1	5.100
Imidacloprid	0,06	180	0,1	1.800
Indoxacarb	0,006	18	0,1	180

DOSSIER ACQUE 2020

SICUREZZA DELLE ACQUE A USO POTABILE: NUOVI INDICATORI DI QUALITÀ PER GLI AGROFARMACI

SOSTANZA ATTIVA	ADI (mg/kg/giorno)	LCT (µg/L)	Limite attuale 0,1 µg/L	Rapporto LCT/0,1
Iodosulfuron-metile-sodio	0,03	90	0,1	900
Ioxinil	0,005	15	0,1	150
Ipconazolo	0,015	45	0,1	450
Iprovalicarb	0,015	45	0,1	450
Isoproturon	0,015	45	0,1	450
Isopirazam	0,03	90	0,1	900
Isoxaben	0,05	150	0,1	1.500
Isoxaflutole	0,02	60	0,1	600
Kresoxim-metile	0,4	1200	0,1	12.000
Lambda-cialotrina	0,0025	7,5	0,1	75
Lenacil	0,12	360	0,1	3.600
Lufenuron	0,015	45	0,1	450
Magnesio fosfonato	0,022	66	0,1	660
Magnesio fosfuro	0,022	66	0,1	660
Malation	0,03	90	0,1	900
Mancozeb	0,05	150	0,1	1.500
Mandipropamid	0,15	450	0,1	4.500
MCPA (Etere)	0,05	150	0,1	1.500
Mecoprop (Etere)	0,01	30	0,1	300
Mecoprop (Sale)	0,01	30	0,1	300
Mefenpir-dietile	0,03	90	0,1	900
Mepanipirim	0,02	60	0,1	600
Meptildinocap	0,016	48	0,1	480
Mesosulfuron-metile	1	3000	0,1	30.000
Mesotrione	0,01	30	0,1	300
Metaflumizone	0,01	30	0,1	300
Metalaxil	0,08	240	0,1	2.400
Metalaxil-m	0,08	240	0,1	2.400
Metaldeide	0,02	60	0,1	600
Metam potassio	0,001	3	0,1	30
Metam sodio	0,001	3	0,1	30
Metamidofos	0,001	3	0,1	30
Metamitron	0,03	90	0,1	900
Metazaclor	0,08	240	0,1	2.400
Metconazolo	0,01	30	0,1	300
Metiocarb	0,00025	1	0,1	8
Metiram	0,03	90	0,1	900
Metobromuron	0,008	24	0,1	240
Metomil	0,0025	8	0,1	75
Metossifenozone	0,1	300	0,1	3.000
Metosulame	0,05	150	0,1	1.500
Metrafenone	0,25	750	0,1	7.500
Metribuzin	0,013	39	0,1	390

DOSSIER ACQUE 2020

SICUREZZA DELLE ACQUE A USO POTABILE: NUOVI INDICATORI DI QUALITÀ PER GLI AGROFARMACI

SOSTANZA ATTIVA	ADI (mg/kg/giorno)	LCT (µg/L)	Limite attuale 0,1 µg/L	Rapporto LCT/0,1
Metsulfuron-metile	0,22	660	0,1	6.600
Miclobutanil	0,025	75	0,1	750
Milbemectina	0,03	90	0,1	900
Molinate	0,008	24	0,1	240
Naa	0,1	300	0,1	3.000
Nad	0,1	300	0,1	3.000
Napropamide	0,3	900	0,1	9.000
Nicosulfuron	2	6000	0,1	60.000
Novaluron	0,01	30	0,1	300
Orizalin	0,05	150	0,1	1.500
Oxadiargil	0,008	24	0,1	240
Oxadiazon	0,0036	10,8	0,1	108
Oxamil	0,001	3	0,1	30
Oxasulfuron	0,013	39	0,1	390
Oxathiapiprolin	0,14	420	0,1	4.200
Oxifluorfen	0,003	9	0,1	90
Paclobutrazol	0,022	66	0,1	660
Pencicuron	0,2	600	0,1	6.000
Penconazolo	0,03	90	0,1	900
Pendimetalin	0,125	375	0,1	3.750
Penoxsulame	0,05	150	0,1	1.500
Penthiopyrad	0,1	300	0,1	3.000
Petoxamide	0,01	30	0,1	300
Picloram	0,3	900	0,1	9.000
Picolinafen	0,014	42	0,1	420
Pimetrozine	0,03	90	0,1	900
Pinoxaden	0,1	300	0,1	3.000
Piperonil butossido	0,1	300	0,1	3.000
Piridate	0,036	108	0,1	1.080
Pirimetanil	0,17	510	0,1	5.100
Pirimicarb	0,035	105	0,1	1.050
Pirimifos metile	0,004	12	0,1	120
Piriproxifen	0,1	300	0,1	3.000
Procimidone	0,0028	8,4	0,1	84
Procloraz	0,01	30	0,1	300
Profoxydim	0,005	15	0,1	150
Propamocarb	0,29	870	0,1	8.700
Propaquizafop	0,015	45	0,1	450
Propargite	0,03	90	0,1	900
Propiconazolo	0,04	120	0,1	1.200
Propineb	0,007	21	0,1	210
Propizamide	0,05	150	0,1	1.500
Propoxycarbazone sodio	0,4	1.200	0,1	12.000

DOSSIER ACQUE 2020

SICUREZZA DELLE ACQUE A USO POTABILE: NUOVI INDICATORI DI QUALITÀ PER GLI AGROFARMACI

SOSTANZA ATTIVA	ADI (mg/kg/giorno)	LCT (µg/L)	Limite attuale 0,1 µg/L	Rapporto LCT/0,1
Proquinazid	0,01	30	0,1	300
Prosulfocarb	0,005	15	0,1	150
Prosulfuron	0,02	60	0,1	600
Protioconazolo	0,01	30	0,1	300
Pyraclostrobin	0,03	90	0,1	900
Pyraflufen-ethyl	0,2	600	0,1	6.000
Pyridaben	0,01	30	0,1	300
Pyriofenone	0,07	210	0,1	2.100
Pyroxsulame	0,9	2700	0,1	27.000
Quinoxifen	0,2	600	0,1	6.000
Rame - idrossido	0,15	450	0,1	4.500
Rame - ossicloruro	0,15	450	0,1	4.500
Rame - ossido	0,15	450	0,1	4.500
Rame - solfato neutralizzato	0,15	450	0,1	4.500
Rame - solfato tribasico	0,15	450	0,1	4.500
Rimsulfuron	0,1	300	0,1	3.000
Sedaxane	0,11	330	0,1	3.300
Siltiofam	0,05	150	0,1	1.500
S-metolaclor	0,1	300	0,1	3.000
Spinetoram	0,025	75	0,1	750
Spinosad	0,024	72	0,1	720
Spirodiclofen	0,015	45	0,1	450
Spiromesifen	0,03	90	0,1	900
Spirotetramat	0,05	150	0,1	1.500
Spiroxamina	0,025	75	0,1	750
Sulcotrione	0,0004	1,2	0,1	12
Sulfosulfuron	0,24	720	0,1	7.200
Sulfoxaflor	0,04	120	0,1	1.200
Tau-fluvalinate	0,005	15	0,1	150
Tebuconazolo	0,03	90	0,1	900
Tebufenozide	0,02	60	0,1	600
Tebufenpirad	0,01	30	0,1	300
Teflubenzuron	0,01	30	0,1	300
Teflutrin	0,005	15	0,1	150
Tembotrione	0,0004	1	0,1	12
Tepraloxydim	0,025	75	0,1	750
Terbutilazina	0,004	12	0,1	120
Tetraconazolo	0,004	12	0,1	120
Thiamethoxam	0,026	78	0,1	780
Tiabendazolo	0,1	300	0,1	3.000
Tiacloprid	0,01	30	0,1	300
Tiencarbazone metile	0,23	690	0,1	6.900
Tifensulfuron metile	0,01	30	0,1	300

DOSSIER ACQUE 2020

SICUREZZA DELLE ACQUE A USO POTABILE: NUOVI INDICATORI DI QUALITÀ PER GLI AGROFARMACI

SOSTANZA ATTIVA	ADI (mg/kg/giorno)	LCT (µg/L)	Limite attuale 0,1 µg/L	Rapporto LCT/0,1
Timolo	0,03	90	0,1	900
Tiofanato-metile	0,08	240	0,1	2.400
Tiram	0,01	30	0,1	300
Tolclofos metile	0,064	192	0,1	1.920
Tralcoxydim	0,005	15	0,1	150
Triadimenol	0,05	150	0,1	1.500
Triallate	0,025	75	0,1	750
Tribenuron metile	0,01	30	0,1	300
Triclopir	0,03	90	0,1	900
Trifloxistrobina	0,1	300	0,1	3.000
Triflumuron	0,014	42	0,1	420
Triflusulfuron metile	0,04	120	0,1	1.200
Trinexapac etile	0,32	960	0,1	9.600
Triticonazolo	0,025	75	0,1	750
Tritosulfuron	0,06	180	0,1	1.800
Valifenalate	0,07	210	0,1	2.100
Zeta cipermetrina	0,04	120	0,1	1.200
Zinco fosfuro	0,042	126	0,1	1.260
Ziram	0,006	18	0,1	180
Zoxamide	0,5	1500	0,1	15.000



DOSSIER ACQUE 2020

SICUREZZA DELLE ACQUE A USO POTABILE: NUOVI INDICATORI DI QUALITÀ PER GLI AGROFARMACI

Le successive tabelle sono riferite a sostanze attive che risultano revocate alla data di redazione del presente dossier. Alcune di queste usufruiscono talvolta di autorizzazioni in deroga, previste dall'art. 53 del regolamento (CE) n. 1107/2009, relativo all'immissione sul mercato dei prodotti fitosanitari. Secondo tale articolo uno Stato membro può autorizzare, per non oltre quattro mesi, l'impiego di prodotti fitosanitari per un uso limitato e controllato, per far fronte a un problema fitosanitario che non può essere affrontato in alcun altro modo ragionevole. Tali molecole sono state incluse nel presente dossier poiché potrebbero comunque essere ancora rinvenute nelle acque, sebbene non più utilizzate, oppure applicate sporadicamente in finestre temporali predefinite. Se ne riportano quindi i relativi valori di ADI, di LCT e del rapporto di questo con i limiti di Legge.

SOSTANZA ATTIVA	ADI (mg/kg/giorno)	LCT (µg/L)	Limite attuale 0,1 µg/L	Rapporto LCT/0,1
1,3 Dicloropropene	0,0125	37,5	0,1	375
8-idrossichinolina solfato	0,05	150	0,1	1.500
Acefate	0,03	90	0,1	900
Acetoclor	0,0036	10,8	0,1	108
Acifluorfen	0,01	30	0,1	300
Alachlor	0,0025	7,5	0,1	75
Amitraz	0,003	9	0,1	90
Amitrole	0,001	3	0,1	30
Anilazina	0,1	300	0,1	3.000
Asulame	0,36	1080	0,1	10.800
Atrazina	0,02	60	0,1	600
Azinfos-metile	0,005	15	0,1	150
Azociclotin	0,003	9	0,1	90
Bendiocarb	0,004	12	0,1	120
Benfuracarb	0,01	30	0,1	300
Bifentrin	0,015	45	0,1	450
Bromacile	0,1	300	0,1	3.000
Bromopropilato	0,03	90	0,1	900
Bromuro di metile	0,001	3	0,1	30
Cadusafos	0,0004	1,2	0,1	12
Carbaril	0,0075	22,5	0,1	225
Carbofenotion	0,0005	1,5	0,1	15
Carbofuran	0,00015	0,45	0,1	5
Carbosulfan	0,005	15	0,1	150
Cianamide	0,002	6	0,1	60
Cianazina	0,002	6	0,1	60
Ciexatin	0,003	9	0,1	90
Clorfenson	0,01	30	0,1	300
Clorfenvinfos	0,0005	1,5	0,1	15
Cloridazon	0,1	300	0,1	3.000
Cloropicrina	0,001	3	0,1	30
Clortal-dimetile	0,01	30	0,1	300
Clozolate	0,1	300	0,1	3.000
Diazinone	0,0002	0,6	0,1	6
Diclobenil	0,01	30	0,1	300

DOSSIER ACQUE 2020

SICUREZZA DELLE ACQUE A USO POTABILE: NUOVI INDICATORI DI QUALITÀ PER GLI AGROFARMACI

SOSTANZA ATTIVA	ADI (mg/kg/giorno)	LCT (µg/L)	Limite attuale 0,1 µg/L	Rapporto LCT/0,1
Diclofluanide	0,3	900	0,1	9.000
Dicloran	0,005	15	0,1	150
Diclorprop	0,03	90	0,1	900
Diclorvos	0,00008	0,24	0,1	2
Dicofol	0,002	6	0,1	60
Dimetenamide	0,02	60	0,1	600
Endosulfan	0,006	18	0,1	180
Endotal	0,03	90	0,1	900
Esaconazolo	0,005	15	0,1	150
Esaflumuron	0,02	60	0,1	600
Esazinone	0,1	300	0,1	3.000
Etiofencarb	0,1	300	0,1	3.000
Fenitrotion	0,005	15	0,1	150
Fenpropatrin	0,03	90	0,1	900
Fentin acetato	0,0004	1,2	0,1	12
Fentin idrossido	0,0004	1,2	0,1	12
Fention	0,007	21	0,1	210
Fentoato	0,003	9	0,1	90
Fenvalerate	0,0125	37,5	0,1	375
Fipronil	0,0002	0,6	0,1	6
Flamprop-metile	0,001	3	0,1	30
Fluazifop-butile	0,004	12	0,1	120
Flucitrinate	0,02	60	0,1	600
Flufenoxuron	0,01	30	0,1	300
Flumetralin	0,015	45	0,1	450
Flurocloridone	0,04	120	0,1	1.200
Flurprimidol	0,003	9	0,1	90
Forate	0,0007	2,1	0,1	21
Fosalone	0,01	30	0,1	300
Fosfamidone	0,0005	1,5	0,1	15
Foxim	0,004	12	0,1	120
Furatiocarb	0,0035	10,5	0,1	105
Guazatina	0,0048	14,4	0,1	144
Haloxifop-etossietile	0,00065	1,95	0,1	20
Imazapir	2,5	7.500	0,1	75.000
Imazetapir	2,8	8.400	0,1	84.000
Iprodione	0,02	60	0,1	600
Isofenfos	0,001	3	0,1	30
Lindano	0,005	15	0,1	150
Linuron	0,003	9	0,1	90
Malathion	0,3	900	0,1	9.000
Maneb	0,05	150	0,1	1.500
Metabenzthiazuron	0,005	15	0,1	150

DOSSIER ACQUE 2020

SICUREZZA DELLE ACQUE A USO POTABILE: NUOVI INDICATORI DI QUALITÀ PER GLI AGROFARMACI

SOSTANZA ATTIVA	ADI (mg/kg/giorno)	LCT (µg/L)	Limite attuale 0,1 µg/L	Rapporto LCT/0,1
Metidation	0,001	3	0,1	30
Metoprene	0,4	1200	0,1	12.000
Metossicloro	0,1	300	0,1	3.000
Monocrotofos	0,0006	1,8	0,1	18
Monolinuron	0,003	9	0,1	90
Ometoato	0,0003	0,9	0,1	9
Ossidemeton-metile	0,0003	0,9	0,1	9
Oxadixil	0,01	30	0,1	300
Paraquat	0,004	12	0,1	120
Paration	0,0006	1,8	0,1	18
Permetrina	0,05	150	0,1	1.500
Pirazofos	0,004	12	0,1	120
Pretilachlor	0,018	54	0,1	540
Profenofos	0,03	90	0,1	900
Prometrina	0,03	90	0,1	900
Propaclor	0,02	60	0,1	600
Propanil	0,02	60	0,1	600
Propoxur	0,02	60	0,1	600
Quinclorac	0,3	900	0,1	9.000
Quizalofop-P	0,013	39	0,1	390
Setossidim	0,18	540	0,1	5.400
Simazina	0,005	15	0,1	150
Temefos	0,1	300	0,1	3.000
Terbufos	0,0002	0,6	0,1	6
Terbutrina	0,1	300	0,1	3.000
Tidiazuron	0,02	60	0,1	600
Tiobencarb	0,007	21	0,1	210
Tiodicarb	0,01	30	0,1	300
Tolilfluanide	0,1	300	0,1	3.000
Triadimefon	0,03	90	0,1	900
Triasulfuron	0,005	15	0,1	150
Triazofos	0,001	3	0,1	30
Triciclazole	0,03	90	0,1	900
Triclorfon	0,045	135	0,1	1.350
Trifluralin	0,015	45	0,1	450
Triforine	0,02	60	0,1	600
Vamidotion	0,008	24	0,1	240
Vinclozolin	0,005	15	0,1	150
Zineb	0,03	90	0,1	900

DOSSIER ACQUE 2020

SICUREZZA DELLE ACQUE A USO POTABILE: NUOVI INDICATORI DI QUALITÀ PER GLI AGROFARMACI



A seguire, le fonti da cui sono stati tratti i valori di ADI per le molecole considerate, sia in uso, sia revocate. La quasi totalità di essi è stata reperita nella banca dati della Comunità europea relativa ai prodotti fitosanitari, integrandoli, quando non riportati, con altre fonti bibliografiche.

- **Banca dati Comunità europea:** <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=homepage&language=EN>: tutte le molecole salvo altrimenti specificato (vedi seguenti)
- **Australian Pesticides and Veterinary Medicine Authority (APVMA):** https://apvma.gov.au/node/26596#Alpha_list_of_chemicals: acifluorfen, atrazina, bromacile, bromadiolone, cianazina, cloquintocet-mexyl, diclorprop, endotal, esaflumuron, esazinone, flamprop-etile, fluazifop-butile, imazetapir, mefenpir-dietile, metabenzthiazuron, metoprene, oxadixil, permetrina, piperonil butissido, prometrina, propaclor, quinclorac, setossidim, simazina, temefos, terbufos, terbutrina, tidiazuron, tiobencarb, triasulfuron
- **OMS, monografia,** ADI AMPA: Glyphosate and AMPA in Drinking-water. Summary statement Extract from Chapter 12 - Chemical fact sheets of WHO Guidelines for Drinking-water Quality, 3rd edition,2004.
- **OMS, monografia,** ADI malathion: Malathion in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. 2004
- **University of Hertfordshire, PPDB:** Pesticide Properties DataBase: ADI pretilachlor: <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/534.htm>
- **IUPAC, International Union of Pure and Applied Chemistry,** ADI triciclazolo: <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/Reports/660.htm>



POST FAZIONE

di Angelo Moretto^(*)

Si perdono nella notte dei tempi le considerazioni “scientifiche” che hanno portato nel corso degli anni '70 del secolo scorso l'Unione Europea, quando ancora era una Comunità di 6 e poi 9 stati membri, a fissare, nel 1980, il limite di 0,1 µg/litro quale concentrazione massima ammissibile di ogni principio attivo dei prodotti fitosanitari nell'acqua potabile. Ancora più oscure sono le basi del limite di 0,5 µg/litro se i principi attivi sono più d'uno; ma di questo parlerò più avanti.

Ritorniamo all'insensato, alla luce delle conoscenze scientifiche odierne, limite di 0,1 µg/litro, che compare nella direttiva del 1980, citata da Sandroni, e da allora immutato, ancorché gli aggiornamenti alla Direttiva siano stati fatti per “la necessità di adeguare al progresso scientifico e tecnologico”. Nonostante ricerche da topo d'archivio (elettronico), non è stato possibile rintracciare un documento che spieghi compiutamente le basi di questa decisione: si possono fare solo delle congetture⁽¹⁾ o ricorrere alla memoria storica delle persone che hanno vissuto quegli eventi o ne sono stati prossimi. In quegli anni, le conoscenze sulla tossicità dei principi attivi dei prodotti fitosanitari era carente e certamente non paragonabile a quella odierna. Il sistema di stretta regolamentazione ora attivo in Unione Europea era di là da venire, l'Environmental Protection Agency (EPA) statunitense non era ancora nata; FAO e OMS dai primi anni '60 facevano delle valutazioni, ma solo dei, non molti, composti maggiormente utilizzati nel mondo.

A fronte di questa ignoranza o incertezza conoscitiva, la decisione dell'UE, allora forse legittima, è stata quella di fissare un limite che fosse un surrogato di zero esposizione. Infatti, solo l'assenza di esposizione poteva dare la “certezza” di assenza di effetti avversi sulla popolazione, stante le carenze conoscitive. Fin qui la congettura che si può derivare dai documenti disponibili. Perché, allora, fissare 0,1 µg/litro? Certamente, un numero che cominci per zero virgola, suona più rassicurante di un numero che inizi con unità, decine o, peggio, centinaia. Al di là dello scherzo, oltre a congetturare sulle possibilità analitiche del tempo, interviene anche la memoria storica. Chi scrive è sufficientemente avanti con gli anni da aver conosciuto chi ha potuto tramandare che questo numero derivava dalla considerazione che i diversi composti avevano, ovviamente, diversi limiti di rilevabilità: 0,1 µg/litro era, grossolanamente, il limite di rilevabilità più elevato fra questi ed è stato scelto, per “par condicio”, per tutti i composti, anche per quelli che avevano limiti di rilevabilità più bassi che altrimenti sarebbero stati penalizzati.

Una considerazione a parte, come accennato, merita il limite fissato in caso di presenza di più principi attivi. Il valore di 0,5 µg/litro ha ancora meno giustificazione “scientifica”. Non si capisce perché messi insieme possano avere limite più elevato, e di 5 volte, e non 7 o 3, ad esempio. In questo caso, non rimane che invocare quello che gli americani definiscono come una decisione per “feel good” (sentirsi bene).

Quindi, i limiti attuali, che non sono mai stati modificati nelle successive Direttive, non hanno alla base alcuna valutazione quantitativa della tossicità dei principi attivi, cioè una valutazione di rischio, come ha ben spiegato Sandroni. La semplice classificazione come prodotto fitosanitario fa ricadere il composto nella ghigliottina dello 0,1 µg/litro. E di classificazioni, cioè valutazioni qualitative, che portano diritti alla ghigliottina purtroppo non c'è solo questa in UE. Ma questo è un altro discorso che ci porterebbe lontani.

Potremmo considerare che nel 1980 questi limiti fossero coerenti con il cosiddetto “principio di precauzione”, che ricordo è un principio che dovrebbero applicare i gestori e non i valutatori del rischio. Certamente, pur nella sua confusa definizione, il “principio di precauzione” prevede che le decisioni siano riviste ed, eventualmente, modificate in seguito all'acquisizione di conoscenze scientifiche. Questo non è stato certamente il caso dei prodotti fitosanitari, per i quali non solo abbiamo una mole di informazioni tossicologiche inimmaginabile per qualsiasi altra categoria di prodotti, ma la regolamentazione comunitaria e, in

generale, mondiale e il miglioramento tecnologico hanno condotto all'eliminazione dei composti con caratteristiche tossicologiche meno favorevoli e all'introduzione di composti moderatamente o per nulla tossici per l'uomo. Eppure, il limite di 0,1 µg/litro non è stato modificato. Bene, quindi, ha fatto Sandroni a stimare dei limiti di concentrazione in acqua potabile basati sulla valutazione di rischio, ovvero quantitativa, per la salute. Nel fare questo, non ha che seguito quello che hanno sempre fatto, per esempio, l'OMS, gli australiani e gli statunitensi, e che l'UE non sembra, purtroppo, al momento intenzionata a fare. Da notare anche che, pragmaticamente, l'OMS⁽²⁾ ha deciso di non stabilire limiti per quei composti che hanno scarsa probabilità di essere ritrovati nell'acqua potabile o ritrovati a concentrazioni molto basse (molto più basse rispetto a quelle ritenute di rilievo tossicologico).

A margine, osservo che le Direttive sull'acqua potabile aggiungono confusione quando utilizzano in modo intercambiabile i termini “qualità”, “salubrità”, “pulizia” dell'acqua, non essendo sempre chiaro se “qualità” deve intendersi come un giudizio estetico o una valutazione tossicologica, come, invece, chiaramente sottinteso dalla parola “salubrità”.

Speriamo che questa meritevole operazione di Sandroni serva almeno a far capire agli addetti alla gestione delle acque potabili che il superamento del limite di 0,1 µg/litro non configura un rischio per la salute e non richiede provvedimenti di urgenza per salvaguardare la salute. O meglio, servono solo a salvare la salute psicofisica dei responsabili della sanità pubblica dagli attacchi e insulti attraverso i “social” (talora molto poco “social”) media. I limiti correttamente derivati da Sandroni sono così elevati rispetto allo zero virgola che è da escludere che in seguito all'ingestione di acqua vi possa essere un rischio per la salute della popolazione, se non quello associato all'ansia da mancata informazione e comprensione del significato dell'insensato (scientificamente) limite.

(*) Angelo Moretto

Dipartimento di Scienze Biomediche e Cliniche Università degli Studi di Milano
Centro Internazionale per gli Antiparassitari e la Prevenzione Sanitaria (ICPS)
ASST Fatebenefratelli Sacco, Milano

Gennaio 2020

Nota 1: vedi anche Dolan T. et al. (2013): “Is the EU Drinking Water Directive Standard for Pesticides in Drinking Water Consistent with the Precautionary Principle?” Env Sci Tech, 2013, 47:4999; Jordan A, European Community Water Policy Standards: Locked in or Watered Down? J Comm Market St, 1999, 37:13

Nota 2: WHO Guidelines for drinking water quality, 2011. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44584/9789241548151_eng.pdf;jsessionid=D5A64E908CD983AC4FEDD74D688189CE?sequence=1

