

ALMA MATER STUDIORUM – UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

---

SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA  
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

DICAM

Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali

**TESI DI LAUREA**

In

Sistemi Idraulici Urbani M

**Analisi dell'impatto della rete di distribuzione idrica sulla qualità  
dell'acqua**

CANDIDATO

Alessandro Casile

RELATORE

Prof.ssa Cristiana Bragalli

Anno Accademico 2020/2021

---

Sessione 3

## **Abstract**

L'oggetto di studio del presente lavoro riguarda l'analisi di alcuni impatti che la rete di distribuzione, intesa come infrastruttura e dinamiche gestionali, possono avere nei riguardi della qualità dell'acqua rispetto alla conservazione delle caratteristiche di potabilità che essa ha nel punto di immissione.

Nel 2014 sono state sviluppate le *“Linee guida per la valutazione e gestione del rischio nella filiera delle acque destinate al consumo umano secondo il modello dei Water Safety Plans”* da parte dell'Istituto Superiore di Sanità e che espongono il metodo applicativo dell'analisi di rischio nei confronti dell'acqua resa disponibile al consumo umano.

Nella prima parte dell'elaborato viene inquadrata la situazione a livello globale, facendo riferimento ai dati resi pubblici dalla World Health Organization, e anche a livello nazionale italiano, stavolta riferendoci alle relazioni annuali che l'Autorità di Regolazione per Energia, Reti e Ambiente (ARERA) stila ogni anno.

Sono descritte le normative vigenti sulla gestione delle reti di distribuzione dell'acqua ed i decreti legislativi di riferimento. Vengono altresì descritti i passaggi per la redazione dei Piani di Sicurezza delle Acque.

L'ultima parte del documento va a quantificare i gradi di rischio negli scenari d'attenzione. Gli aspetti considerati sono stati i macro-indicatori M1 “Perdite idriche” e M2 “Interruzioni di servizio” di ARERA e da cui è stata possibile la redazione delle Matrici di Rischio per ogni scenario.

Infine, sono commentati i risultati ottenuti nel presente lavoro.

## Introduzione

### Cap. 1 Quadro internazionale sui problemi di potabilità dell'acqua indotti dalla rete di distribuzione idrica

- 1.1 Uno scenario non più trascurabile
- 1.2 Acqua da bere
- 1.3 Accesso all'acqua
- 1.4 Situazione negli Stati Uniti d'America
- 1.5 Uno sguardo ai paesi a medi-basso reddito

### Cap. 2 Quadro nazionale sullo stato dell'infrastruttura acquedottistica

- 2.1 Dati sulla popolazione servita
- 2.2 Perdite idriche
- 2.3 Continuità di servizio
- 2.4 Qualità acqua erogata
- 2.5 Struttura della rete
- 2.6 Contaminazioni prevenibili: un confronto con gli stati europei
- 2.7 Metalli pesanti nelle acque destinate al consumo umano

### Cap. 3 Quadro normativo e Piani di sicurezza delle acque (Water safety plan)

- 3.1 Decreto legislativo 2 Febbraio 2001 numero 31
- 3.2 Decreto legislativo numero 152 del 3 Aprile 2006 "Norme in materia ambientale"
- 3.3 Decreto ministeriale del 14 Giugno 2017 (Ministero della salute)
- 3.4 Direttiva UE 2020/2184
- 3.5 Linee guida per i Water Safety Plan (i Piani di Sicurezza delle Acque)
- 3.6 Linee guida dell'Istituto Superiore di Sanità del 2014

### Cap. 4 Analisi degli impatti

- 4.1 Introduzione
- 4.2 Lavaggi insufficienti nelle reti di distribuzione idrica
- 4.3 Rischi derivanti dalla presenza di cantieri
- 4.4 Intermittenza nel servizio di distribuzione e della pressione interna alle condotte

### Cap. 5 Estensione della matrice di rischio per considerare gli impatti dovuti alla rete di distribuzione

- 5.1 Rischio derivante dalla presenza di cantieri
- 5.2 Rischio associato all'intermittenza di pressione e servizio di distribuzione

## Conclusioni

## Introduzione

Il seguente lavoro si propone di investigare gli impatti che il sistema di distribuzione idrica può comportare sulla qualità dell'acqua recapitata all'utente finale della rete.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (World Health Organization, WHO), nel 1984, ha per la prima volta formulato, e poi trasposto sul piano normativo, il documento "*Guidelines for drinking-water quality*". Questo documento, aggiornato più volte nel corso degli anni e per ultimo nel 2017, rappresenta una guida sulle caratteristiche minime di salubrità e qualità fisica, chimica, microbiologica e radiologica che sono richieste alla risorsa idrica per essere considerata potabile e sicura per la salute pubblica. Di fatto si mettono le basi per impostare, a livello nazionale, le norme riguardanti il trattamento e la distribuzione della risorsa.

L'obiettivo finale è quello di redigere un Piano di Sicurezza delle Acque (Water Safety Plan, WSP), introdotto tramite il documento dell'OMS, che rappresenta una strategia fondamentale per il controllo delle acque e che si concentra sull'analisi dei rischi, spostando l'attenzione dall'analisi retrospettivo delle acque alla prevenzione e gestione degli impatti della rete di distribuzione sulla risorsa idrica.

I Piani di Sicurezza delle Acque rappresentano, ad oggi, il mezzo più efficace per garantire la sicurezza di un sistema idropotabile, la qualità delle acque fornite e la protezione della salute dei consumatori. Lo scopo è quello di garantire l'assenza di potenziali pericoli di ordine fisico, chimico e biologico nell'acqua che viene resa disponibile per il consumo umano. L'approccio basato sull'analisi dei rischi consente al sistema di distribuzione di essere flessibile e resiliente rispetto ai contaminanti possibili, e che altrimenti verrebbero alla luce in ritardo dato lo scarso monitoraggio sistematico di questi pericoli, ma consente anche di investigare le vulnerabilità a cui la rete di distribuzione è esposta.

È su questa scia che, nel 2014, da parte dell'Istituto Superiore della Sanità (ISS) fu sviluppato il documento "*Linee guida per la valutazione e gestione del rischio nella filiera delle acque destinate al consumo umano secondo il modello dei Water Safety Plans*". Questo documento, dopo aver spiegato quali sono scopo, campo d'applicazione e utilizzo dello stesso, descrive le componenti fondamentali che un Piano di Sicurezza delle Acque deve avere, approfondisce le linee guida per la sua preparazione e pianificazione e stabilisce i criteri per la sua applicazione nei sistemi di gestione idropotabile in Italia. Vengono identificati i pericoli e gli eventi pericolosi, descritti gli agenti biologici, chimici, fisici e radiologici dannosi per la salute umana con un'ulteriore valutazione di rischi emergenti concernenti anche i cambiamenti climatici in atto nel nostro pianeta. La parte finale del documento si occupa di identificare e validare le misure di controllo e di rivalutare il rischio secondo una logica di priorità che deriva da questo approccio di studio, di redigere un piano di azione e monitoraggio con eventuali correzioni da tenere in considerazione, per, infine, valutare l'efficacia di questo approccio.

La tesi, nel primo capitolo, si propone di inquadrare a livello internazionale i problemi di potabilità dell'acqua imputabili alla rete di distribuzione idrica. Attraverso questa prima parte dell'elaborato si vogliono portare all'attenzione del lettore le principali e più pericolose situazioni in essere nei paesi che soffrono maggiormente l'impatto di una rete di distribuzione non ottimale dal punto di vista sia strutturale che gestionale. Verrà a galla una profonda coincidenza tra tali paesi e nazioni in via di sviluppo, coincidenza che porta a gravi problemi di salute e, in alcuni casi, anche a decessi.

Il secondo capitolo si pone come obiettivo quello di fotografare lo stato attuale delle reti di distribuzione a livello nazionale attraverso le relazioni annuali che, a partire dal 2013, vengono redatte dall'Autorità di Regolazione per Energia, Reti e Ambiente (di seguito ARERA) e

pubblicate nel sito ufficiale della stessa autorità amministrativa indipendente. ARERA esercita attività consultiva e di segnalazione al Governo Italiano ed opera per garantire la promozione e l'efficienza dei servizi di pubblica utilità al fine di tutelare gli interessi dell'utente finale di questi servizi.

Il terzo capitolo si propone di inquadrare il campo normativo nel quale ci muoviamo e di descrivere in modo esaustivo le caratteristiche che un Piano di Sicurezza delle Acque deve avere per essere in linea con i documenti proposti dall'Organizzazione Mondiale della Sanità e dall'Istituto Superiore della Sanità.

Il quarto capitolo si propone di analizzare una serie di impatti che il sistema di distribuzione comporta sulla qualità dell'acqua recapitata all'utenza finale. Vengono approfondite le problematiche che derivano dalla distribuzione intermittente della risorsa idrica. Si affronteranno i rischi portati dalla presenza di cantieri o dagli interventi di manutenzione messi in atto nei pressi della rete di distribuzione, approfondendo anche il problema del non tempestivo lavaggio delle condotte del sistema idrico. Ci sarà spazio per l'analisi dei fenomeni di depressurizzazione della rete e di intermittenza del servizio di distribuzione idrica, con relativi danni comportati a rete ed utente.

Infine, nel quinto capitolo, viene proposta la matrice di rischio che deriva dallo studio portato avanti in questa tesi. La matrice di rischio, come detto, è un fondamentale passo nella redazione dei Piani di Sicurezza delle Acque e viene associato ad ognuna delle analisi fatte sugli impatti che il sistema di distribuzione ha sulla qualità della risorsa veicolata.

Vengono espone per ultime le conclusioni a cui questo studio ha portato.

# Capitolo 1 – Quadro internazionale sui problemi di potabilità dell'acqua indotti dalla rete di distribuzione idrica

## 1.1 Uno scenario non più trascurabile

La World Health Organization definisce la salubrità dell'acqua come cruciale per la salute ed il benessere umano.

Ad oggi, milioni di persone sono però inadeguatamente raggiunte da servizi di distribuzione idrica e, come conseguenza di questo disagio, soffrono di mali che sarebbero prevenibili ed evitabili. Se si pensa anche che sia con l'esposizione che con l'ingerimento di acqua non salubre si incorre in un indebolimento del sistema immunitario, si minaccia la propria sicurezza e si appesantisce il sistema sanitario, è conseguenza logica il fatto che una fornitura scadente di risorsa idrica vada a minare i diritti fondamentali dell'essere umano.

Rischi e problemi che possono essere veicolati tramite la risorsa idrica sono di ampio raggio e possiamo ricondurli a quelli mostrati in Figura 1.

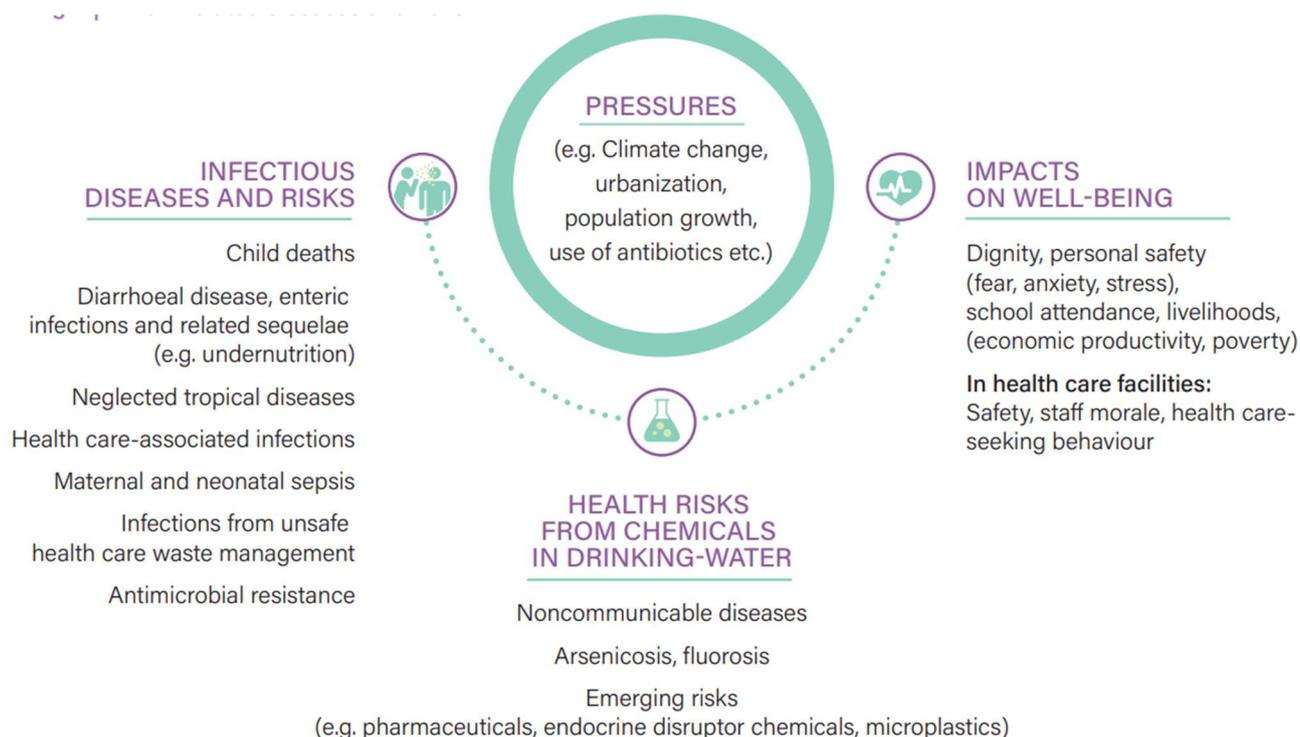
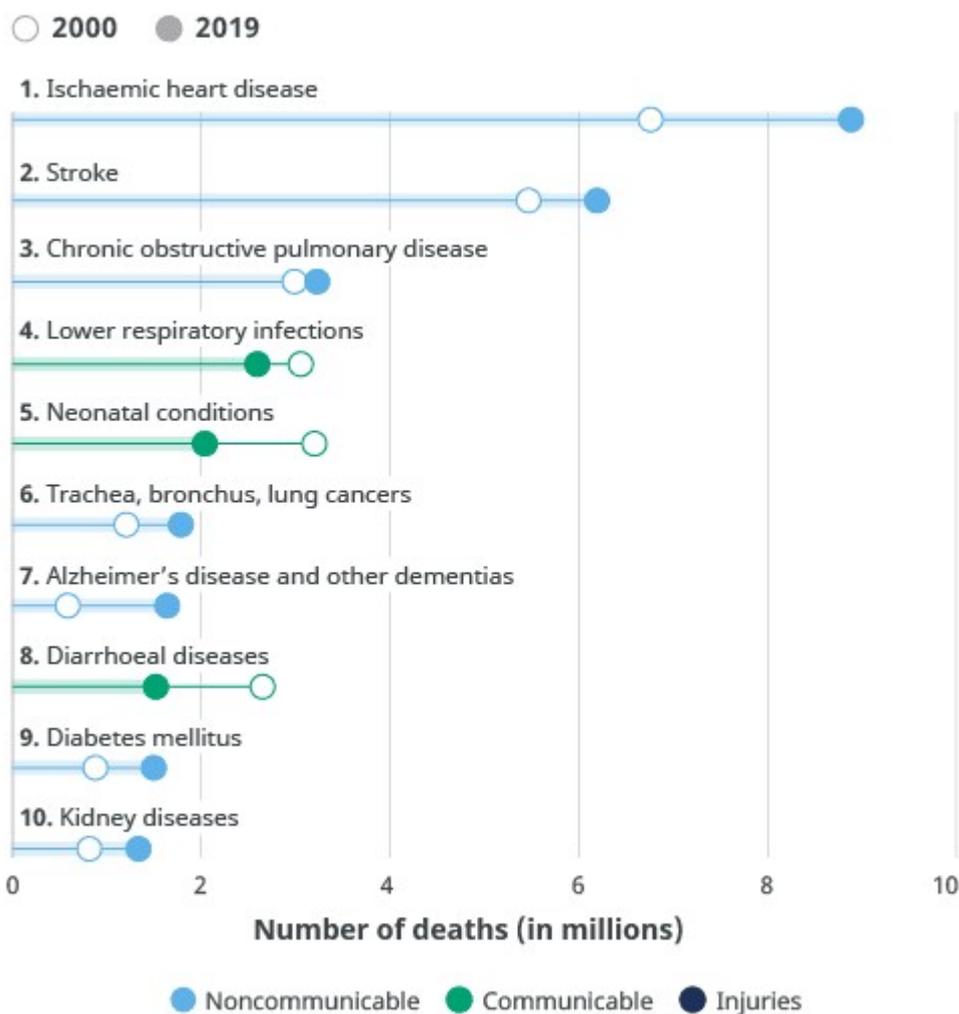


Figura 1 : Rischi e malattie (*Water, sanitation, hygiene and health: a primer for health professionals. Geneva: World Health Organization; 2019*)

A livello globale, si stima che una cifra attorno ai 2 milioni di morti all'anno sia attribuibile all'inadeguatezza della risorsa idrica sfruttata (*Water, sanitation, hygiene and health: a primer for health professionals. Geneva: World Health Organization; 2019*). L'Organizzazione Mondiale della Sanità, infatti, nell'analizzare le principali cause di morte a livello globale ha ordinato numericamente, dal più alto di numero in giù, i problemi che hanno portato ai decessi.

## Leading causes of death globally



Source: WHO Global Health Estimates.

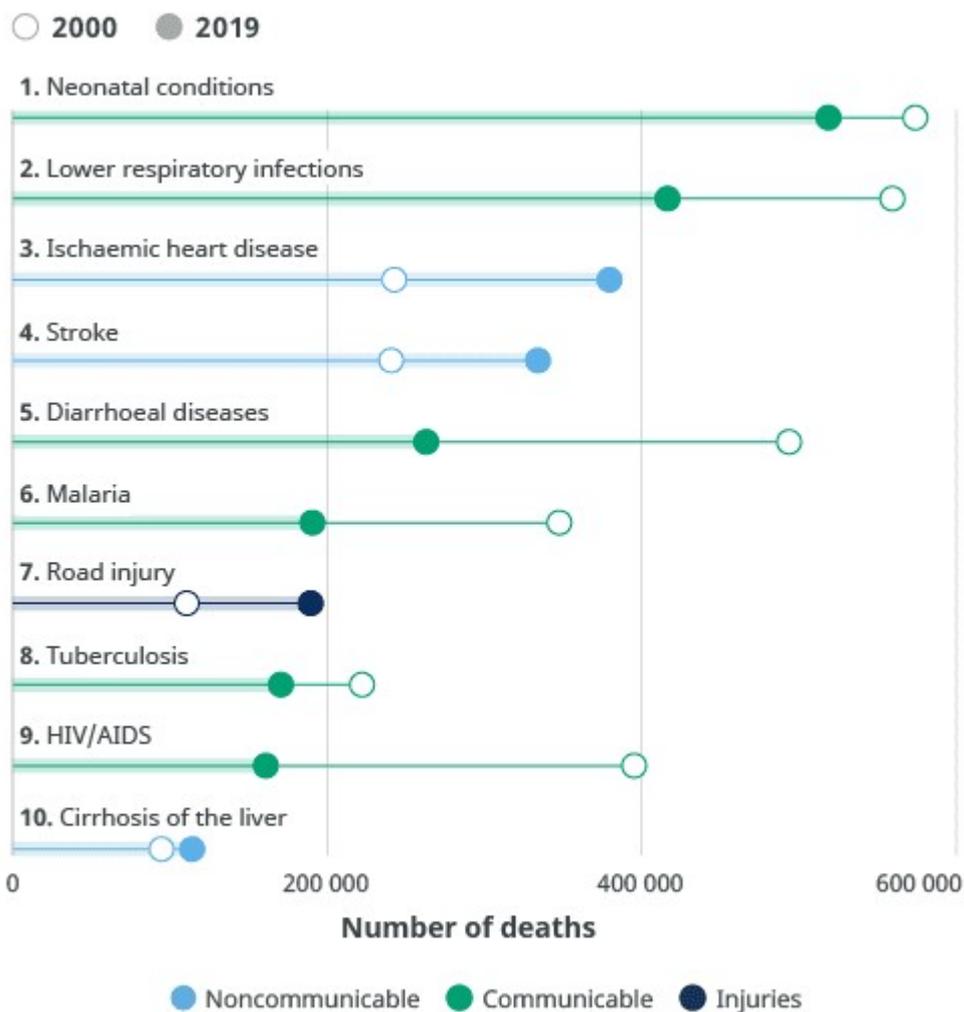
Figura 2 : Principali cause di morte a livello globale (Water, sanitation, hygiene and health: a primer for health professionals. Geneva: World Health Organization; 2019)

In Figura 2, al posto 5 ed al posto 8, spiccano due dei principali problemi creati dall'approvvigionarsi di acqua non potabile. Questi tipi di problema sono molto seri se si fa notare al lettore che questo elenco è attribuibile a tutte le fasce d'età mentre, se si prendono in considerazione solo i bambini sotto i 5 anni di età, i decessi dovuti a malattie gastrointestinali salgono fino al secondo posto della classificazione (Water, sanitation, hygiene and health: a primer for health professionals. Geneva: World Health Organization; 2019)

Anche problemi di tipo respiratorio possono essere provocati dall'esposizione a risorse idriche non qualitativamente alte. Basti pensare agli impianti di climatizzazione o qualsiasi macchinario che usa l'acqua per vaporizzarla ed immettere il vapore stesso in circolo nell'aria rendendolo inalabile.

In Figura 3, invece, vengono classificate le morti nei soli paesi a basso reddito. Qui lo scenario si fa più inquietante. Condizioni degli infanti, problemi respiratori e malattie gastrointestinali contribuiscono ad una fetta molto grossa della percentuale di decessi.

## Leading causes of death in low-income countries

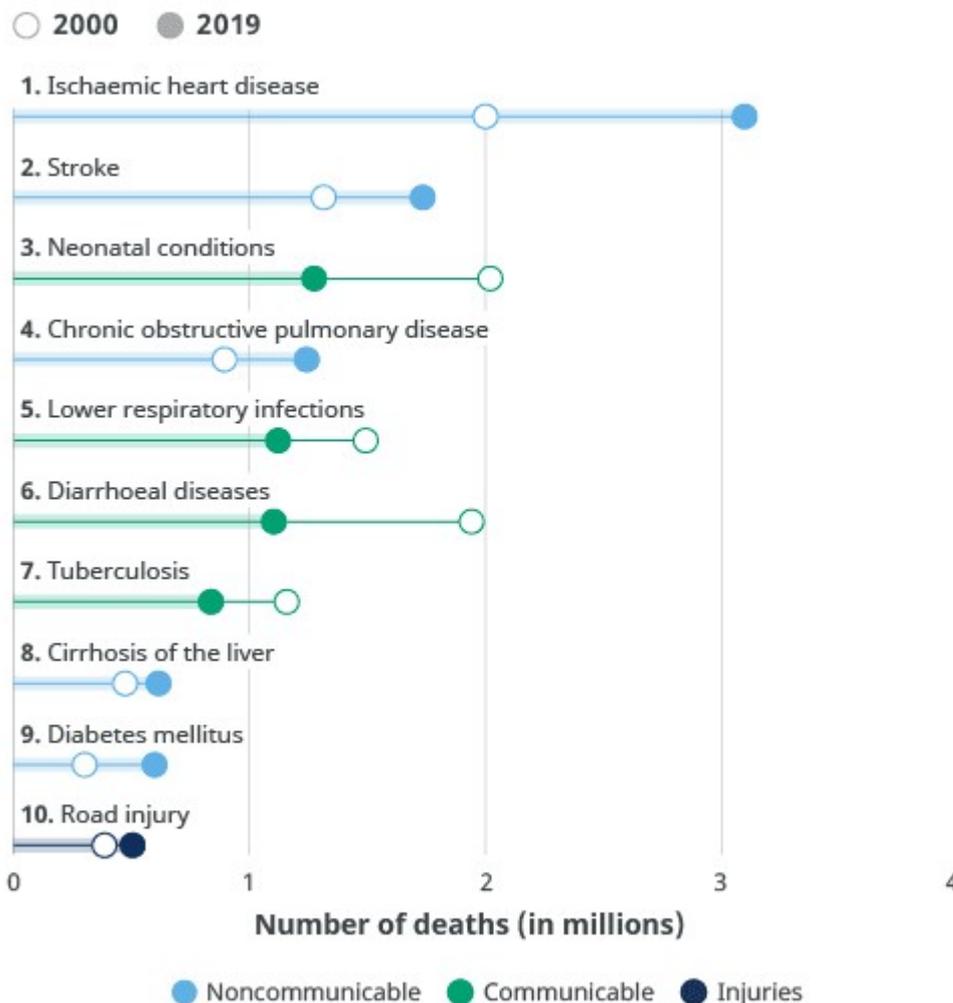


Source: WHO Global Health Estimates. Note: World Bank 2020 income classification.

Figura 3 : Principali cause di morte nei paesi a basso reddito (*Water, sanitation, hygiene and health: a primer for health professionals. Geneva: World Health Organization; 2019*)

In Figura 4, invece, vengono classificati numericamente i decessi nei paesi a medio-basso reddito, fotografando una situazione che necessita, anche qui, uno sguardo attento.

## Leading causes of death in lower-middle-income countries



Source: WHO Global Health Estimates. Note: World Bank 2020 income classification.

Figura 4 : principali cause di morte in paesi a medio-basso reddito (Water, sanitation, hygiene and health: a primer for health professionals. Geneva: World Health Organization; 2019)

È importante nominare le cause che portano a questi tipi di malattie e, come visto nelle Figure 2, 3 e 4, a scenari migliorabili e che fanno parte della schiera di diritti fondamentali dell'uomo.

I patogeni e le infezioni direttamente collegabili alle malattie gastrointestinali sono:

- Escherichia coli
- Rotavirus
- Cryptosporidium
- Shigella
- Colera

## 1.2 Acqua da bere

I patogeni elencati nel precedente paragrafo hanno dei riscontri immediati sulla salute pubblica. Li si può collegare in modo stretto ai problemi di varia natura che essi provocano nel sistema immunitario umano.

Questi, purtroppo, non sono gli unici rischi corsi dagli utenti che si approvvigionano con acqua di scarsa qualità. La maggior parte dei contaminanti chimici, infatti, mostrano i loro effetti sull'essere umano solo dopo un lungo periodo di esposizione e/o assimilazione. Arsenico, fluoruri, piombo e nitrati possono essere un fattore di rischio se superano una determinata soglia di concentrazione massima. L'Organizzazione Mondiale della Sanità, ad esempio, stima che circa 140 milioni di persone bevono acqua con un'eccessiva presenza di arsenico, causa di vari problemi di salute degli utenti (Health Risks from Chemicals in Drinking-Water, Water, sanitation, hygiene and health: a primer for health professionals. Geneva: World Health Organization; 2019)

È di fondamentale importanza, quindi, migliorare l'accesso ad una risorsa idrica che sia salubre e potabile. Ciò può essere fatto costruendo o perfezionando le reti di distribuzione idrica esistenti e redigendo una pianificazione che consenta un approccio pro-attivo capace di contenere i rischi di contaminazione dell'acqua. Considerare come un diritto fondamentale dell'uomo l'accesso ad una risorsa sicura e sostenibile fa sì che le nazioni siano obbligate ad assicurare questo servizio e devono farlo in modo che questo sia disponibile, accessibile, di qualità, economica ed accettabile.

*“Water is essential to sustain life, and a satisfactory (adequate, safe and accessible) supply must be available to all. Diseases related to contamination of drinking-water constitute a major burden on human health in whole world. Interventions to improve the quality of drinking-water provide significant benefits to health.”* (World Health Organization, Geneva, 2008)

## 1.3 Accesso all'acqua

Globalmente, minimo 2 milioni di persone sono soliti bere acqua contaminata da materiali organici (Access to Water Service, Water, sanitation, hygiene and health: a primer for health professionals. Geneva: World Health Organization; 2019).

Nel 2017, il 71% della popolazione globale ha potuto bere acqua da una risorsa idrica maneggiata in modo sicuro, raggiunta nel momento del bisogno e, soprattutto, senza alcun tipo di contaminazione (Access to Water Service, Water, sanitation, hygiene and health: a primer for health professionals. Geneva: World Health Organization; 2019).

Il 90% della popolazione ha avuto accesso ai servizi base e raggiungibili in un tempo accettabile, quantificato in 30 minuti di percorso per approvvigionarsi. Di contro, circa 800 milioni di persone sono ancora in una situazione di mancanza di questa possibilità. Dentro questo numero (il 10% della popolazione globale) contiamo anche 150 milioni di persone che non possono usufruire di alcun tipo di sistema di distribuzione idrica e sono costretti ad approvvigionarsi con acque di superficie.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità ha stilato delle “key action” da perseguire per arginare gli inconvenienti che questa situazione porta con sé:

- 1) Linee guida e strumenti: fornire linee guida e strumenti aggiornati che possano portare ad una standardizzazione e regolamentazione della risorsa idrica sicura, con un occhio anche agli

- sprechi ed al corretto uso e smaltimento delle acque di scarto delle industrie che possono rappresentare rischi dal punto di vista delle contaminazioni di fonti sicure
- 2) Supporto ai paesi: si tratta di stimolare il supporto e la cooperazione tecnica tra paesi e di rendere efficaci i sistemi di monitoraggio delle reti di distribuzione
  - 3) Dati e monitoraggio: promuove il monitoraggio, la ricerca e la comunicazione di dati credibili relativi alle varie situazioni attuali, ai fattori di rischio, ai decessi, ai progressi ottenuti sia in ambito strutturale che qualitativo e quantitativo(sprechi).
  - 4) Coordinamento interno: viene promosso il dialogo tra regioni e paesi, a livello di piattaforme e scambio dati, e le collaborazioni interdisciplinari.
  - 5) Interesse idrico nei programmi sanitari nazionali: inserire gli obbiettivi e le problematiche emerse ed emergenti nei programmi di interesse sanitario in modo da contenere impatti sulla salute degli utenti.
  - 6) Reazione ai problemi emergenti: concentrare sforzi importanti per il contrasto ai cambiamenti climatici ed all'impatto che la scarsità di risorsa ha sulla salute pubblica e sui sistemi sanitari.

### **1.3.1 Situazione negli Stati Uniti d'America**

Il documento “Drinking Water Infrastructure and Environmental Disparities: Evidence and Methodological Considerations” (Towards Enviromental Justice and Health Equity, Supplement 1, 2011, Vol 101, No. S1, American Journal of Public Health) riscontra mancanza di risorsa idrica convogliata nella rete di distribuzione e seri problemi di qualità dell'acqua soprattutto verso comunità a basso reddito e minoranze (piccole comunità agricole, colonie sul confine con il Messico, villaggi).

Le infrastrutture statunitensi approvvigionano milioni di persone ogni giorno raggiungendo le abitazioni degli utenti privati e non. Nonostante sistemi di distribuzione di primordine, alcune ricerche fatte nel paese suggeriscono ancora delle disparità nell'accedere ad una risorsa di qualità e sana, disparità che si poggiano soprattutto su una discriminazione di reddito.

Il valore che gli utenti di una rete idrica danno al servizio di distribuzione possono essere valutati sotto vari aspetti:

- Gusto e odore
- Salubrità
- Costo
- Pressione
- Affidabilità
- Informazione sulla qualità della risorsa

Le disparità riscontrate a livello di questi aspetti riflettono quelle delle infrastrutture che operano il servizio di distribuzione. Tali infrastrutture possono essere concettualizzate in 4 componenti:

- Disponibilità della risorsa idrica
- Il sistema di distribuzione in senso fisico
- Capacità dei gestori a livello manageriale ed operativo
- Politiche del governo e sostegni a livello finanziari

Ognuno di questi aspetti influisce in modo profondo sulla qualità del servizio offerto. Per esempio, una disparità a livello di sostegni finanziari porta spesso a meno investimenti sull'infrastruttura finendo per intaccare la qualità e la reperibilità della risorsa idrica. Disparità a livello di formazione

delle figure che devono provvedere alla corretta gestione della risorsa impatta in modo diretto sul trattamento della risorsa, inficiandone anche qui qualità e reperibilità.

Il documento “The Safe Drinking Water Act”, redatto dal congresso degli Stati Uniti nel 1974 a protezione della sanità pubblica tramite la regolazione ed il trattamento della risorsa idrica, suddivide i vari tipi di infrastruttura in categorie:

- Community Water System, sono sistemi pubblici che servono le stesse persone tutto l’anno e costituiscono il più diffuso metodo di approvvigionamento di case, appartamenti e condomini nelle città
- Non-community Water System, è sempre un sistema pubblico che, a differenza del primo, non serve le stesse persone in modo continuo a livello annuale. Questi tipi di infrastruttura possono essere a loro volta suddivisi in Non-Transient Non-Community Water System e in Transient Non-community Water System. Il primo tipo di sistema di distribuzione serve l’utenza per più di 6 mesi (un esempio può essere quello di una scuola) mentre nel secondo tipo la fornitura non va oltre i 6 mesi a favore delle stesse persone.

Dobbiamo precisare che i dati ci restituiscono una situazione in cui il 99% della popolazione è servita in modo opportuno dalla rete di distribuzione. I sistemi non all’altezza riguardano il restante 1% del totale, ma coincidono con quelle zone in cui vivono minoranze come il confine USA-Messico. Sono stati stanziati, negli ultimi decenni, svariati milioni di dollari per la crescita e l’ammodernamento di queste strutture ma, nonostante questo, ancora molte persone nello stato del Texas al confine con il Messico vivono in comunità non approvvigionate adeguatamente con la risorsa idrica che, ricordiamo, è un diritto fondamentale dell’utente. Concentrandosi sugli stati appartenenti al Sud degli Stati Uniti d’America, anche l’Arizona ed il Nuovo Messico fanno rilevare importanti percentuali riguardanti la mancanza di una rete affidabile e che raggiungono valori del 30-35% del totale delle popolazioni ivi residenti.

Un impatto maggiore è quello dovuto alla presenza di batteri coliformi nei campioni di risorsa idrica investigati (“Drinking Water Infrastructure and Environmental Disparities: Evidence and Methodological Considerations” Towards Environmental Justice and Health Equity, Supplement 1, 2011, Vol 101, No. S1, American Journal of Public Health). Dallo studio in paesi del sud degli Stati Uniti è emerso che circa il 70% delle acque veicolate tramite sistema di distribuzione sono contaminati da tali batteri, una percentuale maggiore del 20% sono risultati positivi per quanto concerne la presenza di Escherichia Coli, il 12% contenevano una concentrazione di Arsenico maggiore del limite massimo previsto ed il 5% sfiorava il massimo di Uranio accettabile.

In generale, sul totale della popolazione statunitense, è emerso che il 23% dei controlli sui pozzetti domestici privati abbia dato risultati che eccedevano i limiti massimi imposti dalla giurisdizione locale per almeno un inquinante, l’8% positivo all’Escherichia Coli (“Drinking Water Infrastructure and Environmental Disparities: Evidence and Methodological Considerations” Towards Environmental Justice and Health Equity, Supplement 1, 2011, Vol 101, No. S1, American Journal of Public Health).

## 1.4 Uno sguardo ai paesi a medio-basso reddito

I paesi a medio-basso reddito non godono degli stessi numeri di cui gli Stati Uniti usufruiscono.

L'articolo "Mapping geographical inequalities in access to drinking water and sanitation facilities in low-income and middle-income countries, 2000–17", ([www.thelancet.com/lancetgh Vol 8 September 2020](http://www.thelancet.com/lancetgh Vol 8 September 2020)) testimonia come nei paesi a medio-basso reddito l'accesso alla risorsa idrica convogliata tramite sistemi di distribuzione fosse, nel 2000, possibile solo al 40% della popolazione, trend comunque in aumento grazie ad investimenti nelle infrastrutture ed arrivato, nel 2017, al 50,3%.

La Figura 5 inquadra l'evoluzione che c'è stata tra il 2000 ed il 2017 per quel che riguarda le percentuali di accesso alla risorsa idrica nei paesi in via di sviluppo. Guardando in Marocco, ad esempio, nella sola città di Casablanca vediamo che vi è il 90% della popolazione con accesso alla risorsa convogliata nelle reti di distribuzione, mentre ancora 400 mila persone sono impossibilitati ("Mapping geographical inequalities in access to drinking water and sanitation facilities in low-income and middle-income countries, 2000–17", [www.thelancet.com/lancetgh Vol 8 September 2020](http://www.thelancet.com/lancetgh Vol 8 September 2020)). Qui, però, i fornitori possono chiedere una deroga al Ministro della Salute del paese per continuare la distribuzione di acqua anche se eccede i limiti massimi consentiti per alcuni parametri. Per farlo ed ottenere questa deroga, la richiesta non deve interessare gli "health parameters" cioè non deve riguardare quei componenti pericolosi per la salute umana secondo gli standard del paese. I fornitori, inoltre, sono obbligati a specificare la zona interessata dalla richiesta, giustificare il motivo per il quale viene chiesta la deroga e devono aver raccolto i dati sulla qualità della risorsa almeno per i 2 anni precedenti. Inoltre sono obbligati a descrivere le misure che verranno implementate per un ritorno repentino ad una situazione normale e stabilire il tempo necessario che coinciderà con la scadenza della suddetta deroga.

In generale, i paesi dell'Africa sub-sahariana beneficerebbero di politiche che favoriscano un accesso più facile alla risorsa idrica ("Mapping geographical inequalities in access to drinking water and sanitation facilities in low-income and middle-income countries, 2000–17", [www.thelancet.com/lancetgh Vol 8 September 2020](http://www.thelancet.com/lancetgh Vol 8 September 2020)).

Tra il 2000 e il 2017 l'accesso alla risorsa idrica nei paesi a medio-basso reddito è cambiato notevolmente. Se in generale si è verificato un miglioramento, il trend di crescita differisce molto tra le varie regioni e la Figura 5 ne inquadra la situazione: sebbene nell'Africa sub-sahariana l'accesso alla risorsa idrica nel 2017 risulti minore rispetto ad altre regioni del mondo, risulta evidente che alcune aree abbiano migliorato la possibilità di accesso e solitamente tali aree si trovano in corrispondenza di larghi centri urbani come Addis Ababa (Etiopia) e in alcuni dipartimenti della regione di Dakar (Senegal).

Sempre in Figura 5, spostando l'attenzione al continente asiatico, si può apprezzare come nel sud Asia l'accesso alla risorsa idrica sia relativamente basso se confrontato con i livelli del continente intero e, soprattutto, della situazione in Cina. Possiamo anche affermare che relativamente alla parte est del continente asiatico e all'Oceania, durante il periodo di studio le possibilità di accesso alla risorsa idrica sono rimaste pressoché identiche.

Nel sud-America, invece, l'accesso nel 2017 era relativamente alto e si può apprezzare un moderato miglioramento della condizione rispetto al 2000, anno di inizio dello studio.

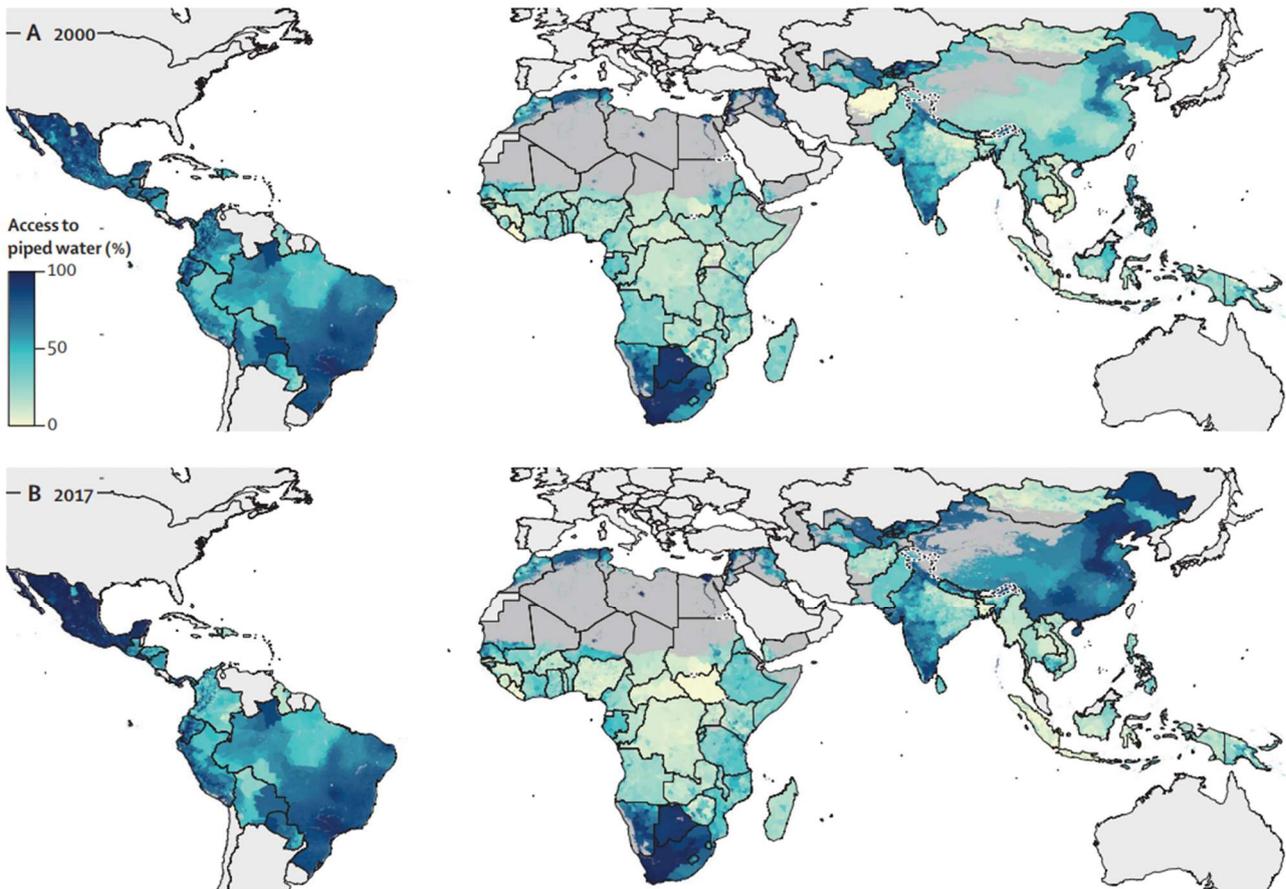


Figura 5: Access to piped water and sewer or septic sanitation at the second-administrative-unit level, 2000 and 2017 (“Mapping geographical inequalities in access to drinking water and sanitation facilities in low-income and middle-income countries, 2000–17”, [www.thelancet.com/lancetgh](http://www.thelancet.com/lancetgh) Vol 8 September 2020)

In Figura 6, il documento “Mapping geographical inequalities in access to drinking water and sanitation facilities in low-income and middle-income countries, 2000–17”, ([www.thelancet.com/lancetgh](http://www.thelancet.com/lancetgh) Vol 8 September 2020) cerca di stimare il numero di morti relativo ai bambini di età inferiore ai 5 anni attribuibili ad acqua non salubre e all’igiene rispettivamente nella parte A e C di Figura 6, mentre nella parte B viene comparato il numero di morti evitate (in verde) al numero di quelle provocate (in viola) a causa del cambiamento locale della possibilità di accesso alla risorsa idrica. Nella parte D di Figura 6, infine, possiamo apprezzare come le stesse variazioni di possibilità di accesso alla risorsa idrica nelle varie aree di studio si riflettano sui decessi, evitati (in verde) o causati (in viola), attribuiti all’igiene della popolazione.

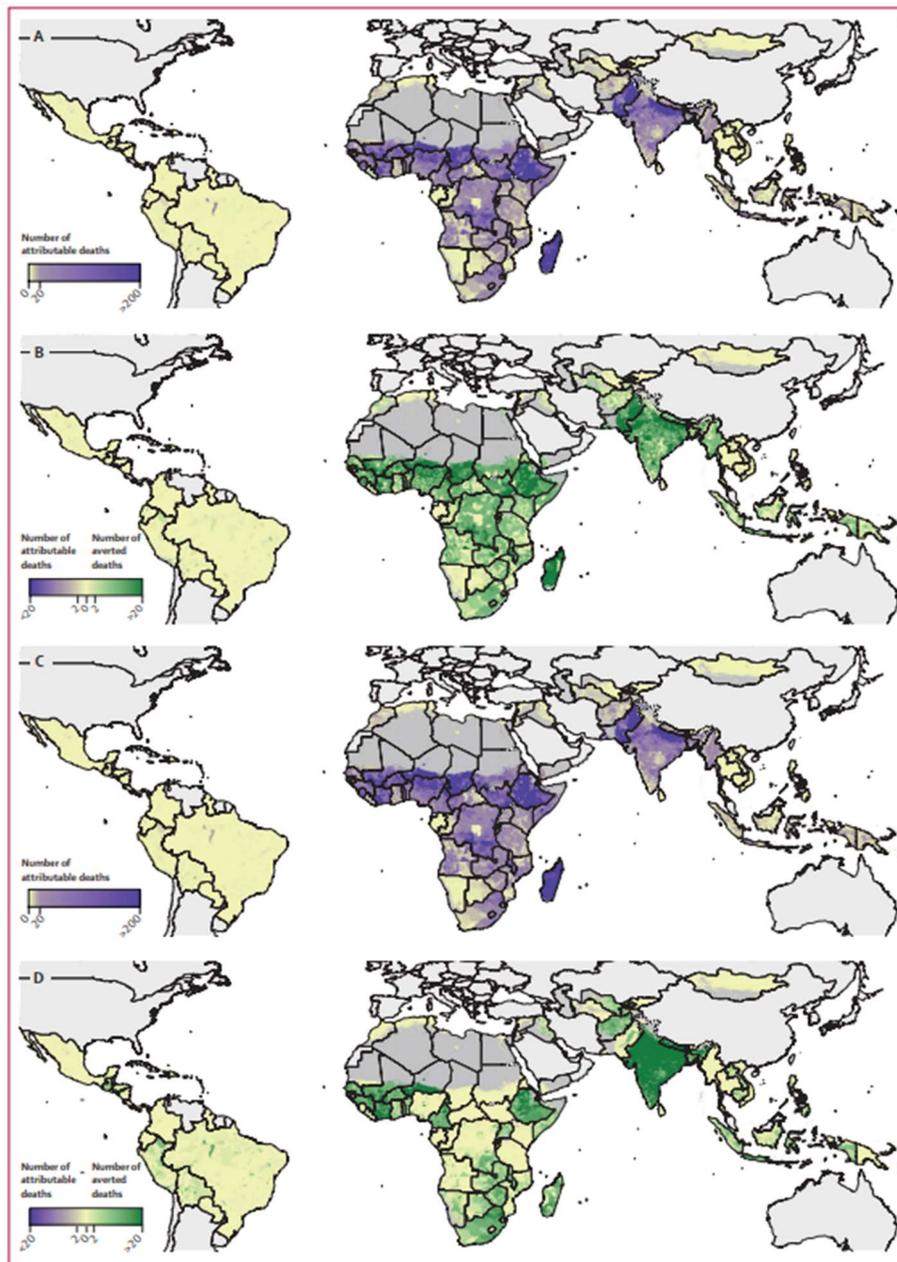


Figure 4: Effect of changes in access to water and sanitation in 2017 on child diarrhoeal deaths at the second-administrative-unit level. Deaths are calculated under the counterfactual scenario in which access to safe water and sanitation remained at the values observed in the year 2000. The number of deaths attributed given access levels observed in 2017 is shown for water (A) and sanitation (C). The number of deaths averted (shown in green) or caused (shown in purple) in 2017 due to changes in access levels compared with 2000 is shown for water (B) and sanitation (D). Maps reflect administrative boundaries, land cover, lakes, and population; dark grey-coloured grid cells were classified as barren or sparsely vegetated and had fewer than ten people per 1 × 1-km grid cell, or were not included in these analyses.<sup>38,41</sup>

Figura 6: Effect of changes in access to water and sanitation in 2017 on child diarrhoeal deaths at the second-administrative-unit level. ("Mapping geographical inequalities in access to drinking water and sanitation facilities in low-income and middle-income countries, 2000–17", [www.thelancet.com/lancetgh](http://www.thelancet.com/lancetgh) Vol 8 September 2020)

La popolazione mondiale è cresciuta tantissimo nell'ultimo secolo. Ciò comporta una domanda crescente di risorsa idrica a fronte di un restringimento della disponibilità di acqua globale ("Safe access to safe water in low income countries: Water fetching in current times" *Social Science & Medicine* 72, ELSEVIER, 2011). In Africa sta crescendo molto velocemente la percentuale delle persone che abitano le città e che lasciano le restanti aree del continente (Reaver, K. M., Levy, J., Nyambe, I., Hay, M. C., Mutiti, S., Chandipo, R., & Meiman, J. *Drinking water quality and provision in six low-income, peri-urban communities of Lusaka, Zambia. GeoHealth*, 5, 2021). Questa tendenza alla crescita di popolazione dei centri abitati eccede la capacità di molte città del continente di provvedere adeguatamente alle infrastrutture.

Nella parte sub-Sahariana dell'Africa molti paesi dipendono dalle falde acquifere sotterranee per il loro approvvigionamento. Lo sfruttamento fuori misura di queste risorse ha portato sfortunatamente

a problemi di inquinamento e di fornitura. In paesi come l'Etiopia, ad esempio, esistono città con un deficit di fornitura di circa il 50% (Reaver, K. M., Levy, J., Nyambe, I., Hay, M. C., Mutiti, S., Chandipo, R., & Meiman, J. Drinking water quality and provision in six low-income, peri-urban communities of Lusaka, Zambia. *GeoHealth*, 5, 2021). Le città di costa come Lagos (Nigeria), Dakar (Senegal), e Città del Capo (Sud Africa) sfruttano in maniera eccessiva le rispettive falde acquifere e questo porta ad intrusioni di acqua marina, salata e soggetta ad inquinamento di microplastiche, nelle falde stesse (Reaver, K. M., Levy, J., Nyambe, I., Hay, M. C., Mutiti, S., Chandipo, R., & Meiman, J. Drinking water quality and provision in six low-income, peri-urban communities of Lusaka, Zambia. *GeoHealth*, 5, 2021).

Molte città del continente devono fronteggiare anche problemi di inquinamento dovuti alla contaminazione portata dalle attività dell'uomo come quelle industriali o quelle dovute ad un non corretto smaltimento dei liquami, soprattutto in aree che stanno nelle vicinanze di pozzi, falde o sorgenti, ma che contaminano anche le acque superficiali, acque che alcune aree del continente usano per approvvigionarsi e che costituiscono un sostanziale pericolo per la salute della popolazione.

Non sono esenti da pericoli anche i pozzi poco profondi delle utenze private da cui molte persone dipendono. Collocati in aree urbane e, come detto, poco in profondità, questi tipi di pozzi sono vulnerabili a batteri e metalli pesanti. Studi portati avanti su questo tipo di risorsa hanno evidenziato una tendenza all'inquinamento da eccessiva presenza di Nitrati dovuti alle varie attività umane che danneggiano la qualità della risorsa (Reaver, K. M., Levy, J., Nyambe, I., Hay, M. C., Mutiti, S., Chandipo, R., & Meiman, J. Drinking water quality and provision in six low-income, peri-urban communities of Lusaka, Zambia. *GeoHealth*, 5, 2021).

Un esempio di crescita esponenziale di densità abitativa può essere fatto sulla città di Lusaka, capitale dello Zambia. Parzialmente questa crescita è imputabile alla migrazione dalle zone agricole alla città in cerca di una qualità di vita migliore. Questo tenore di crescita non era stato preventivato dalle autorità del paese e, assieme ad una situazione economica problematica, ha portato alla nascita di insediamenti ai confini del centro urbano. Questi insediamenti, alcuni nati durante politiche colonialiste operate nel paese da parte di altre nazioni, accolgono il 60% della popolazione di Lusaka ed hanno scarso accesso ai servizi primari, compreso quello alla risorsa idrica (Reaver, K. M., Levy, J., Nyambe, I., Hay, M. C., Mutiti, S., Chandipo, R., & Meiman, J. Drinking water quality and provision in six low-income, peri-urban communities of Lusaka, Zambia. *GeoHealth*, 5, 2021).

La situazione in Zambia ha portato all'implementazione di una National Water Policy grazie a cui investitori privati ed Organizzazioni Non Governative (ONG) hanno iniziato ad integrare servizi aggiuntivi e facenti parte degli obiettivi della Lusaka Water and Sanitation Company (Reaver, K. M., Levy, J., Nyambe, I., Hay, M. C., Mutiti, S., Chandipo, R., & Meiman, J. Drinking water quality and provision in six low-income, peri-urban communities of Lusaka, Zambia. *GeoHealth*, 5, 2021). Confidando in queste organizzazioni, proprio una di loro, la Cooperative for Assistance and Relief Everywhere, cerca di migliorare lo stile di vita per i cittadini con basso reddito in Zambia coinvolgendoli nella comunità cittadina, migliorando lo status della popolazione femminile, aggiornando le infrastrutture fisiche presenti nel paese ed assistendo la Lusaka Water and Sanitation Company nella distribuzione di risorsa idrica sicura e salubre (Reaver, K. M., Levy, J., Nyambe, I., Hay, M. C., Mutiti, S., Chandipo, R., & Meiman, J. Drinking water quality and provision in six low-income, peri-urban communities of Lusaka, Zambia. *GeoHealth*, 5, 2021). L'organizzazione non governativa, inoltre, ha provveduto alla formazione dei membri delle comunità, al loro equipaggiamento, fino al momento in cui questi stessi membri hanno assunto il pieno controllo del

servizio di distribuzione garantendo di fatto la continuazione del progetto di sviluppo dei vari sistemi di distribuzione.

L'approvvigionamento in Zambia si ottiene dalle falde profonde. Qui le acque sono di qualità migliore rispetto a falde di bassa profondità che possono facilmente essere inquinate dalle acque superficiali sporche e dalle attività dell'uomo. Una volta estratte vengono trattate con cloro, vengono immagazzinati in serbatoi posti ad altezza congrua e distribuiti tramite condotte a rubinetti pubblici dove l'acqua viene venduta in contenitori da 20 Litri ad un prezzo accessibile per gli utenti di basso reddito.

Sono state portate avanti delle ricerche su campioni di risorsa nelle comunità che vivono attorno alla città di Lusaka. Studi sul PH dell'acqua, il cui range ottimale varia tra i 6.5 e 8, hanno riscontrato valori accettabili nel 90% delle indagini. Sono stati però trovati alcuni campioni di risorsa con un PH inferiore a 6.5, indicatore di possibile presenza di contaminanti, inclusi metalli tossici (Reaver, K. M., Levy, J., Nyambe, I., Hay, M. C., Mutiti, S., Chandipo, R., & Meiman, J. Drinking water quality and provision in six low-income, peri-urban communities of Lusaka, Zambia. *GeoHealth*, 5, 2021).

Nello stesso studio (Reaver, K. M., Levy, J., Nyambe, I., Hay, M. C., Mutiti, S., Chandipo, R., & Meiman, J. Drinking water quality and provision in six low-income, peri-urban communities of Lusaka, Zambia. *GeoHealth*, 5, 2021) è stata investigata la presenza di Nitrati. Il risultato ha portato ad una netta divisione tra fonti di approvvigionamento private e pubbliche (la maggior parte resi disponibili dalla ONG). L'acqua appartenente a pozzi privati è risultata contaminata da Nitrati rispetto a quella resa disponibile tramite rubinetti pubblici. Analizzata anche la presenza di *Escherichia Coli* nelle zone di interesse della ricerca, i risultati sono stati incoraggianti per quasi tutti i campioni. Anche sotto questo aspetto, però, i pozzi privati sono i più vulnerabili. Su 41 campioni analizzati, solo 2 non risultavano contaminati da *Escherichia Coli* (Reaver, K. M., Levy, J., Nyambe, I., Hay, M. C., Mutiti, S., Chandipo, R., & Meiman, J. Drinking water quality and provision in six low-income, peri-urban communities of Lusaka, Zambia. *GeoHealth*, 5, 2021).

Una situazione simile a quella appena analizzata inerente alla città di Lusaka la si può trovare in un'altra grande capitale africana, cioè Accra in Ghana ("Application of Quantitative Microbial Risk Assessment to analyze the public health risk from poor drinking water quality in a low income area in Accra, Ghana" E. Machdar, N.P. van der Steen, L. Raschid-Sally, P.N.L. Lens, *Science of the Total Environment* 449, ELSEVIER, 2013). Anche qui molte persone scelgono di lasciare le campagne ed i posti rurali per raggiungere i centri abitati. Accra, per approvvigionarsi di risorsa idrica, sfrutta la diga Kpong, che usa le acque derivate dal fiume Volta, e la diga Weija rimpita dal fiume Densu. Il problema, anche qui, sta nel fatto che la crescente domanda della popolazione in aumento non riesce ad essere soddisfatta sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo. In particolare qui troviamo un problema che verrà analizzato meglio nei capitoli successivi: durante i periodi di bassa pressione nelle condotte la risorsa è minacciata dall'intrusione di contaminanti nel sistema di distribuzione. Per ovviare a questo problema, quando si rivelano questi problemi di pressione, gli utenti sono costretti ad affidarsi ad altre vie per approvvigionarsi. Una di queste vie è quella di comprarla da venditori privati, pratica che espone gli utenti ad una risorsa dalla qualità non ottima ed anzi spesso inquinata a sua volta a causa del fatto che viene maneggiata igienicamente male. Anche i pozzi locali contengono acqua inquinata e pericolosa se consumata dall'utenza soprattutto se non trattata preventivamente. Accra è una delle città che più contribuisce alla triste fetta di bambini sotto i 5 anni deceduti a causa di condizioni di scarso accesso ad una risorsa idrica di qualità ("Application of Quantitative Microbial Risk Assessment to analyze the public health risk from poor drinking water

quality in a low income area in Accra, Ghana” E. Machdar, N.P. van der Steen, L. Raschid-Sally, P.N.L. Lens, Science of the Total Environment 449, ELSEVIER, 2013).

Purtroppo i finanziamenti che consentirebbero di dare ad Accra un degno sistema di distribuzione idrica non sono abbastanza. Servirebbe, quindi, sviluppare un piano di investimento ben fatto al fine di migliorare la situazione riguardante la salute pubblica e l’accesso alla risorsa idrica ed in modo da sfruttare al meglio i pochi fondi a disposizione della città.

Lo studio portato avanti sulla qualità della risorsa idrica nella città di Accra (“Application of Quantitative Microbial Risk Assessment to analyze the public health risk from poor drinking water quality in a low income area in Accra, Ghana” E. Machdar, N.P. van der Steen, L. Raschid-Sally, P.N.L. Lens, Science of the Total Environment 449, ELSEVIER, 2013) ha investigato questo aspetto con il “Quantitative Microbial Risk Assessment”. I 4 step del QMRA sono: identificazione del rischio, valutazione dell’esposizione, analisi sulle dosi e caratterizzazione dei rischi. I patogeni di riferimento sono stati scelti per rappresentare batteri, virus e parassiti, e sono 5:

- Escherichia Coli
- Campylobacter
- Rotavirus
- Cryptosporidium
- Ascaris

Nello stesso studio, tramite interviste e ricerche sul campo, sono stati valutati altri aspetti dell’approvvigionamento come la frequenza di consumo e la popolazione esposta.

I risultati evidenziano contaminazioni da batteri coliformi nella risorsa idrica distribuita tramite la rete di condotte. Le cause sono da imputarsi alle perdite del sistema di distribuzione, alla bassa pressione di alcuni periodi durante il giorno ed alla crescita di biofilm nelle pareti delle condotte. Un grosso contributo è dato anche dalla presenza di fogne a cielo aperto. Emerge dallo studio che il tasso di pericolosità è più alto della soglia accettabile a livello internazionale, condizione che rende vulnerabili gli utenti che consumano la risorsa idrica nel luogo di studio.

Spostandoci nell’America del sud, e precisamente nei dintorni di Rio de Janeiro (Brasile) la situazione rimane altresì migliorabile.

È stato portato avanti uno studio sulle comunità in Manguinhos (“Gastroenteric Viruses Detection in a Drinking Water Distribution-to-Consumption System in a Low-Income Community in Rio de Janeiro” Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature 2020, 2020), una zona poco a nord della città brasiliana. Siamo in un territorio in via di sviluppo e le ricerche sono state fatte su campioni di risorsa presi da scuole, abitazioni e vari altri punti di approvvigionamento. Il risultato ha dimostrato che l’80% delle comunità che vivono nella zona sono a rischio data l’esposizione a virus presenti nell’acqua consumata, con un’importante percentuale proveniente dai campioni presi nelle abitazioni private.

I risultati sono simili agli scenari già analizzati nel capitolo. Le popolazioni a basso reddito vedono riflessa questa loro situazione finanziaria nella qualità della risorsa che possono utilizzare, arrivando ad una situazione di grave vulnerabilità che, come detto, finisce per metterne in pericolo gli utenti e grava sul sistema sanitario e sulla percentuale di decessi attribuibili alle malattie imputabili alla scarsa qualità dell’acqua.

## Capitolo 2 - Quadro nazionale sullo stato dell'infrastruttura acquedottistica

Questo capitolo prende come riferimento principale le relazioni che l'Autorità di Regolazione per Energia, Reti e Ambiente (di seguito ARERA) stila ogni anno a partire dal 2013 per la descrizione dei servizi idrici italiani.

Istituita con una legge nel 1995, è *“un'autorità amministrativa indipendente che opera per garantire la promozione della concorrenza e dell'efficienza nei servizi di pubblica utilità e tutelare gli interessi di utenti e consumatori”*. ARERA, si legge dal sito di riferimento, *“esercita attività consultiva e di segnalazione al Governo e al Parlamento nelle materie di propria competenza, anche ai fini della definizione, del recepimento e della attuazione della normativa comunitaria”* (sito ARERA).

Guardando al contesto legislativo in Italia, nell'ultimo decennio sono stati ripensati gli assetti istituzionali del settore idrico ed in particolare il legislatore *“al fine di garantire l'osservanza dei principi contenuti nel decreto legislativo 3 Aprile 2006, n. 152 in tema di gestione delle risorse idriche e di organizzazione del servizio idrico, con particolare riferimento alla tutela dell'interesse degli utenti, alla regolare determinazione e adeguamento delle tariffe, nonché alla promozione dell'efficienza, dell'economicità e della trasparenza nella gestione dei servizi idrici”* ha istituito l'Agenzia nazionale per la regolazione e la vigilanza in materia di acqua a cui sono state attribuite una serie di funzioni. Successivamente, nel Dicembre del 2011, le funzioni di regolazione e controllo dei servizi idrici sono state trasferite ad ARERA.

La Figura 7 ci dà un inquadramento di quelle che sono le competenze assegnate all'Autorità:

Autorità	Art. 2, legge n. 481/95	✓ Definisce i livelli minimi e gli obiettivi di qualità per ogni gestore.
	Art. 10, decreto legge n. 70/11	✓ Predisporre una o più convenzioni tipo.
	Art. 3, decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 20 Luglio 2012	✓ Definisce le componenti di costo per la determinazione della tariffa.
		✓ Predisporre e rivede periodicamente il metodo tariffario.
		✓ Verifica la corretta redazione del Piano d'ambito.
		✓ Approva le tariffe proposte dal soggetto competente.
		✓ Adotta le direttive per la trasparenza della contabilità e per la separazione contabile e amministrativa.
		✓ Vigila e controlla, esercitando poteri ispettivi, di acquisizione della documentazione, di determinazione degli indennizzi agli utenti.
		✓ Valuta reclami, istanze e segnalazioni presentate dagli utenti, singoli o associati, in ordine al rispetto dei livelli qualitativi e tariffari da parte dei gestori.
		✓ Irroga, in caso di inosservanza dei propri provvedimenti, sanzioni amministrative.
		✓ Svolge funzione di consulenza istituzionale.

Figura 7: Riparto di competenze previsto dalla normativa vigente (Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 20 Luglio 2012, Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare) fonte (RELAZIONE ANNUALE SULLO STATO DEI SERVIZI E SULL'ATTIVITÀ SVOLTA, 31 Marzo 2013)

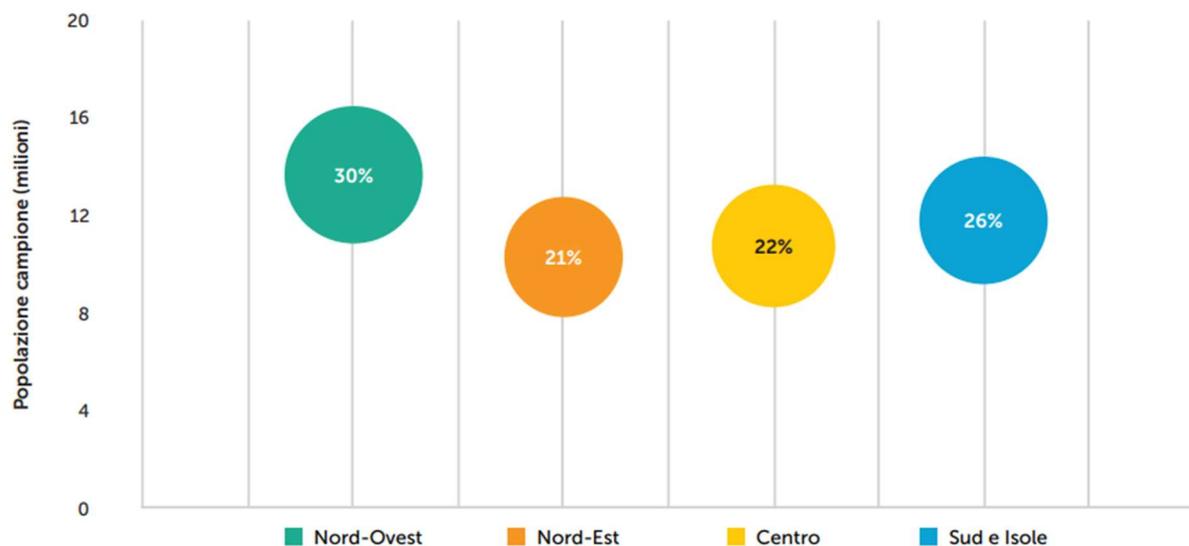
### 2.1 Dati sulla popolazione servita

Nella relazione tecnica del 2021 si è cercato di fotografare lo stato dei servizi idrici e delle principali caratteristiche delle infrastrutture basate su dati presi nel 2019. È stato poi stilato un

bilancio sui primi due anni di applicazione della regolazione della qualità tecnica confrontando i valori dei macro-indicatori a partire dal 2016.

I numeri restituiti dallo studio ci portano ad una copertura dell'80% della popolazione italiana corrispondente a circa 48 milioni di persone approvvigionate dalle attività dell'acquedotto. Queste attività comprendono la captazione, adduzione, potabilizzazione e distribuzione della risorsa idrica a cui si accostano le attività di approvvigionamento, trasporto e trattamento della risorsa fino ad arrivare all'erogazione all'utente.

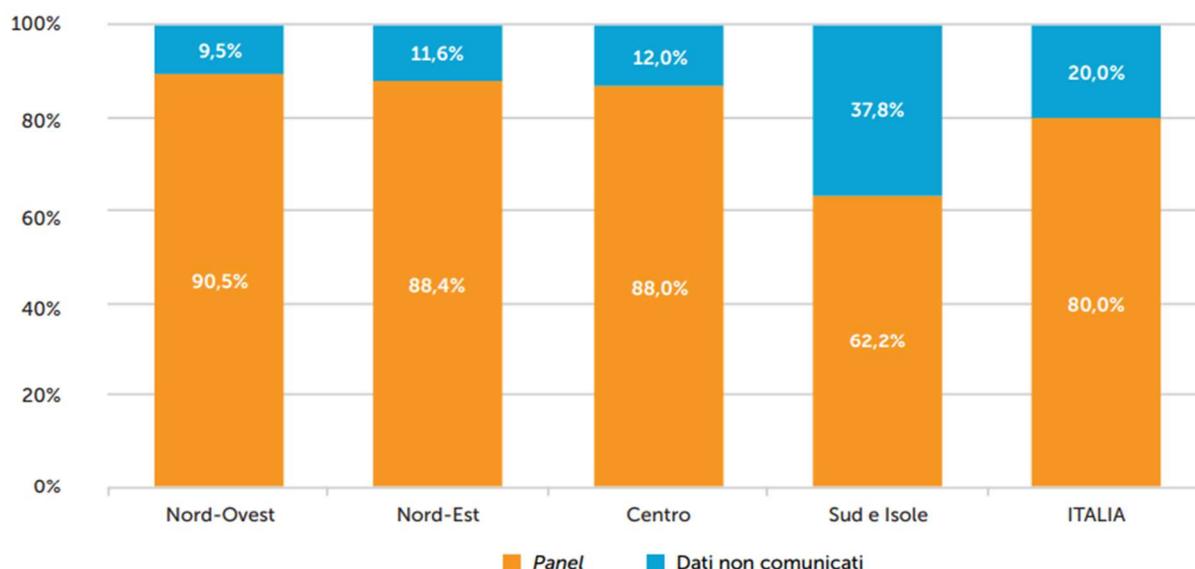
In Figura 8 è schematizzata la distribuzione geografica della popolazione italiana servita dal gestore



Fonte: ARERA, elaborazione su dati relativi alla Raccolta "Qualità tecnica – monitoraggio (RQTI 2020)" (delibera 46/2020/R/idr).

Figura 8: Distribuzione della popolazione del campione per area geografica Relazione annuale dei servizi, ARERA, 2020

e nella Figura 9 gli stessi dati in percentuali, sempre suddivisa secondo le aree geografiche, raggiunta dal sistema di distribuzione idrica.



Fonte: ARERA, elaborazione su dati relativi alla Raccolta "Qualità tecnica – monitoraggio (RQTI 2020)" (delibera 46/2020/R/idr).

Figura 9: Popolazione servita dai gestori per area geografica, Relazione annuale dei servizi, ARERA, 2020

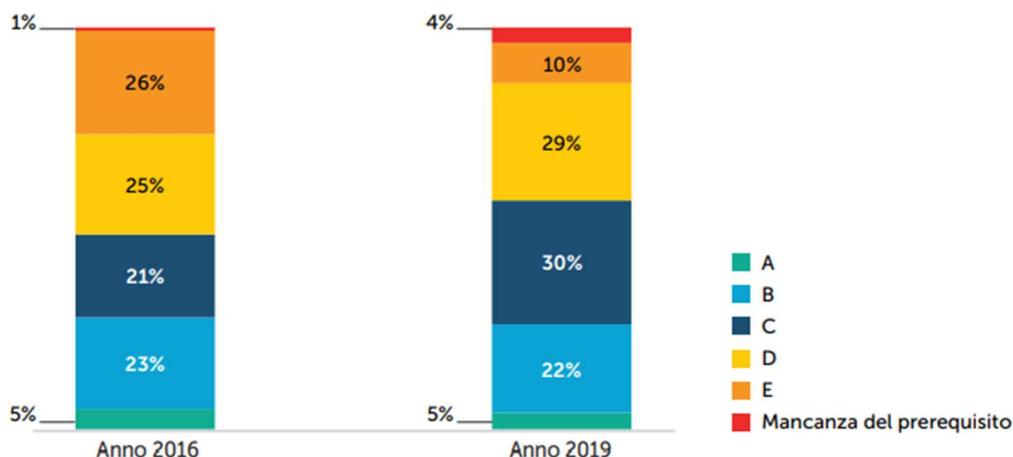
## 2.2 Perdite idriche

Uno dei fattori che va ad inficiare notevolmente il servizio offerto dal sistema di distribuzione sono le perdite idriche, fattore considerato come la principale problematica legata al servizio di acquedotto. Andrebbero contenute e, data la loro natura tecnica, sono prese in considerazione tra i macro-indicatori presi in esame.

Il metodo di analisi delle perdite idriche fa riferimento a 2 indicatori:

- Perdite idriche lineari: rappresentano il rapporto tra il volume giornaliero delle perdite e la lunghezza complessiva della rete di acquedotto, in riferimento al periodo di studio che di solito è lungo un anno
- Perdite idriche percentuali: rapporto tra il volume delle perdite idriche e il volume in ingresso nel sistema acquedottistico, sempre in riferimento al periodo di studio di un anno

L'introduzione di nuove politiche di gestione degli acquedotti ha portato ad un netto miglioramento delle classi dei nostri sistemi di distribuzione idrica. Nel 2016, infatti, la metà delle reti acquedottistiche appartenevano alle categorie più basse delle classifiche (da A che rappresentava la classe più efficiente a E che ne testimoniava l'appartenenza a quella più debole) che venivano stilate tenendo conto del macro-indicatore relativo alle perdite idriche, numero comunque dimezzato in 3 anni. Tuttavia, a fronte di un miglioramento delle reti di classi D ed E che sono arrivate ad appartenere ad una classificazione media, la percentuale di popolazione che si riesce a servire con sistemi di classe più alta (classe A) e, quindi, con perdite esigue, è molto bassa, non soddisfacente e non può vantarsi di un trend di crescita dal 2016. Come detto, aumentano però le reti che riscontrano indici medi rispetto alla classificazione appena descritta. A testimonianza di questo, vengono riportate in Figura 10 le percentuali descrittive la situazione appena citata:

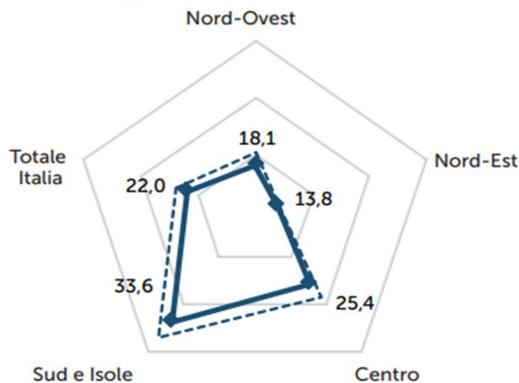


Fonte: ARERA, elaborazione su dati relativi alla Raccolta "Qualità tecnica – monitoraggio (RQTI 2020)" (delibera 46/2020/R/idr).

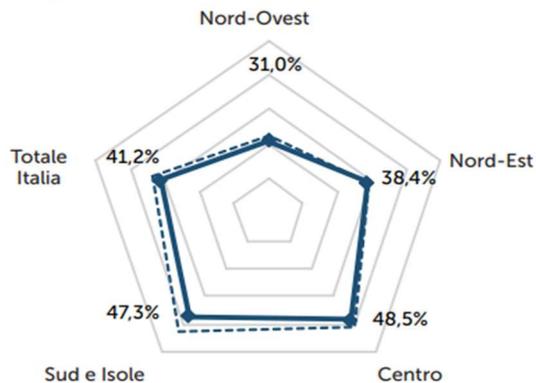
Figura 10: Distribuzione della popolazione per classi di appartenenza delle gestioni per il macro-indicatore MI "Perdite idriche", Relazione annuale dei servizi, ARERA, 2020

A livello nazionale il quadro è nettamente migliorabile. Nel 2019 è stato rilevato che vengono sprecati  $22 \text{ m}^3 / \text{ab} * \text{giorno}$  a causa delle perdite idriche, numero che tradotto in percentuale da un valore del 41,2% rispetto al totale delle acque immesse nei sistemi di distribuzione, trend comunque in lento miglioramento rispetto al 43,7% rilevato nel 2016. In Figura 11 possiamo apprezzare quanto detto e vederne la distribuzione a livello geografico.

**M1a [m³/km/gg]**



**M1b [%]**



—◆— Anno 2019      - - - - - Anno 2016

(segue)

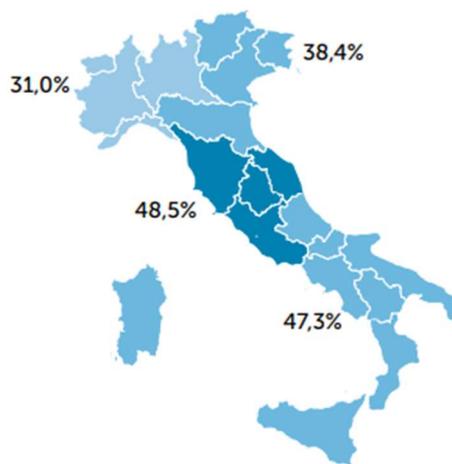
**M1a [m³/km/gg]**

Totale Italia 22,0



**M1b [%]**

Totale Italia 41,2%



Fonte: ARERA, elaborazione su dati relativi alla Raccolta "Qualità tecnica – monitoraggio (RQTI 2020)" (delibera 46/2020/R/idr).

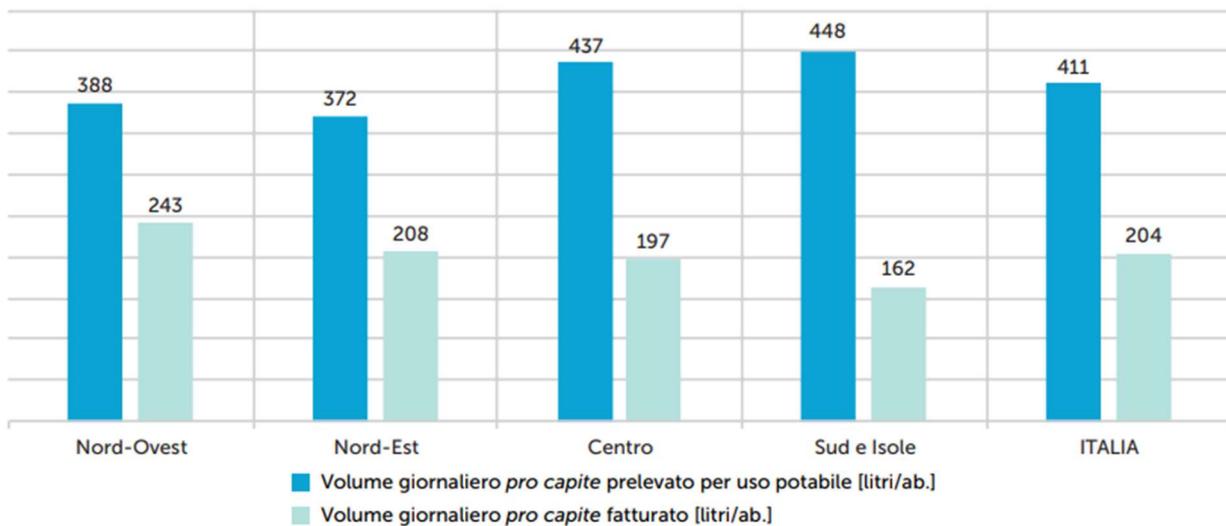
Figura 51: Valori medi dell'indicatore M1a "Perdite idriche lineari" e M1b "Perdite idriche percentuali" per area geografica, Relazione annuale dei servizi, ARERA, 2020

Spostando il nostro sguardo sulle quantità di prelievi per uso potabile e confrontando questi dati con quelli relativi alla fatturazione emerge un dato medio nazionale di volume di risorsa prelevata di poco superiore ai 400 litri giornalieri per ogni abitante. È un'enormità se confrontato col dato di fatturazione che si ferma ad una media di 204 litri giornalieri per ogni abitante. Va precisato che

parte di questa discrepanza è attribuibile non solo alle perdite ma anche ai cosiddetti “*consumi autorizzati*”, come per esempio i prelievi per l’innaffiamento dei giardini comunali o l’alimentazione delle fontane pubbliche ma anche la risorsa destinata al lavaggio delle reti acquedottistiche.

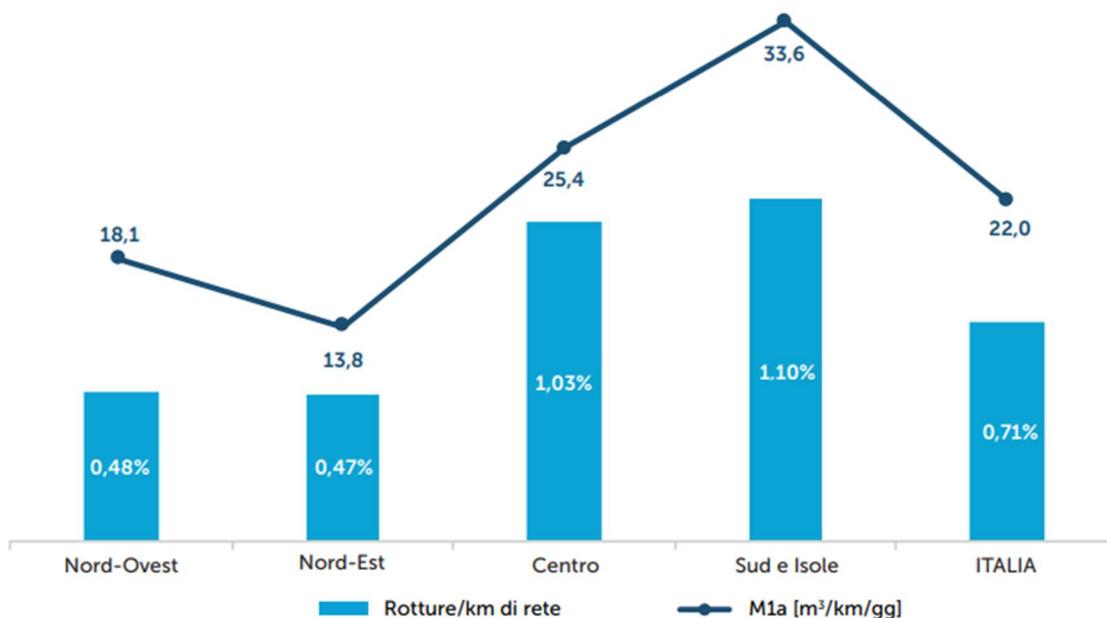
Altro aspetto a cui diamo attenzione è quello delle rotture delle tubazioni atte al trasporto della risorsa idrica. Come verrà detto nel proseguo di questo elaborato, le rotture delle condotte rappresentano un grosso fattore di rischio per la salute umana in quanto sono imputabili a questo problema vari tipi di contaminazioni, da quelle fecali a quelle di metalli pesanti fino ad arrivare all’ingresso di terre o liquami.

ARERA precisa come “*l’attendibilità dei dati relativi al macro-indicatore MI è valutata sulla base di un prerequisito relativo alla disponibilità e all’affidabilità dei dati di misura. In particolare, tale prerequisito prevede che almeno il 70% dei volumi di processo totali sia oggetto di misurazione e che almeno il 90% dei volumi di utenza totali derivi dalla lettura di un misuratore installato presso l’utenza*”. “*I volumi di processo sono costituiti da tutti i volumi circolanti nelle reti e negli impianti, inclusi i volumi scambiati con altri gestori, i volumi di utenza si riferiscono ai volumi consegnati alle utenze finali*”.



Fonte: ARERA, elaborazione su dati relativi alla Raccolta “Qualità tecnica – monitoraggio (RQTI 2020)” (delibera 46/2020/R/idr).

Figura 12: Volumi medi giornalieri pro capite prelevati e fatturati, Relazione annuale dei servizi, ARERA, 2020



Fonte: ARERA, elaborazione su dati relativi alla Raccolta "Qualità tecnica – monitoraggio (RQTI 2020)" (delibera 46/2020/R/idr).

Figura 13: Numero di rotture per km di rete, confronto con l'indicatore M1a "Perdite idriche lineari" per area geografica, Relazione annuale dei servizi, ARERA, 2020

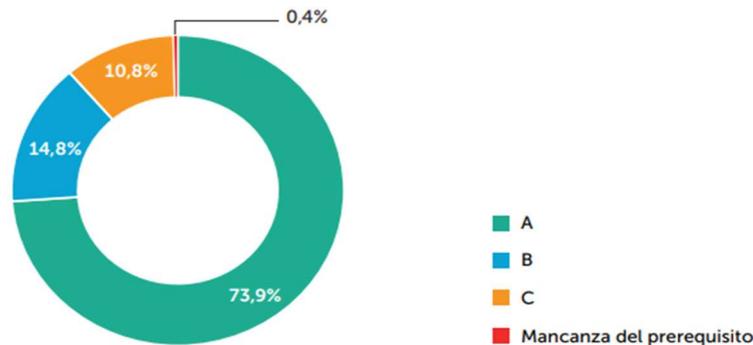
### 2.3 Continuità di servizio

Un aspetto fondamentale del servizio di distribuzione è la continuità del servizio stesso, argomento che sarà sviluppato anche in seguito e di cui qui ne verrà descritto il metodo di investigazione dal punto di vista numerico dato da ARERA.

Si tratta anche qui dell'introduzione di un macro-indicatore che valuta la durata media delle interruzioni, che siano programmate o no dal gestore e che facciano riferimento ad un periodo maggiore di un'ora, subite dall'utente in un anno.

Il macro-indicatore, che si chiama M2 "Interruzioni di servizio", è affiancato da altri 3 indicatori semplici che hanno il compito di descrivere il monitoraggio puntuale degli obblighi di continuità del servizio e che prevede degli indennizzi all'utente che ne subisce una carenza.

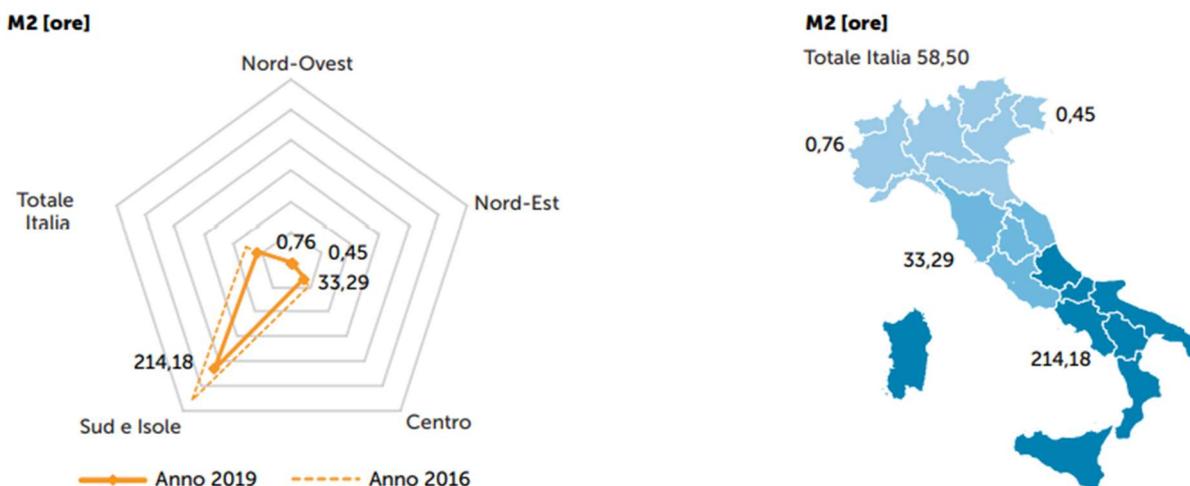
I dati letti alla luce dell'introduzione del macro-indicatore M2 mettono in luce una discreta situazione che però può essere migliorata. In particolare, il 73,9% della popolazione è servito dai gestori con una buona continuità di servizio di distribuzione e possono vantare l'appartenenza alla classe più alta della classificazione, la classe A in cui le interruzioni programmate o non programmate sono inferiori alle 6 ore all'anno per ogni utente. Per la restante fetta di popolazione, il 14,8% ha subito interruzioni il cui totale è minore di 12 ore annue per utente, mentre il restante 10,8% le ha subite per un totale maggiore di 12 ore all'anno per utente. Il restante 0,4% non ha dimostrato di avere i requisiti di disponibilità e affidabilità dei dati per la costruzione del macro-indicatore M2. La Figura 14 illustra la situazione appena descritta.



Fonte: ARERA, elaborazione su dati relativi alla Raccolta "Qualità tecnica – monitoraggio (RQTI 2020)" (delibera 46/2020/R/idr).

Figura 14: Distribuzione della popolazione per classi di appartenenza delle gestioni per il macro-indicatore M2 "Interruzioni del servizio acquedotto", Relazione annuale dei servizi, ARERA, 2020

Geograficamente, la relazione di ARERA, fa notare come la quasi totalità delle reti di distribuzione idrica appartenenti alla classe A redatta in base al macro-indicatore M2 sia collocata nelle regioni situate nel Nord Italia. Al centro Italia, invece, il 70% delle reti di condotte è posizionato nelle classi medie B e C con prevalenza per la prima delle due. Il sud e le isole invece fanno riscontrare una situazione molto variegata: alle numerose gestioni di classe A si affiancano sistemi di distribuzione comunque appartenenti alle classi B e quindi mediamente di qualità ma anche con situazioni problematiche dal punto di vista strutturale che fanno alzare di molto la media delle interruzioni del servizio fino a farlo arrivare a più di 200 ore annue per utente. La Figura 15 descrive meglio la situazione e fa un confronto con lo stesso macro-indicatore descrivente la situazione nel 2016.



Fonte: ARERA, elaborazione su dati relativi alla Raccolta "Qualità tecnica – monitoraggio (RQTI 2020)" (delibera 46/2020/R/idr).

Figura 15: Valori medi del macro-indicatore M2 "Interruzioni del servizio acquedotto per area geografica, Relazione annuale dei servizi, ARERA, 2020

Possiamo notare un netto miglioramento rispetto a prima e si precisa che i dati numerici in figura si riferiscono alla situazione 2019.

Come detto le interruzioni possono essere programmate o no. Il 58% delle interruzioni registrate nel 2019 era non programmata. Questo tipo di interruzione può essere considerata di emergenza, non procrastinabile per via di pericoli tali da richiedere l'immediato stop alla distribuzione della risorsa.

Per quanto riguarda il restante 42% delle interruzioni, esse sono di natura programmata. Vengono valutate secondo 3 criteri:

- Durata massima della singola sospensione programmata, preferibilmente non superiore alle 24 ore
- Tempo minimo di preavviso per interventi programmati che comportano una sospensione della fornitura, non può essere inferiore alle 48 ore
- Tempo massimo per l'attivazione del servizio sostitutivo di emergenza in caso di sospensione del servizio idropotabile, non superiore alle 48 ore.

Dai dati di ARERA si evince che lo standard più problematico da onorare è l'ultimo che prevede un'alternativa al servizio di distribuzione della rete.

## **2.4 Qualità acqua erogata**

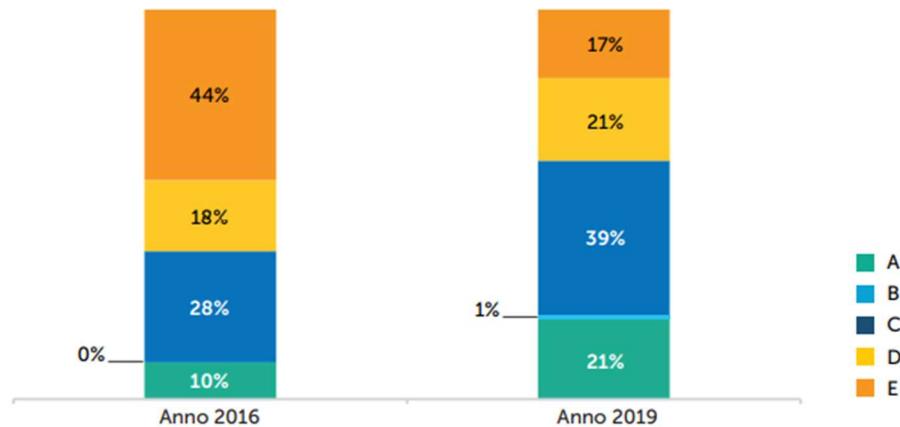
Anche qui ARERA fornisce un macro-indicatore per valutare la qualità dell'acqua consegnata alle utenze valutando l'attività di gestione degli acquedotti. Questo macro-indicatore è chiamato M3 "Qualità dell'acqua erogata" ed è il risultato della combinazione di 3 indicatori semplici:

- M3a considera gli eventi che hanno portato il gestore ad emettere ordinanze di non potabilità dell'acqua e considera sia il numero di utenti che sono interessati dall'ordinanza stessa sia la durata della stessa
- M3b si riferisce ai campioni di risorsa idrica che non sono conformi alla normativa sulla qualità dell'acqua distribuita
- M3c si riferisce, invece, ai parametri che sono stati sforati rispetto al loro valore massimo, sempre in accordo con la normativa ed ai controlli che la stessa prevede a livello di gestione della distribuzione di risorsa idrica

I risultati vengono poi classificati secondo il consueto ordine alfabetico indicante la classe A come la migliore ed in cui si identifica la totale assenza di ordinanze di non potabilità dell'acqua fino ad arrivare alla lettera E la quale individua quei sistemi di distribuzione in cui tali ordinanze di non potabilità sono frequenti e di durata considerevole.

Il 21% della popolazione può vantare condizioni ottimali di qualità dell'acqua erogata e da cui può approvvigionarsi in modo sicuro, continuo e riscontrante un tasso molto contenuto di campioni e parametri non conformi alla normativa. Alle classi B o C appartiene poco meno del 40% della popolazione e quindi in una situazione intermedia: a queste due classi si possono riscontrare poche ordinanze di non potabilità ma un numero non trascurabile di campioni e parametri non aderenti alla normativa. Il 21% degli utenti può fare affidamento su sistemi di distribuzione di classe D che prevede sempre poche ordinanze di non potabilità a dispetto però di molti campioni e parametri che sfiorano i limiti imposti. Il restante 17% è servito da gestori di classe E, utenti quindi che subiscono

molte ordinanze di non potabilità a causa di molti campioni e parametri sforanti i limiti. Di seguito possiamo trovare la raffigurazione di quanto appena descritto in figura 16:



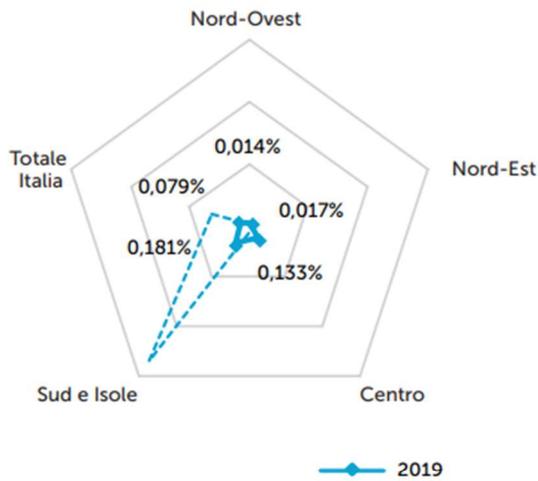
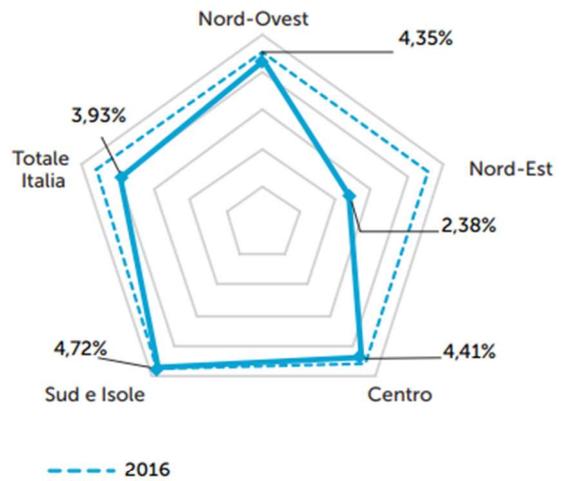
Fonte: ARERA, elaborazione su dati relativi alla Raccolta "Qualità tecnica – monitoraggio (RQTI 2020)" (delibera 46/2020/R/idr).

Figura 16: Distribuzione della popolazione per classi di appartenenza delle gestioni per il macro-indicatore M3 "Qualità dell'acqua erogata", Relazione annuale dei servizi, ARERA, 2020

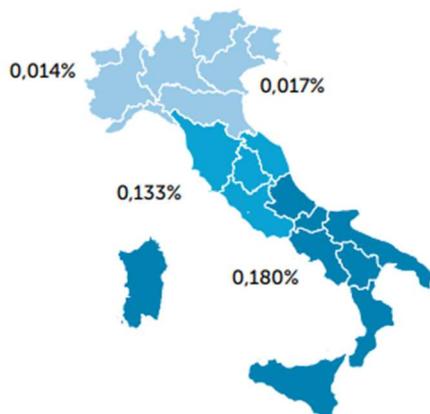
Vediamo che il trend è in netto miglioramento rispetto al macro-indicatore M3 uscito dallo studio fatto nel 2016 ed in particolare spicca la riduzione delle gestioni appartenenti alla classe più bassa, la E.

In controtendenza rispetto ai precedenti macro-indicatori proposti da ARERA, l'area Sud e le isole del paese presentano un netto miglioramento relativo a M3 in generale ma più consistente per quanto riguarda l'indicatore M3a. La situazione al Nord è comunque la migliore e migliora ogni anno. È nel centro-meridione che si notano i segnali meno incoraggianti con particolare riferimento a fenomeni di inquinamento della risorsa idrica registrati nel periodo di analisi.

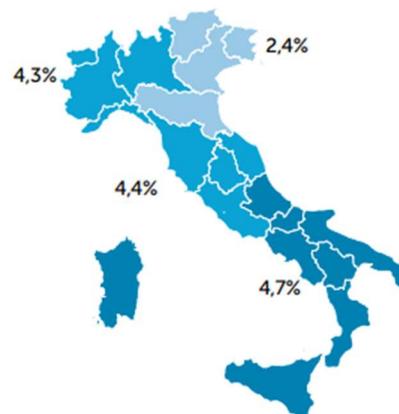
Anche qui ARERA propone la raffigurazione dei dati a livello nazionale relativi agli indicatori M3a e M3b e in figura 17 ne fa il confronto coi dati ottenuti nel 2016:

**M3a [%]****M3b [%]****M3a [%]**

Totale Italia 0,079%

**M3b [%]**

Totale Italia 3,9%



Fonte: ARERA, elaborazione su dati relativi alla Raccolta "Qualità tecnica – monitoraggio (RQTI 2020)" (delibera 46/2020/R/ldr).

Figura 17: Valori medi degli indicatori M3a "Incidenza ordinanze di non potabilità" e M3b "Tasso campioni non conformi" per area geografica, Relazione annuale dei servizi, ARERA, 2020

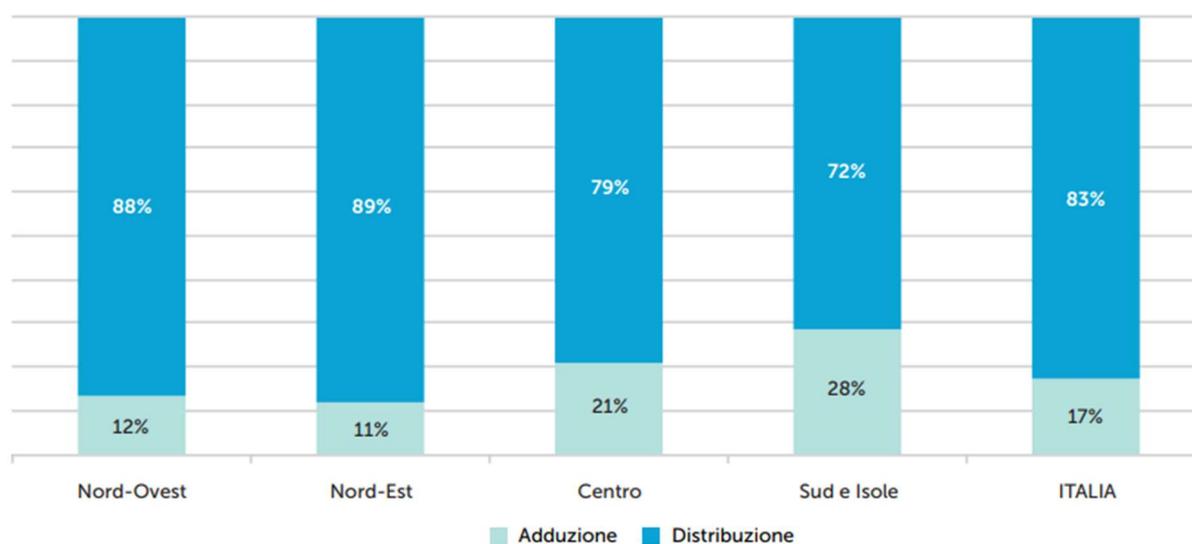
Il parametro M3c è invece affidato alla verifica sia del gestore sia delle aziende sanitarie in base alla classe di appartenenza e rispettiva pertinenza nelle analisi. I risultati sono raccolti nell'Allegato alla relazione ed in particolare alla lettera A fanno riferimento i componenti microbiologici, alla lettera B quelli chimici ed alla lettera C i parametri indicatori. Nel 2019 sono proprio gli ultimi citati ad aver avuto un'incidenza maggiore di sfioramento rappresentando il 70% del totale delle non conformità rispetto ad un 20% dei parametri biologici ed il 10% di quelli chimici.

## 2.5 Struttura della rete

Da un punto di vista strutturale la rete di acquedotti italiana analizzata da ARERA si snoda per poco meno di 400.000 km. I sistemi di condotte possono appartenere a due categorie in base al servizio che svolgono nella gestione della risorsa idrica e sono:

- Reti di adduzione: trasportano l'acqua dai punti di prelievo della risorsa ai punti di utilizzo
- Reti di distribuzione: fisicamente sono le tubazioni che, appunto, distribuiscono la risorsa idrica dai punti di interconnessione (punti di utilizzo) ai punti di consegna (utenze)

Le reti di adduzione sul totale sono presenti per il 17% in tutta Italia mentre il restante 83% è rappresentato dalle condotte delle reti di distribuzione. In Figura 18 possiamo apprezzarne le differenze a livello geografico:



Fonte: ARERA, elaborazione su dati relativi alla Raccolta "Qualità tecnica – monitoraggio (RQTI 2020)" (delibera 46/2020/R/idr).

Figura 18: Incidenza delle reti di adduzione e di distribuzione sul totale della rete di acquedotto per area geografica, Relazione annuale dei servizi, ARERA, 2020

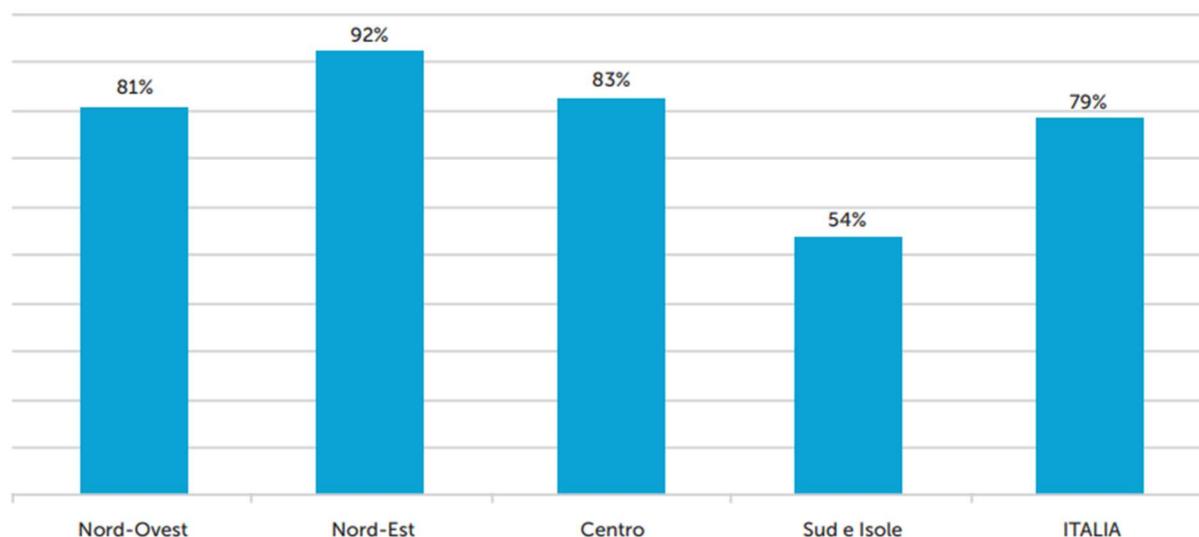
ARERA, al fine di incentivare l'evoluzione dei sistemi di distribuzione italiani e la raccolta di dati affidabili sullo stesso, ha introdotto il documento "Regolazione della qualità tecnica del servizio idrico integrato ovvero di ciascuno dei singoli servizi che lo compongono (RQTI)". Il provvedimento definisce livelli minimi ed obiettivi qualità tecnica nel servizio idrico integrato, mediante l'introduzione di:

- *standard* specifici da garantire nelle prestazioni erogate al singolo utente
- *standard* generali che descrivono le condizioni tecniche di erogazione del servizio
- prerequisiti, che rappresentano le condizioni necessarie all'ammissione al meccanismo incentivante associato agli *standard* generali.

Tra gli obiettivi perseguiti dall'Autorità vi è anche quello sulla georeferenziazione sia delle reti di adduzione che di quelle di distribuzione. Rendere georeferenziate una rete significa rendere disponibili all'Autorità ed archiviare dati in formato digitale che diano informazioni sulle

caratteristiche tecniche delle condotte, come i diametri delle stesse nonché il materiale di cui sono fatte, ma anche caratteristiche come pendenze, coordinate ed età di posa.

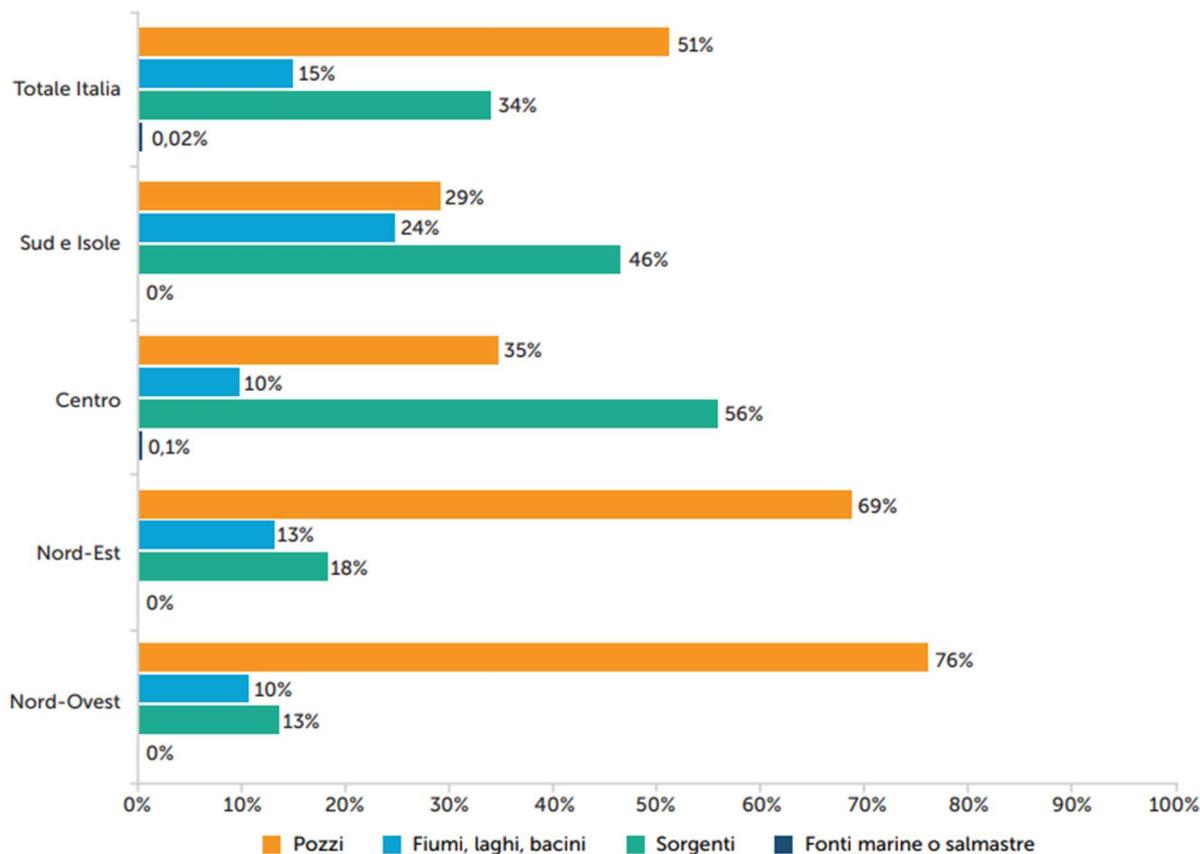
La georeferenziazione delle condotte in Italia nel 2016 si attestava al 77% del totale, dato in leggerissimo aumento e che nel 2019 era del 79%. Si fornisce in figura 19 la variazione a livello nazionale da un punto di vista geografico:



Fonte: ARERA, elaborazione su dati relativi alla Raccolta "Qualità tecnica – monitoraggio (RQT) 2020" (delibera 46/2020/R/idr).

Figura 19: Percentuale di reti di adduzione e distribuzione georeferenziate, Relazione annuale dei servizi, ARERA, 2020

Volgiamo infine lo sguardo alle fonti di approvvigionamento sfruttate dai vari sistemi di adduzione e convogliati nella rete di distribuzione idrica con cui le varie utenze si riforniscono di risorsa. Tali fonti possono essere i pozzi profondi, sorgenti o bacini idrici ma anche fonti marine o salmastre. ARERA fornisce anche qui la raffigurazione a livello geografico di come le varie aree dell'Italia si approvvigionano di risorsa idrica. Nelle aree del Nord notiamo una netta prevalenza dello sfruttamento di pozzi profondi, mentre la restante parte dell'Italia sfrutta maggiormente le sorgenti, col Sud ed Isole che prendono risorse anche dai bacini idrici. Vi è infine un dato caratterizzante il centro Italia in cui si evidenzia come le fonti marine o salmastre siano impiegati per alcuni tipi di gestione come dimostrato in Figura 20.



Fonte: ARERA, elaborazione su dati relativi alla Raccolta "Qualità tecnica – monitoraggio (RQTI 2020)" (delibera 46/2020/R/idr).

Figura 20: Suddivisione dei volumi prelevati dall'ambiente per tipologia di fonte e per area geografica, Relazione annuale dei servizi, ARERA, 2020

## 2.6 Contaminazioni prevenibili: un confronto con gli stati europei

Il documento "*Le contaminazioni prevenibili in Italia*" (R. Ronchetti e P.M. Bianco, 2015) cerca di snocciolare alcuni dati utili al presente lavoro di tesi. Analizza, confrontandola con i dati delle altre nazioni appartenenti all'Unione Europea, la situazione italiana relativa a:

- gli inquinamenti da pesticidi e fitosanitari in generale (erbicidi, fungicidi, algicidi, acaricidi, fertilizzanti, insetticidi, etc)
- contaminazione delle acque superficiali e sotterranee
- contaminazione delle acque potabili

Il documento in oggetto stima come il consumo di insetticidi in Italia sia spropositato rispetto al resto dell'Europa. I pesticidi devono essere considerati un problema gravissimo per gli effetti che questi hanno sulla salute umana. L'effetto è quello di indurre malattie nell'apparato endocrino, alterano le funzioni del sistema nervoso e sono fortemente cancerogeni, ed in più l'effetto sugli organismi in via di sviluppo è accentuato rispetto al normale. Dal documento, persino la presenza

di maggiori casi di autismo e celiachia sono stati correlati alla presenza di questi contaminanti in quello che beviamo e mangiamo.

Nei diagrammi in Figura 21 i chilogrammi di pesticidi utilizzati vengono prima messi in rapporto con gli abitanti del relativo paese e poi con gli ettari coltivati facendo venire alla luce una realtà poco incoraggiante:

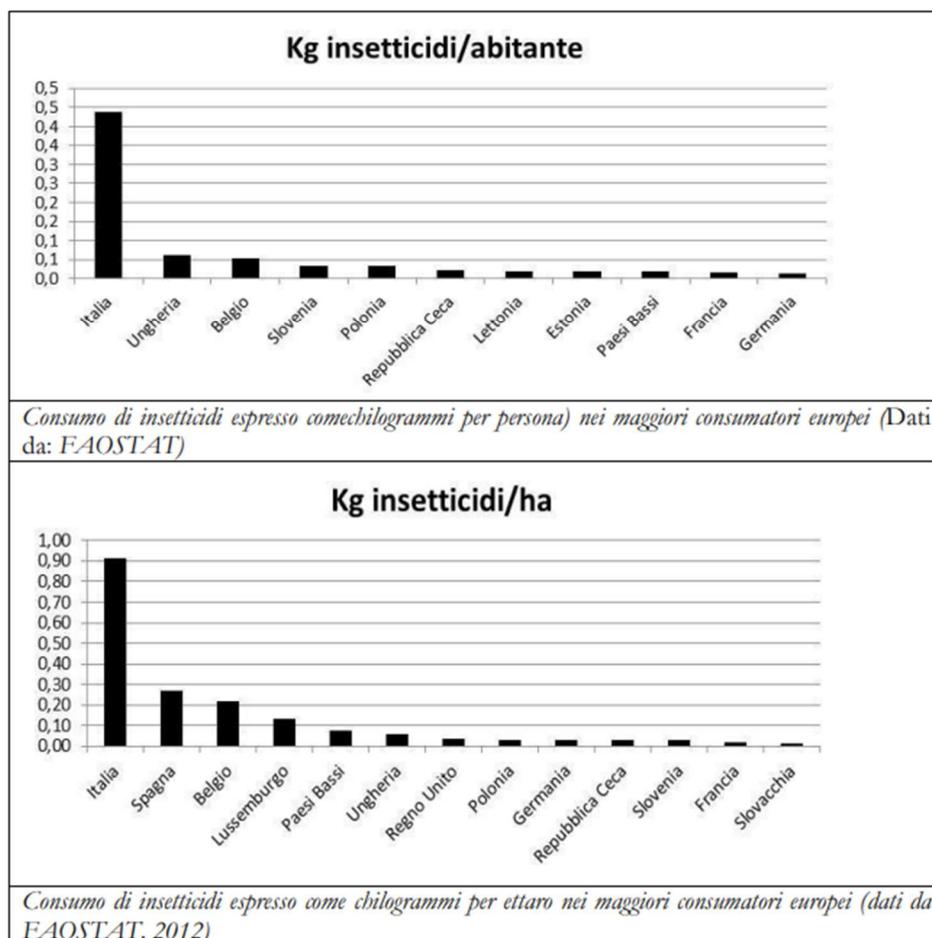


Figura 21: Consumo di insetticidi espresso in kg ogni persona nei maggiori consumatori europei, sotto il consumo di insetticidi espresso come chilogrammi per ettaro nei maggiori consumatori europei, ("Le contaminazioni prevenibili in Italia" R. Ronchetti e P.M. Bianco, 2015)

E quella di fitosanitari per chilometro quadrato in figura 22:

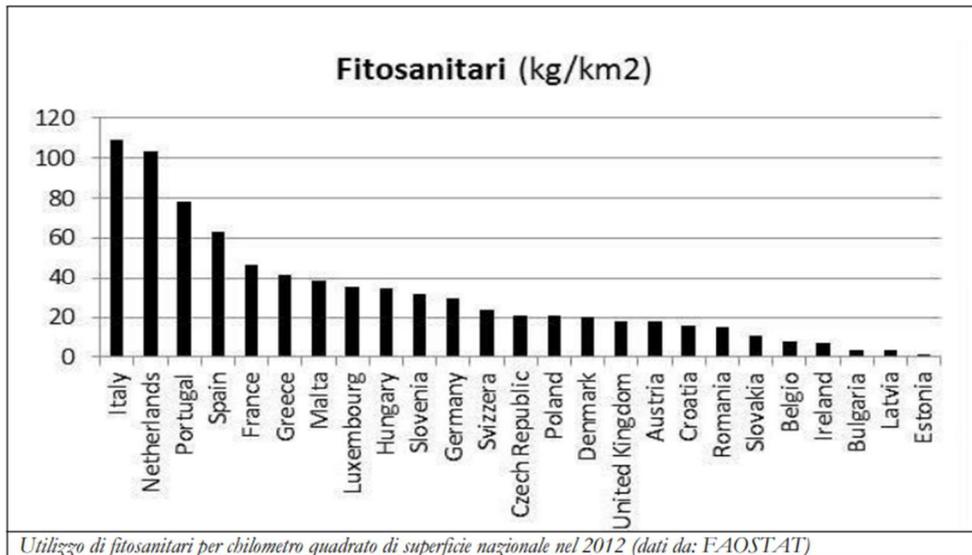


Figura 22: Utilizzo di fitosanitari per chilometro quadrato di superficie nazionale nel 2012, (“Le contaminazioni prevenibili in Italia” R. Ronchetti e P.M. Bianco, 2015)

Il grandissimo utilizzo di sostanze chimiche va a contaminare i terreni e le acque che finiscono nelle falde acquifere o nei corsi superficiali.

Un'altra raffigurazione interessante è quella di figura 23 che indaga le contaminazioni delle acque superficiali a confronto con quelle sotterranee dei punti di monitoraggio localizzati in diverse aree geografiche. La maggior parte di questi dati provengono dalla zona della pianura Padana, mentre ci sono aree come il Molise, la Calabria ed in generale la parte sud dell'Italia che forniscono pochissimi dati in quanto pochissimi sono i punti stessi di monitoraggio. I punti in rosso identificano una situazione di superamento dei limiti previsti dalle norme governative, i bollini blu indicano i punti con valori entro i limiti mentre i grigi non hanno fornito dati quantificabili.

Per quel che riguarda gli inquinamenti delle acque potabili consegnate fino ai rubinetti c'è da dire che il documento denuncia la carenza di dati resi pubblici ufficialmente.

Si è, però, scoperto che il Piemonte ha dei problemi molto gravi di contaminazione da pesticidi delle acque sotterranee da cui più di 200 comuni si approvvigionano. In Toscana è stata fotografata una situazione in cui la quasi totalità dei corpi idrici non gode di buona qualità con l'obbligo, quindi, di pesanti trattamenti di potabilizzazione della risorsa prima che essa stessa possa venire immessa nel sistema di distribuzione ed erogata con sicurezza alle utenze. In Emilia-Romagna è fatto notare che nel 2011 l'ARPA ha investigato le acque destinate alla potabilizzazione riscontrando il 49% di campioni positivi per la presenza di pesticidi e ne evidenzia un aumento rispetto allo stesso dato raccolto l'anno precedente (46%).

I dati citati, insomma, descrivono una situazione in cui molte delle acque superficiali sono di bassa qualità ed inutilizzabili sia dal punto di vista dell'uso umano, sia per gli usi agricoli ed industriali.

Non è nemmeno possibile approvvigionarsi solamente di acque montane. Questa pratica, se applicata in maniera smodata ed eccessiva, disturba gli habitat naturali di monte e soprattutto di

valle arrivando a distruggere gli habitat stessi ed in generale il quadro idrogeologico già inficiato dai cambiamenti climatici che sfavoriscono le precipitazioni (piogge e nevicate) riducendo la capacità del territorio di produrre nuovamente risorse idriche.

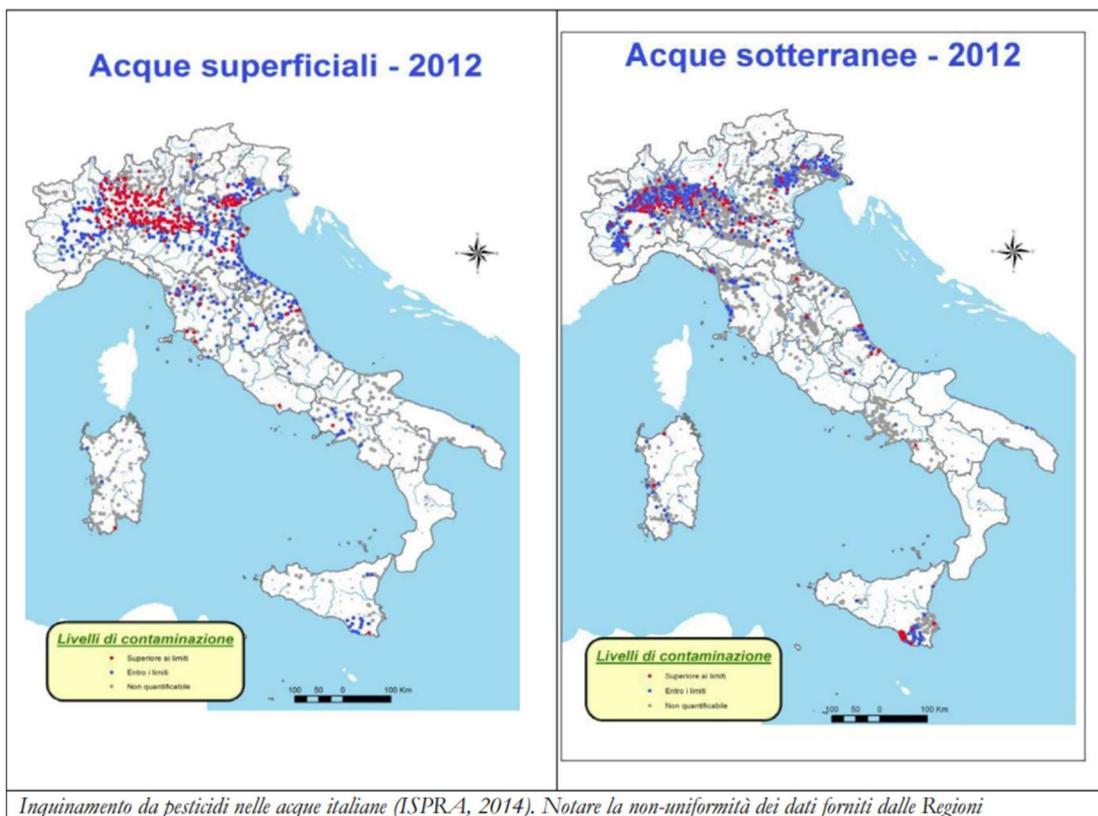


Figura 23: Inquinamento da pesticidi nelle acque italiane superficiali e di falda, (*“Le contaminazioni prevenibili in Italia”* R. Ronchetti e P.M. Bianco, 2015)

## 2.7 Metalli pesanti nelle acque destinate al consumo umano

Oltre alla qualità della risorsa idrica prelevata alla fonte e i trattamenti successivi a cui è sottoposta, l’Istituto Superiore della Sanità nella relazione “Seminari del Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria” del 2008-2009 ha voluto gettare un occhio anche al mantenimento delle caratteristiche di qualità della risorsa idrica durante il tragitto e la permanenza che l’acqua stessa fa nel sistema di distribuzione ed investigando l’esposizione a metalli pesanti che derivano dal contatto di acque destinate al consumo umano con le condotte stesse.

La qualità dell’acqua viene alterata col convogliamento nel sistema di distribuzione. La tubazione è stata paragonata, con le dovute proporzioni, ad un vasto reattore distribuito sul territorio ed al cui interno si svolgono reazioni di tipo chimico, fisico e biologico.

La problematica più elevata è data dalla cessione di materiali metallici dalla tubatura alla risorsa idrica, cessioni che sono imputabili a:

- corrosione, sicuramente il più pericoloso e numericamente presente tra le cause e che pesantemente si riflette sui costi di gestione della rete idrica e sulla salute degli utenti che subiscono tale fenomeno
- incrostazioni
- sedimentazioni
- varie interazioni che le proprietà dell'acqua possono attivare con i materiali usati per le condotte: dovute per lo più alle proprietà superficiali del materiale di composizione delle tubazioni, vengono aiutate anche dal numero di connessioni ed installazioni per unità di lunghezza, dal rapporto superficie/volume, dalla disposizione del materiale all'interno della rete e dal tempo trascorso dalla loro installazione, dalla velocità di flusso con cui l'acqua scorre nel tubo e dalle proprietà organolettiche dell'acqua stessa

L'Istituto Superiore della Sanità ha comunque ricondotto questa problematica all'utilizzo di condotte e raccordi di tipo metallico ed ha finanziato, in considerazione anche delle direttive che l'unione europea ha introdotto con il documento "*Drinking Water Directive*", uno studio finalizzato ad approfondire la conoscenza sugli impatti della rete di distribuzione sulla qualità dell'acqua potabile in Italia, studio portato avanti dal Reparto Igiene delle Acque Interne e riguardante metalli come Ferro, Cromo, Nichel, Piombo, Rame e Zinco.

Sui 6000 campioni analizzati, i risultati mostrano che il Nichel ha fatto riscontrare più casi di concentrazioni (4,5%) superiori ai limiti imposti dalla legge e può essere considerato un dato molto interessante come impatto sulla salute. Il Ferro è stato rilevato nel 3,4% dei campioni prelevati mentre Zinco e Rame sono stati trovati in meno dello 0,5% delle analisi svolte. I valori di piombo sono, invece, riconducibili al suo utilizzo per gli interventi di saldatura nelle condotte zincate.

### **Capitolo 3 - Quadro normativo e Piani di sicurezza delle acque (Water safety plan)**

L'obiettivo di questo capitolo è quello di descrivere le normative di riferimento riguardo le acque destinate al consumo umano. La prima importante norma affrontata è il decreto legislativo numero 31 del 2 Febbraio 2011 che, recependo la direttiva europea 98/83/CE, stabilisce i valori di accettabilità dei parametri imposti sulla qualità delle acque. Il decreto impone le finalità, gli obblighi da rispettare, gli organi che devono effettuare i controlli e le procedure dei controlli stessi.

Il decreto è stato modificato ed integrato negli anni e, in particolare, sono stati aggiornati alcuni valori dei parametri che vengono periodicamente messi sotto controllo. La miglioria più importante è stata posta col decreto del Ministero della Salute il 14 Giugno 2017 sempre in scia con quanto stabilito dall'unione europea con la direttiva 2015/1787 che ha introdotto i Water Safety Plan (Piani di Sicurezza delle Acque, PSA). I passi avanti fatti con questi decreti riguardano soprattutto l'approccio al controllo della risorsa idrica e si è passati da un controllo retrospettivo, in cui i parametri venivano indagati e verificati, ad un controllo preventivo mirato alla valutazione ed alla gestione dei rischi in tutta l'attività di gestione della risorsa idrica potabile, dalla captazione alla vendita dell'acqua passando per l'adduzione e la distribuzione della stessa risorsa. Di fatto è stato introdotto un nuovo approccio al controllo della qualità dell'acqua.

I Piani di Sicurezza delle Acque non sono ancora resi obbligatori dalla normativa ma rimane comunque centrale la sicurezza delle acque destinate alla salute umana. Il gestore della risorsa rispetta gli obblighi che ha per legge quando la qualità della risorsa idrica è rispettata fino al punto di consegna facendo però sorgere l'eventuale problema di una contaminazione dell'acqua alla fuoriuscita dal rubinetto. Diventa quindi fondamentale la stesura di un Piano di Sicurezza dell'Acqua in ogni sistema di distribuzione, così come è importante formare ed informare correttamente tutti i cittadini sull'impatto ambientale ed idrico sulla salute dell'utente.

Importantissimo è anche il decreto legislativo numero 152 del 3 Aprile 2006 anche questo modificato ed integrato corposamente e ricevente le varie normative imposte dall'Unione Europea in materia di salubrità della risorsa idrica come la normativa 200/60/CE. Accanto a questo decreto ne troviamo un altro, il numero 174 del 6 Aprile 2004, il quale fa ordine sui materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati nelle varie fasi della gestione della risorsa idrica elencati in precedenza (captazione, adduzione, distribuzione, consegna). Il decreto numero 25 del 17 Febbraio 2012 ed il decreto numero 28 del 15 Febbraio 2016 sono anch'essi molto importanti. Il primo riguarda le disposizioni tecniche inerenti alle apparecchiature utilizzate nel trattamento della risorsa idrica destinata all'utente, mentre il secondo stabilisce i requisiti di tutela riguardanti i pericoli radioattivi che l'acqua può presentare.

Infine, il 23 Dicembre del 2020 il Parlamento europeo ha introdotto la direttiva 2020/2184 numero 435 nella quali si aggiornano gli standard di qualità della risorsa idrica. Questa nuova direttiva è stata sollecitata da un ampio numero di cittadini europei che hanno firmato l'iniziativa "Right2Water" nella quale venivano chiesti miglioramenti per quanto concerne l'accesso all'acqua potabile.

### 3.1 Decreto legislativo 2 Febbraio 2001 numero 31

Il decreto segue le linee guida della direttiva europea 98/83/CE sulla qualità dell'acqua potabile destinata all'approvvigionamento degli utenti.

Con l'introduzione di questo decreto legislativo vengono date, nell'articolo 2, alcune definizioni fondamentali:

- Acqua destinata al consumo umano: sono le acque, trattate o non trattate, destinate a uso potabile, per la preparazione di cibi e bevande o per altri usi domestici, a prescindere dalla loro origine siano esse fornite tramite una rete di distribuzione, mediante cisterne, in bottiglie o in contenitori. Rientrano nella definizione anche le acque utilizzate in un'impresa alimentare per la fabbricazione, il trattamento, la conservazione o l'immissione sul mercato di prodotti o di sostanze destinate al consumo umano, escluse quelle la cui qualità non può avere conseguenze sulla salubrità del prodotto alimentare finale.
- Impianto di distribuzione domestico: condutture, raccordi, apparecchiature installate tra i rubinetti normalmente utilizzati per l'erogazione dell'acqua destinata al consumo umano e la rete di distribuzione esterna. La delimitazione tra impianto domestico e rete di distribuzione esterna è detto "punto di consegna" ed è costituita dal contatore.
- Gestore del servizio idrico integrato
- Autorità d'Ambito: la forma di cooperazione tra comuni e province e l'amministrazione pubblica titolare del servizio.

All'interno dell'allegato 1 del documento vi sono stabiliti i requisiti minimi che l'acqua deve rispettare nel punto in cui le acque fornite attraverso il sistema di distribuzione escono dai rubinetti. Le acque devono avere determinate caratteristiche ed in particolare non devono essere dannose per la natura umana, devono essere pulite e non contenere microrganismi o parassiti in quantità eccedenti le concentrazioni massime imposte dal decreto.

Per la consegna ad utente privato, il compito del gestore è quello di garantire la qualità di acqua potabile per tutta la filiera idropotabile fino alla consegna mentre, in ambito pubblico, il gestore stesso deve provvedere al controllo della risorsa anche dopo la fuoriuscita dal rubinetto. Nel caso in cui il gestore fornisca strutture pubbliche di acqua non conforme alla normativa, le Aziende Sanitarie Locali provvedono a prendere misure adeguate all'eliminazione del rischio e informano i consumatori sulle procedure da attuare per minimizzare o meglio azzerare i rischi dovute all'esposizione alla risorsa non di qualità.

I controlli si attuano a tutta la filiera idropotabile e, nel caso fosse prevista la disinfezione della risorsa, devono accertare l'efficacia della disinfezione e che eventuali sottoprodotti della disinfezione siano al più basso livello possibile senza intaccare l'efficacia della disinfezione stessa.

Vi è, inoltre, una distinzione tra i controlli interni e quelli esterni. I controlli interni sono quelli effettuati dal gestore del servizio e provvede ad individuarne i punti in accordo con le Aziende Sanitarie Locali. I test vengono svolti in laboratori che non possono essere gli stessi delle ASL e conservati per un periodo di 5 anni. I controlli esterni, invece, sono quelli effettuati dalle ASL al fine di verificare che le acque rientrino nei parametri stabiliti dal decreto e riguardano le ispezioni agli impianti ed anche le frequenze ed i punti di raccolta dei campioni in modo che possano rappresentare in modo esaustivo la qualità della risorsa distribuita. I punti di raccolta dei campioni vengono comunicati alla Regione ed al Ministero della Sanità mentre l'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale (ARPA) fornisce il suo contributo per le attività di analisi svolte in laboratorio.

Se questi campioni analizzati forniscono una lettura dei dati allarmante, l'ASL comunica subito il risultato delle analisi all'Autorità d'Ambito e, in accordo con il gestore, individua immediatamente le misure da prendere affinché si scongiurino danni alla salute degli utenti della rete vietando la fornitura di acqua contaminata.

È possibile che la Regione accetti delle deroghe ai valori massimi di un parametro purché non rappresenti un pericolo per l'utente e non sia possibile approvvigionare la zona interessata con altri mezzi di fornitura della risorsa. Tali deroghe devono comunque avere una durata il più breve possibile e non superiore ai 3 anni. La popolazione, in ogni caso, deve essere opportunamente informata sulle deroghe che vengono applicate.

Il decreto è completato dagli allegati. Nel primo vengono elencati e tabellati i parametri chimici, microbiologici e indicatori con i valori massimi di tolleranza per ognuno di questi.

#### **Parametri microbiologici**

<i>Parametro</i>	<i>Valore di parametro (numero/100 ml)</i>
Escherichia coli (E. coli)	0
Enterococchi	0

## Parametri chimici

<i>Parametro</i>	<i>Valore di parametro</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Note</i>
Acrilammide	0,10	µg/l	Nota 1
Antimonio	5,0	µg/l	
Arsenico	10	µg/l	
Benzene	1,0	µg/l	
Benzo(a)pirene	0,010	µg/l	
Boro	1,0	mg/l	
Bromato	10	µg/l	Nota 2
Cadmio	5,0	µg/l	
Cromo	50	µg/l	
Rame	1,0	mg/l	Nota 3
Cianuro	50	µg/l	
1,2 dicloroetano	3,0	µg/l	
Epicloridrina	0,10	µg/l	Nota 1
Fluoruro	1,50	mg/l	
Piombo	10	µg/l	Nota 3 e 4
Mercurio	1,0	µg/l	
Nichel	20	µg/l	Nota 3
Nitrato (come NO <sup>3</sup> )	50	mg/l	Nota 5
Nitrito (come NO <sup>2</sup> )	0,50	mg/l	Nota 5
Antiparassitari	0,10	µg/l	Nota 6 e 7
Antiparassitari-Totale	0,50	µg/l	Nota 6 e 8
Selenio	10	µg/l	
Tetracloroetilene - Tricloroetilene	10	µg/l	Somma delle concentrazioni dei parametri specifici
Triometani-Totale	30	µg/l	Somma delle concentrazioni di composti specifici; Nota 10
Cloruro di vinile	0,5	µg/l	Nota 1
Clorito	200	µg/l	Nota 11
Vanadio	50	µg/l	

Nota 1	Il valore di parametro si riferisce alla concentrazione monomerica residua nell'acqua calcolata secondo le specifiche di rilascio massimo del polimero corrispondente a contatto con l'acqua.
Nota 2	Ove possibile, ci si deve adoperare per applicare valori inferiori senza compromettere la disinfezione. Per le acque di cui all'articolo 5 comma 1, lettere a), b) e d), il valore deve essere soddisfatto al più tardi entro il 25 dicembre 2008. Il valore di parametro per il bromato nel periodo compreso tra il 25 dicembre 2003 ed il 25 dicembre 2008 è pari a 25 µg/l.
Nota 3	Il valore si riferisce ad un campione di acqua destinata al consumo umano ottenuto dal rubinetto tramite un metodo di campionamento adeguato e prelevato in modo da essere rappresentativo del valore medio dell'acqua ingerita settimanalmente dai consumatori. Le procedure di prelievo dei campioni e di controllo vanno applicate se del caso, secondo metodi standardizzati da stabilire ai sensi dell'art. 11 comma 1 lettera b). L'autorità sanitaria locale deve tener conto della presenza di livelli di picco che possono nuocere alla salute umana.
Nota 4	Per le acque di cui all'art. 5, comma 1, lettere a), b) e d), questo valore deve essere soddisfatto al più tardi entro il 25 dicembre 2013. Il valore di parametro del piombo nel periodo compreso tra il 25 dicembre 2003 ed il 25 dicembre 2013 è pari a 25 µg/l. Le regioni, le aziende sanitarie locali ed i gestori d'acquedotto, ciascuno per quanto di competenza, devono provvedere affinché venga ridotta al massimo la concentrazione di piombo nelle acque destinate al consumo umano durante il periodo previsto per conformarsi al valore di parametro; nell'attuazione delle misure intese a garantire il raggiungimento del valore in questione deve darsi gradualmente priorità ai punti in cui la concentrazione di piombo nelle acque destinate al consumo umano è più elevata.
Nota 5	Deve essere soddisfatta la condizione: $[(\text{nitrito})/50+(\text{nitrito})]/3 \leq 1$ , ove le parentesi quadre esprimono la concentrazione in mg/l per il nitrito (NO <sub>2</sub> ) e per il nitrato (NO <sub>3</sub> ), e il valore di 0,10 mg/l per i nitriti sia rispettato nelle acque provenienti da impianti di trattamento.
Nota 6	Per antiparassitari si intende: <ul style="list-style-type: none"> <li>— insetticidi organici</li> <li>— erbicidi organici</li> <li>— fungicidi organici</li> <li>— nematocidi organici</li> <li>— acaricidi organici</li> <li>— algicidi organici</li> <li>— rodenticidi organici</li> <li>— sostanze antimuffa organiche</li> <li>— prodotti connessi (tra l'altro regolatori della crescita) e i pertinenti metaboliti, prodotti di degradazione e di reazione.</li> </ul> Il controllo è necessario solo per gli antiparassitari che hanno maggiore probabilità di trovarsi in un determinato approvvigionamento d'acqua.
Nota 7	Il valore del parametro si riferisce ad ogni singolo antiparassitario. Nel caso di aldrina, dieldrina, eptacloro ed eptacloro epossido, il valore parametrico è pari a 0,030 µg/l.
Nota 8	«Antiparassitari - Totale» indica la somma dei singoli antiparassitari rilevati e quantificati nella procedura di controllo.
Nota 9	I composti specifici sono i seguenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>— benzo(b)fluorantene</li> <li>— benzo(k)fluorantene</li> <li>— benzo(ghi)perilene</li> <li>— indeno(1, 2, 3-cd)pirene</li> </ul>
Nota 10	I responsabili della disinfezione devono adoperarsi affinché il valore parametrico sia più basso possibile senza compromettere la disinfezione stessa. I composti specifici sono: cloroformio, bromoformio, dibromoclorometano, bromodichlorometano.
Nota 11	Per le acque di cui all'art. 5, comma 1, lettere a), b) e d), questo valore deve essere soddisfatto al più tardi entro il 25 dicembre 2006. Il valore di parametro clorito, nel periodo compreso tra il 25 dicembre 2003 e il 25 dicembre 2006, è pari a 800 µg/l.

**Parametri indicatori**

<i>Parametro</i>	<i>Valore di parametro</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Note</i>
Alluminio	200	µg/l	
Ammonio	0,50	mg/l	
Cloruro	250	mg/l	Nota 1
Clostridium perfringens (spore comprese)	0	Numero/100 ml	Nota 2
Colore	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale		
Conduttività	2500	µScm <sup>-1</sup> a 20° C	Nota 1
Concentrazione ioni idrogeno	≥6,5 e ≤9,5	Unità pH	Note 1 e 3
Ferro	200	µg/l	
Manganese	50	µg/l	
Odore	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale		
Ossidabilità	5,0	mg/l O <sub>2</sub>	Nota 4
Solfato	250	mg/l	Nota 1
Sodio	200	mg/l	
Sapore	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale		
Conteggio delle colonie a 22° C	Senza variazioni anomale		
Batteri coliformi a 37° C	0	Numero/100 ml	Nota 5
Carbonio organico totale (TOC)	Senza variazioni anomale		
Torbidità	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale		Nota 6
Durezza *			Il limite inferiore vale per le acque sottoposte a trattamento di addolcimento o di dissalazione
Residuo secco a 180° C **			
Disinfettante residuo ***			

**RADIOATTIVITÀ**

<i>Parametro</i>	<i>Valore di parametro</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Note</i>
Trizio	100	Becquerel/l	Nota 8 e 10
Dose totale indicativa	0,10	mSv/anno	Nota 9 e 10

Nota 1	L'acqua non deve essere aggressiva.
Nota 2	Tale parametro non deve essere misurato a meno che le acque provengano o siano influenzate da acque superficiali. In caso di non conformità con il valore parametrico, l'azienda sanitaria locale competente al controllo dell'approvvigionamento d'acqua deve accertarsi che non sussistano potenziali pericoli per la salute umana derivanti dalla presenza di microrganismi patogeni quali ad esempio il cryptosporidium. I risultati di tutti questi controlli debbono essere inseriti nelle relazioni che debbono essere predisposte ai sensi dell'art. 18, comma 1.
Nota 3 (17)	Per le acque non frizzanti confezionate in bottiglie o contenitori il valore minimo può essere ridotto a 4,5 unità di pH. Per le acque confezionate in bottiglie o contenitori, naturalmente ricche di anidride carbonica o arricchite artificialmente, il valore minimo può essere inferiore.
Nota 4	Se si analizza il parametro TOC non è necessario misurare questo valore.
Nota 5	Per le acque confezionate in bottiglie o contenitori, l'unità di misura è «Numero/250 ml».
Nota 6	Non è necessario misurare questo parametro per approvvigionamenti d'acqua inferiori a 10.000 m3 al giorno.
Nota 7	In caso di trattamento delle acque superficiali si applica il valore di parametro: $\leq$ a 1,0 NTU (unità nefelometriche di torbidità) nelle acque provenienti da impianti di trattamento.
Nota 8	Frequenza nei controlli da definire successivamente nell'allegato II.
Nota 9	Ad eccezione del trizio, potassio-40, radon e prodotti di decadimento del radon; frequenza dei controlli, metodi di controllo e siti più importanti per i punti di controllo da definire successivamente nell'allegato II.
Nota 10	La regione o la provincia autonoma può non fare effettuare controlli sull'acqua potabile relativamente al trizio ed alla radioattività al fine di stabilire la dose totale indicativa quando sia stato accertato che, sulla base di altri controlli, i livelli del trizio o della dose ionica calcolata sono ben al di sotto del valore di parametro. In tal caso essa comunica la motivazione della sua decisione al ministero della sanità, compresi i risultati di questi altri controlli effettuati.

L'attività dell'autorità sanitaria di riferimento può portare alla ricerca di ulteriori parametri come: alghe, batteriofagi anti Escherichia Coli, Elminti, enterobatteri patogeni, enterovirus, funghi, protozoi, stafilococchi patogeni e Pseudomonas aeruginosa.

Nel secondo allegato ci sono i controlli di routine e di verifica e la frequenza dei campionamenti minima.

I controlli regolari di routine mirano ad ottenere informazioni sulle qualità della risorsa idrica distribuita dalla rete del sistema. In particolare ne viene investigata la bontà organolettica e microbiologica al fine di garantire un approvvigionamento sicuro per la salute dell'utente in base ai parametri elencati nell'allegato 1. I controlli riguardano:

- Alluminio
- Ammonio
- Colore
- Conduttività
- Clostridium perfringens
- Escherichia coli
- Concentrazione di ioni idrogeno
- Ferro
- Nitriti
- Odore
- Pseudomonas aeruginosa
- Sapore
- Colonie a 22 e 37 gradi centigradi
- Batteri coliformi a 37 gradi centigradi
- Torbidità
- Disinfettante residuo ove utilizzato

I controlli di verifica, invece, vogliono dare informazioni sul rispetto dei limiti dei parametri che sono stati decisi tramite il decreto descritto. La ASL può comunque decidere, per un periodo ristretto di

tempo, di non effettuare verifiche su un determinato parametro se riesce a dimostrare che in quel lasso di tempo quello stesso parametro è improbabile che venga trovato nella risorsa idrica, ad eccezione dei controlli sugli inquinanti radioattivi.

<i>Volume d'acqua distribuito o prodotto ogni giorno in una zona di approvvigionamento (Note 1 e 2) m<sup>3</sup></i>	<i>Controllo di routine - Numero di campioni all'anno (Note 3, 4 e 5)</i>	<i>Controllo di verifica - Numero di campioni all'anno (Note 3 e 5)</i>
≤ 100	(Nota 6)	(Nota 6)
> 100                      ≤ 1000	4	1
> 1000                      ≤ 10000	4	1 + 1 ogni 3300 m <sup>3</sup> /g del volume totale e frazione di 3300
>10000                      ≤10000	+ 3 ogni 1000 m <sup>3</sup> /g del volume	3 + ogni 10000 m <sup>3</sup> /g del volume totale e frazione di 1000
> 100000	totale e frazione di 1000	10 + 1 ogni 25000 m <sup>3</sup> /g del volume totale e frazione di 10000

Nota 1	Una zona di approvvigionamento è una zona geograficamente definita all'interna della quale le acque destinate al consumo umano provengono da una o varie fonti e la loro qualità può essere considerata sostanzialmente uniforme.
Nota 2	I volumi calcolati rappresentano una media su un anno. Per determinare la frequenza minima in una zona di approvvigionamento invece che sul volume d'acqua si può fare riferimento alla popolazione servita calcolando un consumo di 200 l pro capite al giorno.
Nota 3	Nel corso di approvvigionamento intermittente di breve durata, la frequenza del controllo delle acque distribuite con cisterna deve essere stabilita dall'azienda unità sanitaria locale.
Nota 4	Per i differenti parametri di cui all'allegato I l'azienda unità sanitaria locale può ridurre il numero dei campioni indicato nella tabella se: a) i valori dei risultati dei campioni prelevati in un periodo di almeno due anni consecutivi sono costanti e significativamente migliori dei limiti previsti dall'allegato I e b) non esiste alcun fattore capace di diminuire la qualità dell'acqua. La frequenza minima non deve essere inferiore al 50% del numero di campioni indicato nella tabella, salvo il caso specifico di cui alla nota 6.
Nota 5	Nella misura del possibile, il numero di campioni deve essere equamente distribuito in termini di tempo e luogo.
Nota 6	La frequenza deve essere stabilita dall'azienda unità sanitaria locale.

Il terzo allegato riguarda le specifiche per le analisi dei parametri fornite come riferimento ogni qual volta è reso disponibile un metodo CEN/ISO:

- Escherichia Coli e batteri coliformi
- Enterococchi
- Pseudomonas aeruginosa
- Microrganismi coltivabili e loro conteggio a 22 e 37 gradi centigradi
- Clostridium perfringens
- Filtrazione su membrana e successiva incubazione della membrana in condizioni anaerobiche

Esistono anche delle specifiche per quanto riguarda le caratteristiche di prestazione di alcuni parametri. Vengono specificati, e comunicati all'Istituto Superiore della Sanità che li verifica e si riserva la possibilità di non approvarli, i limiti di rilevabilità, la precisione e l'esattezza con cui alcuni parametri devono essere misurati.

<i>Parametri</i>	<i>Esattezza in % del valore di parametro (Nota 1)</i>	<i>Precisione in % del valore di parametro (Nota 2)</i>	<i>Limite di rilevazione in % del valore di parametro (Nota 3)</i>	<i>Condizioni</i>	<i>Note</i>
Acrilammide				Controllare secondo le specifiche del prodotto	
Alluminio	10	10	10		
Ammonio	10	10	10		
Antimonio	25	25	25		
Arsenico	10	10	10		
Benzo(a)pirene	25	25	25		

<i>Parametri</i>	<i>Esattezza in % del valore di parametro (Nota 1)</i>	<i>Precisione in % del valore di parametro (Nota 2)</i>	<i>Limite di rilevazione in % del valore di parametro (Nota 3)</i>	<i>Condizioni</i>	<i>Note</i>
Benzene	25	25	25		
Boro	10	10	10		
Bromato	25	25	25		
Cadmio	10	10	10		
Cloruro	10	10	10		
Cromo	10	10	10		
Conduttività	10	10	10		
Rame	10	10	10		
Cianuro	10	10	10		Nota 4
1,2 dicloroetano	25	25	10		
Epicloridrina				Controllare secondo le specifiche del prodotto	
Fluoruro	10	10	10		
Ferro	10	10	10		
Piombo	10	10	10		
Manganese	10	10	10		
Mercurio	20	10	20		
Nichel	10	10	10		
Nitrati	10	10	10		
Nitriti	10	10	10		
Ossidabilità	25	25	10		Nota 5
Antiparassitari	25	25	25		Nota 6
Idrocarburi policiclici aromatici	25	25	25		Nota 7
Selenio	10	10	10		
Sodio	10	10	20		
Solfato	10	10	10		
Tetracloroetilene	25	25	10		Nota 8
Tricloroetilene	25	25	10		Nota 8
Triometani totali	25	25	10		Nota 7
Cloruro di vinile				Controllare secondo le specifiche del prodotto	

Nota 1 (*)	L'esattezza è la differenza fra il valore medio di un grande numero di misurazioni ripetute ed il valore vero; la sua misura è generalmente indicata come errore sistematico.
Nota 2 (*)	La precisione misura la dispersione dei risultati intorno alla media; essa è generalmente espressa come la deviazione standard all'interno di un gruppo omogeneo di campioni e dipende solo da errori casuali.
(*) Tali termini sono definiti nella norma ISO 5725.	
Nota 3	Il limite di rilevamento è pari a: — tre volte la deviazione standard relativa, tra lotti di un campione naturale oppure — cinque volte la deviazione standard relativa, tra lotti di un bianco.
Nota 4	Il metodo deve determinare il tenore complessivo di cianuro in tutte le sue forme (cianuro totale).
Nota 5	L'ossidazione deve essere effettuata per 10 minuti a una temperatura di 100° C in ambiente acido con l'uso di permanganato.
Nota 6	Le caratteristiche di prestazione si applicano ad ogni singolo antiparassitario e dipendono dall'antiparassitario considerato. Attualmente il limite di rilevamento può non essere raggiungibile per tutti gli antiparassitari, ma ci si deve adoperare per raggiungere tale obiettivo.
Nota 7	Le caratteristiche di prestazione si applicano alle singole sostanze specificate al 25% del valore parametrico che figura nell'allegato I.
Nota 8	Le caratteristiche di prestazione si applicano alle singole sostanze specificate al 50% del valore parametrico che figura nell'allegato I.

La normativa precedente quella appena descritta risale al 1988 introdotta tramite Decreto del Presidente della Repubblica numero 236 e si differenzia in primo luogo per il fatto che il gestore non era responsabile di quanto accadeva dal contatore al rubinetto dell'utenza mentre adesso deve farsi carico delle verifiche fino alla fuoriuscita di acqua dal rubinetto.

Per quel che riguarda gli allegati, i parametri ed i controlli la vecchia direttiva suddivideva i parametri in 6 categorie che erano:

- Parametri organolettici
- Chimico-fisici
- Sostanze indesiderabili
- Sostanze tossiche
- Microbiologici
- Parametri dovuti ai trattamenti di addolcimento della risorsa

mentre la normativa attuale, come ampiamente descritto, riduce a 3 queste categorie e per la prima volta prende in considerazione fenomeni di radioattività.

Per quel che concerne i parametri, con la nuova normativa sono stati imposti dei limiti più restrittivi per alcuni di essi. Si è passati da 66 parametri da verificare a 52 ed alcuni di quelli presenti nella vecchia normativa (cloroderivati e idrocarburi) sono stati specificati in modo più efficiente (cloroformio, bromoformio, benzene, etc.).

I controlli sono passati da una classificazione che li vedeva suddivisi in minimi, normali, periodici e occasionali mentre adesso sono controlli di routine e controlli di verifica.

### **3.2 Decreto legislativo numero 152 del 3 Aprile 2006 “Norme in materia ambientale”**

Su questo decreto si basa la regolazione delle reti di distribuzione idrica e vede espresse le norme più importanti che riguardano l'ambiente sulla scia delle normative europee che mirano ad un approccio in cui gli stati membri siano uniti nella tutela della risorsa idrica.

Il decreto in generale si occupa della promozione dei livelli di qualità della vita umana migliorando lo stato dell'ambiente e salvaguardando le risorse naturali. Nella sezione 3 della terza parte del decreto si identificano le norme sulla gestione delle risorse idriche e del servizio idrico integrato specificando i ruoli di comuni e province.

*“Le acque costituiscono una risorsa che va tutelata ed utilizzata secondo criteri di solidarietà, qualsiasi loro uso è effettuato salvaguardando le aspettative ed i diritti delle generazioni future a fruire di un integro patrimonio ambientale”*

*“La disciplina degli usi delle acque è finalizzata alla loro razionalizzazione, allo scopo di evitare gli sprechi e di favorire il rinnovo delle risorse, di non pregiudicare il patrimonio idrico, la vivibilità dell’ambiente, l’agricoltura, la piscicoltura, la fauna e la flora acquatiche, i processi geomorfologici e gli ambienti idrologici.”*

*“Il Servizio Idrico Integrato è costituito dall’insieme dei servizi pubblici di captazione, adduzione e distribuzione di acqua ad usi civili di fognatura e di depurazione delle acque reflue e deve essere gestito secondo principi di efficienza, efficacia ed economicità, nel rispetto delle norme nazionali e comunitarie. Le presenti disposizioni si applicano anche agli usi industriali delle acque gestite nell’ambito del servizio idrico integrato.”*

### **3.3 Decreto ministeriale del 14 Giugno 2017 (Ministero della salute)**

I parametri microbiologici, chimici e indicatori in Italia non costituiscono un campanello di allarme per quanto riguarda la situazione in Italia. È stata redatta una relazione nazionale riguardante il triennio 2011-2013 che restituiva la registrazione di livelli di conformità alle normative superiore al 99%.

Negli ultimi anni però la situazione è leggermente variata. Come fatto notare nel precedente capitolo di questa tesi nel quale è stata citato il documento “Le contaminazioni prevenibili in Italia”, l’utilizzo di pesticidi nelle pratiche agricole, di antibiotici negli allevamenti e di acqua nelle pratiche industriali, ha dato il via alla formazione di nuovi tipi di contaminanti che sono stati rilevati in aree del paese in cui non erano mai emerse prima. Questo decreto rafforza la normativa esigente proprio in questa direzione prevedendo un approccio “risk based” e non più retrospettivo. Dal punto di vista pratico sono stati cambiati gli allegati II e III del decreto numero 31 del 2 Febbraio 2001 con altrettanti allegati.

L’allegato II è stato sostituito dall’allegato 1 suddiviso in 3 parti e riguardante il controllo.

La PARTE A dell’allegato chiarisce quali sono gli obiettivi ed i programmi di controllo per le acque destinate al consumo umano:

- 1) I programmi di controllo:
  - (a) Devono verificare l’efficacia delle misure previste per il contenimento dei rischi e che le acque siano di salubri e pulite.
  - (b) Devono mettere a disposizione dati che attestino il rispetto dei parametri stabiliti
  - (c) Devono individuare le misure di mitigazione dei rischi più appropriate
- 2) Le autorità competenti decidono i programmi di controllo in modo da prevedere:
  - (a) Il prelievo e l’analisi di campioni discreti di acque
  - (b) Misurazioni acquisite attraverso un processo continuo di controllo
- 3) I programmi di controllo devono essere esaminati regolarmente ed aggiornati almeno con cadenza di 5 anni

La PARTE B riguarda i parametri e le frequenze

- 1) I parametri devono essere scelti in base alle condizioni locali per ciascuna rete di distribuzione ed in funzione dell’analisi di rischio svolta dal gestore
- 2) Contiene un elenco dei parametri da controllare

- a) Escherichia Coli, batteri coliformi, enumerazione delle colonie a 22 gradi centigradi, colore, torbidità, sapore, odore, PH, conduttività;
- b) Parametri non elencati e considerati utili al programma di controllo

Ci sono alcuni casi in cui, ai parametri al punto a) vanno aggiunti:

- a) Ammonio e nitrito, in caso di utilizzo di clorammina
- b) Alluminio e ferro, nel caso in cui risultino utilizzati nel trattamento della risorsa idrica

### 3) Frequenza di campionamento

Volume di acqua distribuito o prodotto ogni giorno in una zona di approvvigionamento (cfr. note 1 e 2) m <sup>3</sup>	Parametri - gruppo A numero di campioni all'anno (cfr. nota 3)	Parametri - gruppo B numero di campioni all'anno
	≤ 100	> 0 (cfr. nota 4)
> 100	≤ 1.000	4
> 1.000	≤ 10.000	1
> 10.000	≤ 100.000	4 + 3 per ogni 1000 m <sup>3</sup> /g e relativa frazione del volume totale
> 100.000		1 + 1 per ogni 4.500 m <sup>3</sup> /g e relativa frazione del volume totale
		3 + 1 per ogni 10.000 m <sup>3</sup> /g e relativa frazione del volume totale
		12+1 per ogni 25.000 m <sup>3</sup> /g e relativa frazione del volume totale
Nota 1	Una zona di approvvigionamento idrico è una zona geograficamente definita all'interno della quale le acque destinate al consumo umano provengono da una o varie fonti e la loro qualità può essere considerata sostanzialmente uniforme.	
Nota 2	I volumi calcolati rappresentano una media su un anno civile. Per determinare la frequenza minima è possibile basarsi sul numero di abitanti in una zona di approvvigionamento invece che sul volume d'acqua, supponendo un consumo di 200 l/giorno pro capite.	
Nota 3	La frequenza indicata è così calcolata: ad esempio 4.300 m <sup>3</sup> /g = 16 campioni (quattro per i primi 1.000 m <sup>3</sup> /g + 12 per gli ulteriori 3.300 m <sup>3</sup> /g).	
Nota 4	La frequenza deve essere stabilita dall'azienda sanitaria locale.	

La PARTE C riguarda il rischio e la sua valutazione.

- 1) Esistono casi in cui il gestore può ottenere una deroga sui range di parametri e sulla frequenza dei campionamenti purché venga comunque presentata una valutazione del rischio
- 2) La suddetta valutazione di rischio va fatta dal gestore del servizio idrico
- 3) La valutazione del rischio deve tenere conto delle attività di monitoraggio e dei risultati ottenuti tramite questa, ma anche di qualsiasi informazione degna di nota sulla risorsa destinata all'utenza, della situazione locale delle acque superficiali e sotterranee e delle aree suscettibili a nitrati di origine agricola.
- 4) Tale valutazione del rischio deve comprendere:
  - a. Una banca dati sulla filiera idropotabile, sulla valutazione di rischio e sulle misure di controllo e monitoraggio, il tutto condiviso con l'Azienda Sanitaria Locale
  - b. Sulla base di della descrizione della filiera idropotabile, una definizione delle aree di approvvigionamento
  - c. I dati di monitoraggio riguardanti gli elementi chimici e le sostanze non ordinariamente controllate e che possono rappresentare un rischio aggiuntivo per la località analizzata
- 5) Vengono stabilite le condizioni in cui le frequenze di campionamento e/o i parametri da valutare debbano essere aumentati:
  - a. Se questi due fattori non sono sufficienti alla piena descrizione dell'analisi di rischio
  - b. È necessario fare ulteriori controlli
  - c. Sono necessari più controlli
  - d. Sono necessarie più garanzie

- 6) Qui vengono esplicitate le condizioni per cui, sulla base dei risultati ottenuti dalla valutazione del rischio, è possibile ridurre l'elenco dei parametri da controllare e le frequenze con cui vengono raccolti i campioni da mandare in laboratorio, con delle precisazioni:
  - a. I campioni di Escherichia Coli non possono essere raccolti con cadenza diversa da quella indicata precedentemente
  - b. Per gli altri parametri, invece:
    - i. Determinare in base alla natura del parametro ed alla sua variabilità nel tempo la cadenza di campionamento ed il punto dove prendere il campione
    - ii. È possibile diminuire la frequenza di raccolta dei campioni solo se per un intervallo di 3 anni siano stati raccolti con la cadenza indicata dalla normativa ed il risultato in laboratorio abbia restituito sempre una concentrazione inferiore al 60% del limite massimo indicato in normativa
    - iii. È possibile eliminare un parametro dall'elenco dei contaminati cercati se, nell'arco di 3 anni, il parametro stesso è risultato inferiore al 30% del limite massimo imposto in normativa in campioni raccolti con cadenza indicata in normativa
    - iv. Tale rimozione deve essere basata sui risultati della valutazione del rischio e sui risultati del controllo delle fonti di acqua destinata al consumo umano confermando che non vi siano pericoli per l'utente e che l'utente stesso sia protetto da eventuali contaminazioni
    - v. Devono esserci evidenze che dimostrano come non possa esserci un deterioramento della risorsa idrica
- 7) Il Ministero della Salute, tramite Istituto Superiore della Sanità, deve approvare la valutazione del rischio
- 8) Tali valutazioni sono di dominio pubblico

La PARTE D riguarda punti e metodi di campionamento

- 1) Nel caso di analisi di un sistema di distribuzione idrica i punti di prelievo dei campioni devono essere distribuiti in modo consono
- 2) Il campionamento deve rispettare alcuni obblighi
  - a. Per elementi come Rame, Piombo e Nichel si deve prelevare 1 litro di risorsa dal rubinetto senza far scorrere prima l'acqua
  - b. Nel campionamento si deve rispettare la norma EN ISO 19458
- 3) Per campionare presso il sistema di distribuzione la norma da seguire è la ISO 5667-5

ALLEGATO 2

Questo sostituisce quello che prima era l'allegato III del decreto legislativo numero 31 del 2 Febbraio 2001

Contiene le specifiche per l'analisi dei parametri. Nella gestione delle analisi nei laboratori, sia che vengano fatti dal gestore, dall'ASL o da terzi, la norma di riferimento è la UNI EN ISO/IEC 17025

Nella PARTE A dell'allegato 2 vengono elencati i parametri microbiologici per i quali ci sono specifici metodi di analisi.

Nella PARTE B sono specificate le caratteristiche di prestazione per i parametri chimici e indicatori.

Parametri	Incertezza di misura (cfr. nota 1) % del valore parametrico (ad eccezione che per il pH)	Note
Alluminio	25	
Ammonio	40	
Antimonio	40	
Arsenico	30	
Benzo(a)pirene	50	Cfr. nota 5
Benzene	40	
Boro	25	
Bromato	40	
Cadmio	25	
Cloruro	15	
Cromo	30	
Conduttività	20	
Rame	25	
Cianuro	30	Cfr. nota 6
1,2-dicloroetano	40	
Fluoruro	20	
Concentrazione in ioni idrogeno (espresso in unità pH)	0,2	Cfr. nota 7
Ferro	30	
Piombo	25	

Manganese	30	
Mercurio	30	
Nichel	25	
Nitrato	15	
Nitrito	20	
Ossidabilità	50	Cfr. nota 8
Pesticidi	30	Cfr. nota 9
Idrocarburi policiclici aromatici	50	Cfr. nota 10
Selenio	40	
Sodio	15	
Solfato	15	
Tetracloroetilene	30	Cfr. nota 11
Tricloroetilene	40	Cfr. nota 11
Triometani totale	40	Cfr. nota 10
Carbonio organico totale (TOC)	30	Cfr. nota 12
Torbidità	30	Cfr. nota 13
Acrilammide, epichelidrina e cloruro di vinile da controllare secondo le specifiche del prodotto.		

Parametri	Esattezza (cfr. nota 2) % del valore parametrico (ad eccezione che per il pH)	Precisione (cfr. nota 3) % del valore parametrico (ad eccezione che per il pH)	Limite di rilevazione (cfr. nota 4) % del valore parametrico (ad eccezione che per il pH)	Note
Alluminio	10	10	10	
Ammonio	10	10	10	
Antimonio	25	25	25	
Arsenico	10	10	10	
Benzo(a)pirene	25	25	25	
Benzene	25	25	25	
Boro	10	10	10	
Bromato	25	25	25	
Cadmio	10	10	10	
Cloruro	10	10	10	
Cromo	10	10	10	
Conduttività	10	10	10	
Rame	10	10	10	
Cianuro	10	10	10	Cfr. nota 6
1,2-dicloroetano	25	25	10	
Fluoruro	10	10	10	
Concentrazione in ioni idrogeno (espresso in unità pH)	0,2	0,2		Cfr. nota 7
Ferro	10	10	10	
Piombo	10	10	10	
Manganese	10	10	10	
Mercurio	20	10	20	
Nichel	10	10	10	
Nitrato	10	10	10	
Nitrito	10	10	10	
Ossidabilità	25	25	10	Cfr. nota 8
Pesticidi	25	25	25	Cfr. nota 9
Idrocarburi policiclici aromatici	25	25	25	Cfr. nota 10
Selenio	10	10	10	
Sodio	10	10	10	
Solfato	10	10	10	
Tetracloroetilene	25	25	10	Cfr. nota 11
Tricloroetilene	25	25	10	Cfr. nota 11
Triometani totale	25	25	10	Cfr. nota 10
Torbidità	25	25	25	
Acrilammide, epichelidrina e cloruro di vinile da controllare secondo le specifiche del prodotto.				

Nota 1	L'incertezza della misura è un parametro non negativo che caratterizza la dispersione dei valori quantitativi attribuiti a un misurando sulla base delle informazioni utilizzate. Il criterio di prestazione per l'incertezza di misura ( $k = 2$ ) è la percentuale del valore parametrico indicato nella tabella, o una percentuale superiore. L'incertezza della misura è stimata a livello dei valori parametrici, salvo diversa indicazione.
Nota 2	L'esattezza è la misura di un errore sistematico, cioè la differenza fra il valore medio di numerose misurazioni ripetute e il loro valore vero. La norma Iso 5725 riporta ulteriori specifiche.
Nota 3	La precisione è la misura di un errore casuale ed è generalmente espressa come la deviazione standard (nell'ambito di un singolo lotto di campioni e fra lotti) dell'intervallo di variabilità dei risultati rispetto alla media. La precisione accettabile è pari al doppio della deviazione standard relativa. Questo termine è definito in maniera più completa nella norma Iso 5725.
Nota 4	Il limite di rilevazione è pari a: tre volte la deviazione standard all'interno di un lotto di un campione naturale contenente una concentrazione poco elevata del parametro; oppure cinque volte la deviazione standard del campione bianco (all'interno di un lotto).
Nota 5	In caso sia impossibile soddisfare il valore dell'incertezza di misura, occorre scegliere la miglior tecnica disponibile (fino al 60%).
Nota 6	Il metodo determina il tenore complessivo di cianuro in tutte le sue forme.
Nota 7	I valori di esattezza, precisione e incertezza di misura sono espressi in unità pH.
Nota 8	Metodo di riferimento: En Iso 8467.
Nota 9	Le caratteristiche di prestazione dei singoli pesticidi vengono fornite a titolo indicativo. Per diversi pesticidi è possibile ottenere valori di incertezza di misura di appena il 30%, mentre per molti è possibile autorizzare valori più alti, fino all'80%.
Nota 10	Le caratteristiche di prestazione si riferiscono alle singole sostanze al 25% del valore parametrico che figura nella parte B dell'allegato I.
Nota 11	Le caratteristiche di prestazione si riferiscono alle singole sostanze al 50% del valore parametrico che figura nella parte B dell'allegato I.
Nota 12	L'incertezza di misura va stimata a livello di 3 mg/l del carbonio organico totale (TOC). Utilizzare le linee guida Cen 1484 per la determinazione del TOC e del carbonio organico disciolto (DOC).
Nota 13	L'incertezza di misura va stimata a livello di 1,0 NTU (unità nefelometriche di torbidità) conformemente alla norma En Iso 7027.

### 3.4 Direttiva UE 2020/2184

Il 16 Dicembre 2020 è stata introdotta la Direttiva UE 2020/2184.

Di fatto sostituisce le precedenti normative mantenendo però gli obiettivi ed ampliando le definizioni e le esenzioni delle stesse. Tra gli obblighi degli Stati membri si nota l'introduzione di un'attenta valutazione delle perdite idriche nel territorio e del modo di ridurre gli sprechi.

Il nuovo approccio si basa sulla valutazione del rischio in

- Bacini idrografici
- Sistemi di fognatura
- Sistemi di distribuzione domestici
- Igiene dei materiali e relativi requisiti di base
- Prodotti chimici usati nel trattamento della risorsa idrica destinata all'uso umano
- Monitoraggio
- Informazioni al pubblico e accesso

Per quanto concerne i bacini idrografici, agli Stati membri è richiesta una valutazione del rischio che comprenda una descrizione dei bacini stessi, la mappatura e l'individuazione dei punti di estrazione da cui viene presa la risorsa idrica, nonché le coordinate georeferenziate di tali punti e l'utilizzo del suolo. Viene richiesta anche una valutazione dei pericoli o degli eventi pericolosi a cui ci si espone sfruttando il bacino considerato e le sue acque ed una descrizione del monitoraggio sia delle acque di falda che di quelle superficiali.

Per quel che riguarda i sistemi di fornitura, la loro descrizione deve essere fatta in modo che:

- Si tenga in considerazione il risultato ottenuto nella valutazione e gestione del rischio dei bacini idrografici e relativi punti di estrazione
- Sia annessa la definizione e descrizione del sistema in tutte le sue fasi, dal punto di estrazione al trattamento, dallo stoccaggio alla distribuzione della risorsa fino al punto di erogazione
- Sia presente la valutazione del rischio e l'individuazione dei pericoli e gli eventi pericolosi riguardanti il sistema di fornitura
- Vengano valutati i cambiamenti climatici, le perdite idriche e lo stato delle tubazioni e relativa valutazione dei rischi per l'utenza

Dopo un'attenta analisi del rischio ne è prevista la gestione secondo le seguenti misure:

- I rischi trovati durante l'analisi devono essere attenuati, ove possibile, prevenuti
- Vengono redatti dei piani di monitoraggio operativo
- Deve essere garantita l'efficacia della disinfezione se prevista
- Va inserita la valutazione dei materiali, dei prodotti chimici e del materiale filtrante che viene a contatto con la risorsa idrica destinata al consumo umano

È possibile la riduzione della frequenza di campionamento e monitoraggio di un parametro o la rimozione dello stesso dalla lista dei parametri monitorati purché non venga compromessa la qualità della risorsa idrica e la salute dell'utente. Deve inoltre essere garantito l'ampliamento e l'aggiornamento della lista di parametri che vengono monitorati e la relativa frequenza di controllo.

Per quel che riguarda i sistemi di distribuzione domestici, invece, la valutazione del rischio deve:

- Contenere un'analisi generale dei rischi possibili riguardanti questo tipo di sistema di distribuzione, prodotti e materiali che possono intaccare la qualità della risorsa idrica che esce dai rubinetti
- Contenere un controllo dei parametri indicati nell'allegato 1 nei posti in cui è stato trovato un rischio specifico

In caso di presenza di rischio dopo l'analisi, lo stato membro deve attuare le appropriate misure per la riduzione o l'eliminazione dello stesso rischio.

Nel caso in cui i valori delle analisi risultassero pericolosi per la salute umana devono essere applicate le seguenti misure:

- Lo stato membro deve informare tutte le utenze del superamento del valore e delle misure correttive che esso stesso ha intrapreso, ma anche i divieti introdotti e le limitazioni all'utilizzo della risorsa idrica
- Gli stati membri informano i consumatori sulle condizioni di uso e consumo dell'acqua con particolare attenzione verso quegli utenti che sono esposti più degli altri al rischio trovato
- Quando il rischio è stato debellato, la popolazione viene informata e viene ripristinato il normale servizio di distribuzione

Infine, per quanto concerne l'informazione data alla popolazione servita con risorsa idrica destinata al consumo umano, ogni stato membro fornisce ogni anno:

- Informazioni sulla qualità dell'acqua destinata al consumo umano
- Quanto costa la risorsa idrica al litro
- Quali sono i consumi a livello di nucleo familiare
- Un confronto sui consumi tra nuclei familiari

### 3.5 Linee guida per i Water Safety Plan (i Piani di Sicurezza delle Acque)

Introdotta dalla World Health Organization (WHO, Organizzazione Mondiale della Sanità, OMS) per la prima volta nel 2004 all'interno del documento "Guidelines for Drinking Water Quality" (Linee guida per la qualità dell'acqua potabile), il concetto di Piano di Sicurezza delle Acque è stato negli anni aggiornato e modificato fino ad arrivare ad una sua definizione stabile nel 2014 quando, tramite l'Istituto Superiore della Sanità, venne pubblicato il documento "Linee guida per la valutazione e gestione del rischio nella filiera delle acque destinate al consumo umano secondo il modello del Water Safety Plan"

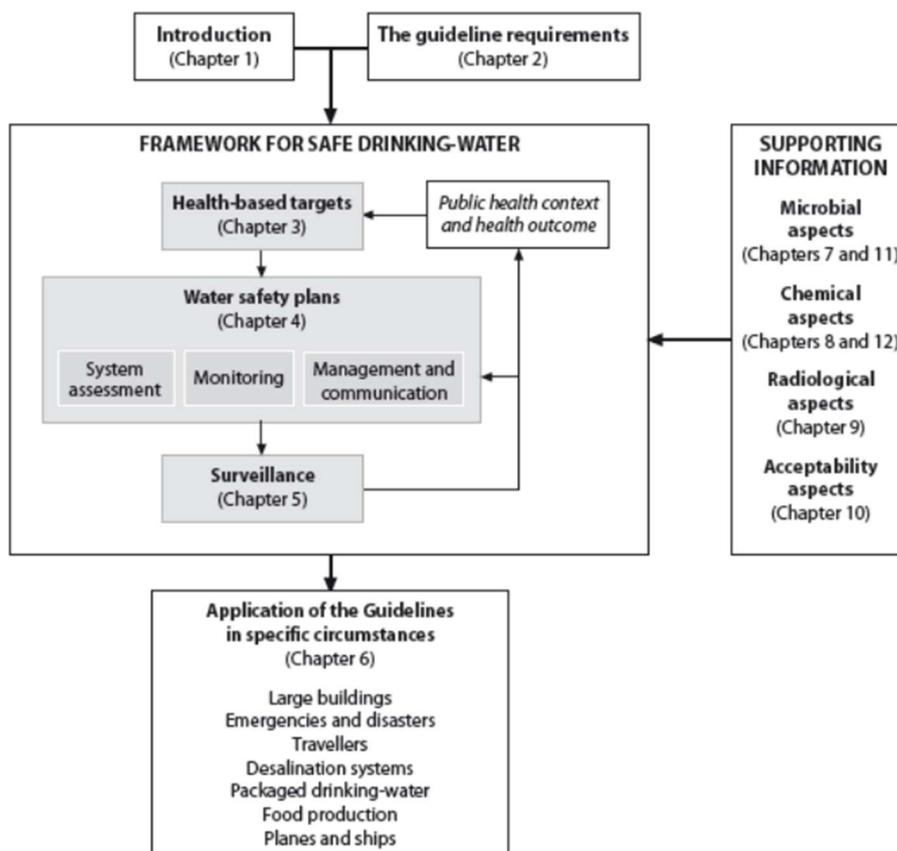
Il documento "Guidelines for Drinking-Water Quality" è composto da 12 capitoli e trattano gli aspetti ritenuti fondamentali per la distribuzione di risorsa idrica salubre e che non metta a rischio la salute della popolazione, ed i principali sono:

- Aspetti microbiologici, chimici, fisici e radiologici della risorsa
- Ruoli e responsabilità del gestore
- Salute dei consumatori
- Piani di sicurezza delle acque (PSA)
- Gestione e riduzione degli eventuali danni alla popolazione

In aggiunta a questo, gli stati dovranno:

- Sorvegliare lo stato di salute della popolazione e la presenza di eventuali epidemie
- Definire le norme e gli standard sugli inquinanti presenti nella risorsa idrica
- Definire quali sono le responsabilità della politica sanitaria locale
- Sorvegliare la fornitura di risorsa idrica di qualità

La figura 24 illustra le relazioni tra capitoli delle linee guida dettate dall'OMS



### **3.5.1 Obiettivi sanitari**

L'autorità sanitaria del paese deve indicare, in accordo con gestore e popolazione, i requisiti sanitari fondamentali riguardanti l'acqua potabile.

Vengono quindi considerati i problemi derivati dal contatto con risorsa idrica contaminata (obiettivo sanitario), viene stabilito il range di tollerabilità delle sostanze chimiche che rappresentano un rischio per la salute della popolazione (obiettivo di qualità dell'acqua), vengono stabilite le concentrazioni massime per quei parametri che costituiscono un rischio immediato per l'utente (obiettivo di prestazione) e vengono istituite specifiche raccomandazioni per i piccoli impianti compresi quelli domestici (obiettivi tecnologici specifici).

### **3.5.2 Valutazione e progettazione della filiera idropotabile**

Applicata a tutti i sistemi di distribuzione, la valutazione della rete mira ad identificare i pericoli e cerca di prevedere i rischi possibili.

### **3.5.3 Monitoraggio operativo**

Questa è la fase in cui vengono fatte le dovute osservazioni ed i controlli sul corretto funzionamento della rete di distribuzione al fine di eliminare o mitigare la presenza di contaminante nella risorsa. Un classico esempio di monitoraggio operativo è il controllo del colore dell'acqua, dell'odore, ma anche del grado di torbidità mentre i controlli più avanzati vengono fatti nella fase di verifica.

### **3.5.4 Piano di gestione del rischio**

È una documentazione sugli aspetti valutati della filiera idropotabile e del monitoraggio operativo in cui vengono descritte le azioni eseguite in condizioni di emergenza e durante il normale funzionamento del sistema. Entrano in questa fase anche i programmi di formazione, ricerca e sviluppo.

### **3.5.5 Sistema di sorveglianza esterno indipendente**

I fornitori e l'agenzia che si occupa della sorveglianza sono due entità indipendenti. Il fine di questa divisione è la promozione del miglioramento di qualità, quantità, accessibilità e tariffa.

### **3.5.6 Verifica finale della qualità**

Consiste in una serie di investigazioni sulla risorsa distribuita e punta a verificarne la conformità con gli obiettivi sanitari dichiarati. Queste verifiche riguardano gli aspetti microbiologici, chimici, radiologici e di accettabilità della risorsa.

## **3.6 Linee guida dell'Istituto Superiore della Sanità del 2014**

Con l'obiettivo di prevenire i rischi della filiera idropotabile, nel 2014, l'Istituto Superiore della Sanità ha pubblicato "Linee guida per la valutazione e gestione del rischio nella filiera delle acque destinate al consumo umano secondo il modello del Water Safety Plan", documento in cui si forniscono delle metodologie applicative riguardanti la sicurezza della risorsa per la salvaguardia della stessa e della salute della popolazione servita.

I capitoli più importanti del documento sono:

- 1) Scopo, campo di applicazione e utilizzo delle linee guida
- 2) PSA e applicazione ai sistemi idropotabili in Italia
- 3) Sviluppo di un PSA
- 4) Attività di supporto, revisione e comunicazione

### ***3.6.1 Scopo, campo di applicazione e utilizzo delle linee guida***

Lo scopo è quello di ridurre al minimo le possibilità di incorrere in una contaminazione della risorsa idrica andando ad agire sugli elementi di pericolo che sorgono dall'analisi del sistema di distribuzione.

Gli obiettivi delle linee guida sono:

- Raccomandare l'implementazione di un piano di prevenzione e controllo sanitario secondo i principi del Piano di Sicurezza delle Acque
- Fornire strumenti metodologici per elaborare i PSA
- Acquisire esperienze applicative nella redazione di suddetti piani al fine di aggiornare la versione delle linee guida tramite un confronto sia a livello nazionale che internazionale data la natura evolutiva del pericolo.

Vengono specificati in questo capitolo anche i destinatari delle linee guida:

- I gestori del servizio idrico
- Le autorità sanitarie e ambientali
- La popolazione

### ***3.6.2 PSA e applicazione ai sistemi di gestione idropotabile in Italia***

Nel secondo capitolo sono delineate le fondamentali componenti di un Piano di Sicurezza delle Acque. Esse, illustrate anche in Figura 25, sono:

- Analisi del sistema idrico dalla captazione al rubinetto
- Monitoraggio operativo
- Documentazione delle modalità di gestione del sistema PSA ed il controllo del sistema

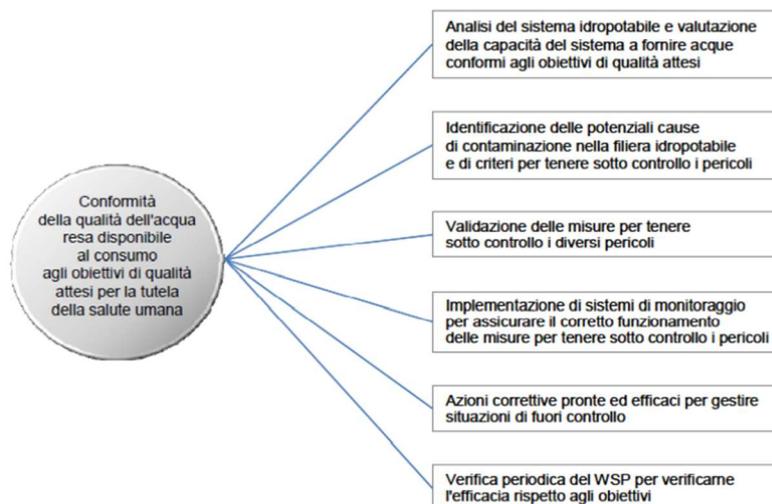


Figura 25: Azioni da implementare per il raggiungimento degli obiettivi del PSA (Linee guida ISS, 2014).

### 3.6.3 Sviluppo di un Piano di Sicurezza delle Acque

La stesura di un Piano di Sicurezza delle Acque si articola in 3 parti:

- Preparazione e pianificazione
- Valutazione del sistema e dei rischi
- Revisione del sistema per il controllo dei rischi

È un processo iterativo, cioè prevede che al fine di raggiungere il risultato ottimale sia possibile la modifica della parte precedentemente sviluppata. Quanto appena detto è raffigurato in Figura 26:

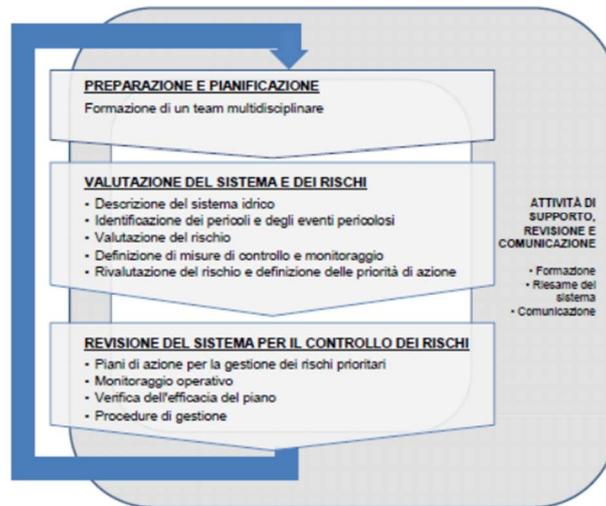


Figura 26: Rappresentazione schematica delle fasi di un PSA (Linee guida ISS, 2014).

### 3.6.4 Preparazione e pianificazione

Questa prima fase dello sviluppo del Piano di Sicurezza delle Acque prevede 3 punti fondamentali:

- La verifica dei prerequisiti per implementare il Piano nella rete di distribuzione
- La determinazione delle responsabilità e delle autorità competenti
- La formazione di un team multidisciplinare

Gli obiettivi sono:

- Dimostrare la diligenza del sistema nel perseguire la tutela della qualità della risorsa
- Incrementare il livello di conformità delle acque alle aspettative dei consumatori e ai dettami normativi
- Ottimizzare l'impiego delle risorse umane e strumentali
- Supportare il processo decisionale per gli investimenti con valutazioni basate sull'analisi del rischio
- Migliorare la formazione e l'aggiornamento delle risorse interne e incrementare il livello di comunicazione con attori esterni, rilevanti per la qualità del sistema
- Anticipare possibili sviluppi della normativa sulla qualità delle acque destinate al consumo umano

I requisiti che un Piano di Sicurezza delle Acque deve avere sono:

- Una comunicazione interattiva, essenziale per identificare tutti i possibili pericoli di contaminazione della risorsa

- Un'adeguata gestione del sistema, fondamentale per la riuscita del piano e anche nei suoi aggiornamenti
- L'applicazione dei principi del Piano di Sicurezza, si propone l'obiettivo di potenziare la capacità di prevedere ed eliminare e/o controllare i pericoli sanitari e tutto ciò che compromette la qualità organolettica della risorsa idrica

In questa fase è di fondamentale importanza la creazione di un team multidisciplinare fatto di esperti i quali devono avere una conoscenza profonda del funzionamento di ogni parte del sistema di distribuzione e della filiera idrica in generale. Dirigenti, tecnici di manutenzione e progettazione, esperti sulla qualità della risorsa e personale tecnico per le operazioni di routine sono fondamentali per l'attuazione del Piano. È possibile anche chiedere la consulenza esterna nel caso in cui dovesse servire e non fosse possibile avvalersi delle conoscenze del team formato. La conoscenza del territorio e delle fonti di captazione, dei processi di trattamento, della rete e della gestione, ma anche della qualità dell'acqua potabile e della salute pubblica sono i requisiti fondamentali richiesti alle figure componenti il team.

### ***3.6.5 Valutazione del sistema e dei rischi***

L'Organizzazione Mondiale della Sanità ci fornisce la definizione di tre concetti fondamentali:

- Pericolo, un qualunque agente biologico, chimico, radiologico o fisico che ha il potenziale concreto di causare danni alla salute
- Evento pericoloso, un episodio o situazione che può portare alla presenza di un pericolo
- Rischio, la probabilità che un pericolo identificato causi danni al consumatore e tiene anche conto della gravità del danno stesso e delle sue conseguenze prendendo in considerazione tutta la filiera idropotabile, le infrastrutture e le risorse

Il sistema idrico va descritto in maniera esaustiva, ed in particolare questa descrizione deve contenere:

- Specifiche di qualità della risorsa
- Caratteristiche dell'opera di presa
- Informazioni su pozzi, acquiferi, interazione tra corpi idrici, sorgenti e processi di ricarica
- Caratteristiche del sito dal punto di vista geologico, gradi di protezione dell'acquifero, eventuali industrie presenti nelle vicinanze, informazioni sulle aree che circondano i punti di captazione della risorsa, gli usi del territorio limitrofo
- Informazioni sulla qualità dell'acqua captata con riferimento alle stagioni ed agli eventi climatici
- Informazioni sui trattamenti a cui è sottoposta la risorsa idrica
- Le fasi del processo di distribuzione, connessione tra le reti e le modalità di controllo sulle miscele e le fasi di stoccaggio
- Le caratteristiche dei materiali con cui viene distribuita la risorsa idrica all'interno della rete di distribuzione comprendente una disamina dei prodotti chimici eventualmente utilizzati nel trattamento della stessa risorsa
- I possibili trattamenti a cui l'acqua viene sottoposta dopo la fuoriuscita dal rubinetto
- Gli usi della risorsa nelle aziende alimentari
- La presenza di fasce di popolazione particolarmente suscettibili

Dopo aver descritto opportunamente il sistema di distribuzione in tutte le sue fasi vanno identificati i pericoli che possono presentarsi. Essi possono essere sia di natura dolosa che dovuti a cause naturali e possono verificarsi in ogni parte della rete.

Il team multidisciplinare formatosi deve considerare:

- Le variazioni climatiche
- Le calamità naturali
- La contaminazione di tipo accidentale
- I processi di trattamento delle acque
- Le modalità di ricezione e conservazione dell'acqua
- Il modo in cui avviene la manutenzione della rete e le pratiche con cui si protegge
- Le fognature ed i processi di trattamento delle acque reflue
- Le pratiche a livello locale che possono costituire una fonte di inquinamento
- La destinazione d'uso della risorsa

e di questi aspetti va definito un livello di accettabilità di pericolo in riferimento alla qualità della risorsa idrica tenendo conto della normativa e dei requisiti richiesti.

La Figura 27 ci dà il quadro sinottico delle diverse azioni specifiche previste e dei risultati da ottenere nelle fasi costituenti un PSA:

Fase	Azione specifica	Prodotto
Preparazione e pianificazione (sez. 3.1)	Valutazione dei pre-requisiti (sez. 3.1.1)	
	Definizione delle responsabilità e autorità (sez. 3.1.2)	Costituzione di un team multidisciplinare di adeguata competenza ed esperienza per lo sviluppo e implementazione del PSA nel sistema idropotabile, con mandato dall'alta direzione.
	Formazione di un team multidisciplinare (sez. 3.1.3)	
Valutazione del sistema e dei rischi (sez. 3.2)	Descrizione del sistema (sez. 3.2.1)	Diagramma di flusso aggiornato e completo delle diverse fasi, con definizione di utilizzi/utenti delle acque
	Identificazione dei pericoli e degli eventi pericolosi (sez. 3.2.2)	Descrizione dei possibili pericoli ed eventi pericolosi associati alle diverse fasi del sistema
	Valutazione dei rischi (sez. 3.2.3)	Matrici dei rischi, associati ai pericoli ed eventi pericolosi, in scala di priorità con chiara distinzione tra rischi più e meno significativi
	Definizione delle misure di controllo e monitoraggio (sez. 3.2.4)	Identificazione delle misure di controllo già esistenti associate ad ognuno dei rischi identificati e validazione della loro efficacia. Identificazione e definizione delle priorità di rischio controllato insufficientemente
	Rivalutazione dei rischi e definizione delle priorità di azione (sez. 3.2.5)	Identificazione (in scala di priorità) dei rischi per i quali le misure di controllo potrebbero essere insufficienti.
Revisione del sistema per il controllo dei rischi (sez. 3.3)	Piani di azione per la gestione dei rischi prioritari (sez. 3.3.4)	Elaborazione di un piano di miglioramento per il controllo di ogni pericolo e rischio associato (in scala di priorità) rispetto al quale le misure in essere sono inadeguate. Implementazione del piano di miglioramento, in accordo con le attività programmate a breve, medio e lungo termine. Monitoraggio delle misure adottate.
	Monitoraggio operativo (sez. 3.3.5)	Valutazione dell'efficienza delle misure di controllo ad intervalli di tempo adeguati. Definizione di azioni correttive per le deviazioni che possono manifestarsi.
	Verifica dell'efficacia del piano (sez. 3.3.6)	Conferma dell'efficienza ed efficacia del PSA. Verifica suffragata da evidenze che il PSA è stato messo in pratica secondo lo schema prefissato e che funziona secondo quanto atteso. Conferma del raggiungimento dei parametri di qualità delle acque per il consumo umano.
	Procedure di gestione (sez. 3.3.7)	Procedure di gestione per le condizioni normali e di emergenza tra cui: <ul style="list-style-type: none"> <li>• azioni di risposta;</li> <li>• monitoraggio operativo;</li> <li>• responsabilità del gestore e di altre parti interessate;</li> <li>• stesura di protocolli e strategie di comunicazione, comprese le procedure di notifica e i recapiti del personale;</li> <li>• responsabilità nel coordinamento delle misure da adottare in caso di emergenza;</li> <li>• un piano di comunicazione per avvisare e informare gli utenti della fornitura e altre parti interessate (es. servizi di emergenza);</li> <li>• un programma per riesaminare costantemente la documentazione;</li> <li>• piani per la fornitura e la distribuzione d'acqua in caso di emergenza.</li> </ul>
Attività di supporto, revisione e comunicazione (sez. 4)	Formazione, riesame del sistema e comunicazione (sez. 4.2-4.4)	Definizione di programmi e attività che assicurano che l'approccio PSA è integrato nelle operazioni di servizi idrici

Figura 27: Quadro sinottico delle diverse azioni specifiche previste e dei risultati da ottenere nelle fasi costituenti un PSA (Linee guida ISS, 2014).

Nello spostare l'attenzione sul rischio va introdotto un concetto fondamentale dei Piani di Sicurezza delle Acque: la matrice di rischio. Per poter valutare il rischio serve valutarne la probabilità con cui quel rischio si possa verificare e l'effetto che il rischio stesso avrebbe sulla popolazione colpita. Combinando questi due fattori viene redatta una matrice, detta Matrice di rischio e di cui se ne fornisce un esempio in Figura 28, che rappresenta il prodotto finale della valutazione di probabilità e danno nonché l'ossatura principale nella redazione di un Piano di Sicurezza delle Acque.

- Probabilità, cioè “quanto spesso” un pericolo si può verificare tenendo come riferimento i dati registrati in passato
- Gravità delle conseguenze, l'impatto che ha il pericolo quando avviene

Grado di probabilità	Gravità delle conseguenze				
	Insignificante (senza impatto o con impatto insignificante)	Minore (impatto poco significativo)	Moderata (es. non conformità di tipo organolettico)	Grave (non conformità a valori di legge o di riferimento)	Molto grave (effetti gravi /catastrofici sulla salute)
Raro (es. 1 volta ogni 5 anni)	1	2	3	4	5
Improbabile (es. 1 volta all'anno)	2	4	6	8	10
Moderatamente probabile (es. 1 volta al mese)	3	6	9	12	15
Probabile (es. 1 volta a settimana)	4	8	12	16	20
Quasi certo (es. 1 volta al giorno)	5	10	15	20	25

Legenda del rischio	
Grado	<6      6-9      10-15      >15
Classificazione	basso      medio      alto (significativo)      molto alto

Figura 28: Matrice per la classificazione del rischio (Linee guida ISS, 2014).

Alla stesura della matrice di rischio si appoggiano tutte le fasi successive alla stesura del Piano di Sicurezza delle Acque, dalle misure di gestione del sistema ai controlli prioritari, ed è opportuno tenere conto delle seguenti indicazioni:

- È bene partire da uno o più tabelle, collegate al diagramma di flusso del sistema in cui tutti i pericoli e gli eventi pericolosi sono stati ben definiti, al fine di assicurare che tutti i pericoli siano stati esaminati dal team
- I criteri da seguire per la valutazione sono basati sulle conoscenze aggiornate, sulla letteratura di riferimento, sull'esperienza e su giudizi di esperti appartenenti al team multidisciplinare
- Il giudizio degli esperti del team è di fondamentale importanza e deve essere fatto internamente al team, quindi non derogabile a soggetti terzi o software
- Se in presenza di incertezze sui pericoli, va usata la massima precauzione
- La valutazione del rischio è sito-specifica
- Le misure di controllo devono essere validate in base alla classificazione che il pericolo stesso ha ottenuto nella matrice di rischio, con particolare attenzione per “molto alto” e “grave”, ma anche “moderato”

In Figura 29 vengono forniti esempi di criteri per la definizione dei punteggi da assegnare ai rischi individuati nella filiera idropotabile.

Probabilità di accadimento (punteggio)		Gravità degli effetti (punteggio)	
Non accaduto in passato, altamente improbabile che si verifichi	Raro (1)	Non impatta sicurezza dell'acqua né caratteristiche organolettiche in modo sensibile	Insignificante (1)
Teoricamente possibile, non può essere escluso	Improbabile (2)	Modifica organolettica non evidente. Non conformità occasionale per parametri (indicatori o altri) non correlabili ad effetti sulla salute	Minore (2)
Plausibile, soprattutto in certe circostanze che possono realisticamente verificarsi	Moderatamente probabile (3)	Evidente modifica organolettica. Non conformità protratta per parametri (indicatori o altri) non correlabili ad effetti (generalmente a lungo termine) sulla salute	Moderato (3)
Avvenuto in passato, plausibile che si ripetano le condizioni	Plausibile (4)	Potenziati effetti sulla salute di lungo termine (effetti moderati se verifica occasionale)	Grave (4)
Avvenuto ripetutamente in passato, probabile che si continui a verificare	Quasi certo (5)	Evidenza di effetti sulla salute, spesso correlabile a parametri microbiologici	Molto grave o catastrofico (5)

Figura 29: Esempi di criteri per la definizione dei punteggi da assegnare ai rischi individuati nella filiera idropotabile (Linee guida ISS, 2014).

### 3.6.6 Identificazione, validazione delle misure di controllo e rivalutazione del rischio

I risultati ottenuti nella fase precedente vengono esaminati e viene estratto il peggior scenario possibile per il sistema di distribuzione. Il passo successivo riguarda le misure di controllo che sono in essere nel sistema e la loro efficacia contro i rischi considerati più pericolosi. Ci si basa su quanto documentato nelle fasi precedenti della stesura del Piano di Sicurezza e si fanno altri sopralluoghi in modo da poter integrare il maggior numero di dati e informazioni possibili.

Ottenute e validate le informazioni sulle misure di controllo viene fatta una rivalutazione del rischio, passando da un suo studio nella condizione di peggior scenario possibile (assenza di misure di controllo) ad una condizione in cui si considera anche l'efficacia delle misure di controllo in essere. È possibile che il team multidisciplinare debba fronteggiare ulteriori rischi oltre quelli identificati e di cui sono state validate le misure di controllo e rivalutato il rischio inizialmente e, per fronteggiare questi nuovi rischi, vengono fatte delle integrazioni delle misure esistenti e definita una scala di priorità di interventi da effettuare nel sistema.

Misure di controllo, illustrate in Figura 30 in base al livello di rischio, e rispettiva validazione devono seguire criteri come:

- Le misure di controllo vanno inserite e validate solo rispetto a pericoli e rischi associati a esse
- Le misure di controllo possono essere continue o possono avere un'applicazione temporanea in base alla natura del pericolo
- La validazione delle misure di controllo deve essere portata avanti attraverso:
  - o Attività di monitoraggio estensive in condizioni operative sia di carattere normale che eccezionale
  - o Analisi di impianti pilota e verifica delle compatibilità tra questi impianti su cui vengono fatti i test e gli impianti reali e relative condizioni operative
  - o Analisi sito-specifiche e simulazioni di pericoli



Figura 30: Definizione delle misure di gestione in base al livello di rischio (Linee guida ISS, 2014).

Subito dopo la valutazione del rischio e la definizione delle misure di controllo atte ad eliminare o mitigare il rischio stesso va redatto un piano di miglioramento che deve prevedere:

- Gli obiettivi delle azioni da mettere in atto
- Gli aspetti specifici delle suddette azioni
- Le date di inizio attuazione delle azioni
- Lo stato
- I documenti di riferimento

### 3.6.7 Il Monitoraggio operativo, la verifica del Piano di Sicurezza delle Acque e documentazione

Di fondamentale importanza per la buona applicazione nel tempo delle misure di controllo del rischio identificate è il monitoraggio operativo. In questa fase vanno pianificate le osservazioni e le misurazioni atte ad evidenziare come le misure di controllo del rischio stiano agendo sul rischio stesso e, nel caso in cui vi siano situazioni pericolose, segnalare le stesse in modo che possano venire intraprese azioni atte a correggere le misure di controllo ed eliminare o mitigare il rischio in modo che la gestione sia efficace.

Il monitoraggio operativo deve:

- Identificare il parametro di studio
- Specificare il metodo di monitoraggio e la cadenza dell'acquisizione dei dati
- Il sito del monitoraggio
- Il responsabile dell'esecuzione
- Il flusso decisionale dei risultati del monitoraggio

Per quanto concerne la verifica del PSA, essa costituisce una valutazione finale del piano e sulla sua efficienza nel fornire una risorsa di qualità alla popolazione. Il team multidisciplinare ha il compito di definire i criteri di imparzialità della verifica del piano, ma anche frequenza e metodi con cui viene portata avanti la verifica stessa. Analizzando i dati che la verifica restituisce, viene valutata la possibilità che il piano venga aggiornato e l'eventuale individuazione di miglioramenti.

Molto importante risulta l'archiviazione dei dati e delle documentazioni al fine di poter contare sulla storiografia delle decisioni, dei suoi esiti, sull'efficacia delle attività di monitoraggio e sulle scelte fatte in condizioni normali o di emergenza.

La documentazione, infine, deve contenere:

- Le dichiarazioni sulla politica per il PSA e gli obiettivi
- Le procedure e le registrazioni richieste
- Le attività di formazione

### 3.6.8 Attività di supporto, revisione e comunicazione

Tra le attività di supporto c'è la formazione del personale, fondamentale per garantire la qualità della risorsa da parte di chi lavora al Piano di Sicurezza delle Acque ed alle garanzie che può dare. Tale formazione deve:

- Fornire i principi di valutazione e gestione del rischio
- Spiegare lo sviluppo e l'applicazione del Piano di Sicurezza delle Acque
- Esplicitare le misure di controllo e di trattamento della risorsa
- Illustrare le procedure operative, il monitoraggio e la manutenzione
- Individuare le azioni di emergenza e le risposte da dare

La revisione, effettuata con cadenza adeguata (minore di 5 anni), è uno strumento potentissimo da utilizzare. Assicura che la valutazione e la gestione del sistema sia ben fatta e ne consente un aggiornamento ed un miglioramento.

Per quanto concerne la comunicazione, essa è un diritto della popolazione e deve riguardare la salubrità della risorsa idrica, comprendendo i dati relativi al monitoraggio portati avanti dal gestore, nonché le valutazioni tecniche ed i valori riscontrati dalle analisi.

## Capitolo 4 - Analisi degli impatti

### 4.1 Introduzione

Il capitolo affronta l'analisi di alcuni impatti che la rete di distribuzione, intesa come infrastruttura e dinamiche gestionali, possono avere nei riguardi della qualità dell'acqua rispetto alla conservazione delle caratteristiche di potabilità che essa ha nel punto di immissione.

La contaminazione dell'acqua destinata all'uso umano da parte di inquinanti chimici o biologici è, come visto soprattutto nel primo capitolo di questa tesi, causa di malattie e decessi. Una ricerca approfondita (IRA-WDS: A GIS-based risk analysis tool for water distribution systems, 2007) ha dimostrato come l'intrusione di contaminanti nei sistemi di distribuzione idrica fosse più frequente rispetto a quanto sospettato in passato e come questo problema si stesse aggravando in quei paesi dove le fonti di contaminazione incrociano le reti del sistema di distribuzione e dove il servizio idrico è di natura intermittente (Choe and Varley, 1997; Seckler et al., 1998; Rosegrant et al., 2002).

Il rapporto "Acqua e salute: elementi di analisi di rischio in nuovi scenari ambientali e climatici" (Istituto Superiore di Sanità, 2019) cita le contaminazioni intenzionali dei sistemi idropotabili come strumento di offesa della popolazione civile. Una prima apparizione di questa problematica la possiamo registrare nel corso della prima guerra mondiale con l'utilizzo di agenti chimici per causare decessi o inabilità tramite le vie respiratorie o il contatto con l'acqua inquinata. Sebbene il Protocollo di Ginevra (1925) abbia stabilito la non percorribilità della guerra chimica, la pratica di inquinamento intenzionale della risorsa idrica è ancora una problematica attuale a causa delle cosiddette "guerre asimmetriche" perpetrate in alcuni luoghi del pianeta in cui sono in atto conflitti di natura terroristica e come visto anche nei conflitti balcanici degli anni 90 del secolo scorso.

La Figura 31 illustra i dati raccolti dall'Istituto Superiore di Sanità nel periodo che va dal 2000 al 2018 in riferimento alle possibili tipologie di attacco alle reti di distribuzione idrica che sono:

- Danneggiamento
- Contaminazione
- Cyber attacco

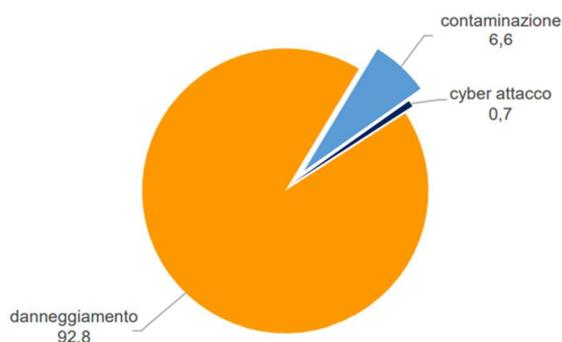


Figura 31: tipologia di attacco alle reti nel periodo 2000-2018 (ISS, 2019)

All'interno dello stesso documento vengono affrontati gli eventi pericolosi ed i pericoli microbiologici riconducibili alla sicurezza dell'acqua nelle reti acquedottistiche e nella distribuzione interna degli edifici, a cura del Dipartimento Ambiente e Salute. Il rapporto indica come, nella

progettazione o nell'ammodernamento degli edifici, non venga data la giusta attenzione ai problemi sanitari dovuti alla possibile scarsa qualità dell'acqua, a favore di criteri di tipo estetico e funzionale. Le condizioni di pericolo che si possono creare sono riconducibili al flusso lento dell'acqua, alla presenza di rami morti, alla stagnazione della risorsa idrica e alla presenza di lunghe tubazioni. Tutto ciò, assieme all'influenza della temperatura, può causare la crescita microbica all'interno della rete di distribuzione interna agli edifici. L'applicazione del Piano di Sicurezza delle Acque assume, quindi, una grande rilevanza, soprattutto se le nature degli edifici sono di tipo sanitario (ospedali), ma anche ricreativo e residenziali. I fattori da tenere in conto al fine di effettuare un'analisi di qualità dell'acqua che fuoriesce dai dispositivi interni agli edifici sono:

- Uso della struttura, se di natura ospedaliera, una scuola, una casa di cura
- La vulnerabilità della popolazione che entra in contatto con la risorsa idrica fornita negli edifici
- Eventuali trattamenti aggiuntivi a cui sottoporre l'acqua una volta uscita dal rubinetto
- Possibili collegamenti della rete idrica con impianti che utilizzano la risorsa, come caldaie, lavatrici, piscine.

L'Istituto Superiore di Sanità delinea le condizioni a cui sono associati uno o più elementi presenti negli impianti idrici degli edifici e capaci di provocare danni:

- Presenza di organismi ambientali nella rete
- Presenza di agenti patogeni di origine enterica (batteri, virus, protozoi) che derivano dalla contaminazione fecale e possono introdursi nel sistema tramite connessioni crociate, falle nelle tubature e pressione ridotta al loro interno
- Impianti collegati che utilizzano la risorsa
- Prodotti chimici presenti nelle acque provenendo da fonti industriali, agricole o esterne in generale, ma anche dall'interazione con i materiali delle condotte, alla loro corrosione o al contatto con il materiale dei raccordi, ma anche ai processi di trattamento
- Ristagno d'acqua ed amplificazione dei fenomeni di corrosione
- Carenze nella progettazione, costruzione, funzionamento e manutenzione degli impianti
- Flusso lento nei tratti non magliati e ristagno d'acqua in essi
- Uso intermittente o lunghi periodi di non utilizzo dell'impianto (hotel in zone soggette a turismo stagionale, chiusura estiva delle scuole o case villeggiatura)
- Materiali di scarsa qualità
- Serbatoi di stoccaggio non adeguati e non sicuri
- Connessione con fonti indipendenti come pozzi o sistemi antincendio
- Carenza di sistemi di blocco del reflusso
- Cattiva gestione dell'impianto

L'acqua fornita alle strutture sanitarie può rappresentare un veicolo di microrganismi che inducono infezioni connesse alle pratiche assistenziali. In strutture come ospedali e case di cura sono svariate le tipologie di acque erogate e alta è la suscettibilità dei pazienti i quali sono sottoposti a pratiche assistenziali invasive. Infezioni come Legionella e Pseudomonas aeruginosa assumono caratteristiche letali in questa frazione di popolazione come testimoniano le esperienze dell'Azienda Ospedaliera-Universitaria Pisana (Analisi del rischio nelle reti di distribuzione e nelle strutture sanitarie, Dipartimento di Ricerca Traslazionale, Nuove tecnologie in medicina e chirurgia, Università di Pisa, 2019).

Le caratteristiche dei patogeni che ne evidenziano la pericolosità per il sistema idrico sono la loro capacità di replicazione all'interno delle tubazioni e degli accumuli, la temperatura di sviluppo

ottimale (tra i 25 ed i 45 gradi centigradi), la capacità di sopravvivere in organismi come i protozoi in grado di proteggerli dai disinfettanti e la forte associazione con il biofilm.

Dal documento “Analisi del rischio nelle reti di distribuzione e nelle strutture sanitarie. Esperienze a confronto: la Liguria (Dipartimento di scienze della salute, Università degli studi di Genova, 2019)” emerge un dato allarmante nell’analisi sugli effetti sanitari dovuti alla colonizzazione dell’apparato respiratorio, delle vie urinarie e delle infezioni disseminate: la mortalità dei pazienti infetti da Legionella è del 40%.

Il documento dell’Istituto Superiore di Sanità nel rapporto “Impatto dei residui di farmaci nel ciclo idrico integrato: evidenze e scenari a rischio (Istituto di ricerche farmacologiche Mario Negri di Milano, 2019) inserisce anche la contaminazione da farmaci tra i fattori di rischio da tenere in considerazione. Venuto a galla di recente, ha implicazioni gravi per la salute sia dell’ambiente che dell’uomo. Tra le fonti di questo tipo di inquinamento abbiamo l’utilizzo nelle terapie destinate all’uomo ma anche agli animali e l’uso industriale. La natura pericolosa di questo inquinante è dovuta alle sostanze, non metabolizzate o in generale assimilate e modificate all’interno dell’organismo, che vengono espulse e raggiungono gli impianti di depurazione delle acque reflue. In questi impianti le suddette sostanze vengono eliminate solo parzialmente e rimangono nelle acque trattate le quali, alla fine del trattamento stesso, vengono reimmesse in natura nei corsi superficiali o vengono riversate nel suolo. La ricerca portata avanti dall’istituto milanese ha riscontrato nel territorio lombardo la presenza continua di farmaci in acque reflue e di superficie e in particolare antibiotici, antidolorifici, diuretici, anticoagulanti ed antiepilettici. Fortunatamente la stessa ricerca ha mostrato la relativa salubrità delle acque di falda riscontrando una percentuale ridotta di contaminazione.

## 4.2 Lavaggi insufficienti nelle reti di distribuzione idrica

L’OSM ha introdotto delle linee guida che prevedono un approccio basato sulla valutazione dei rischi. Tale approccio ha l’obiettivo di gestire contaminazioni e problemi nel miglior modo possibile. In questo capitolo ci soffermeremo sui lavaggi insufficienti della rete di distribuzione e sui problemi che questo comporta.

Lo schema in Figura 32 illustra quali sono i meccanismi che avvengono dentro le condotte con l’ingresso di particelle nel sistema di distribuzione.

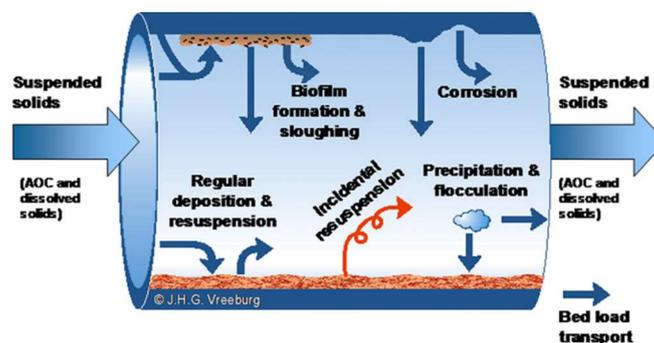


Figura 36: Particle related processes in a drinking water distribution system (Vreeburg, 2007)

L’acqua, per sua natura, interagisce con la rete di distribuzione: questa interazione è capace, tra le altre cose, di produrre calcare e biofilm che aderisce alla condotta; tali variazioni portano inevitabilmente all’alterazione delle qualità organolettiche dell’acqua distribuita e ad eventuali problemi di potabilità o, peggio, alla contaminazione dell’acqua stessa da parte di organismi patogeni e, di conseguenza, all’aumento della tossicità dell’acqua distribuita.

Questi fenomeni non solo portano ad una variazione di come l'utente finale percepisce l'acqua, ma ad ulteriori danni che ciò provoca alla rete di distribuzione in sé, come un aumento della velocità di corrosione delle tubature e all'intasamento della tubatura stessa.

Ad oggi le operazioni di lavaggio vengono stimate tramite parametri di laboratorio e attraverso l'analisi di alcuni nodi considerati particolarmente importanti da parte del gestore, come gli impianti di trattamento ed altri pochi punti della rete. Ciò coincide con una valutazione di depositi, inquinanti e biofilm fatta per via non diretta; questo si traduce in una approssimazione delle misure ed ai problemi sopra citati.

L'aggiornamento delle pratiche di monitoraggio delle tubazioni si stanno evolvendo in maniera esaustiva. Sono in via di sviluppo dei metodi di controllo costante di più punti chiave della rete di distribuzione che, monitorando ogni istante le condizioni della tubazione, possono suggerire al gestore il periodo ottimale per prevedere l'attività di pulizia della condotta.

In questo capitolo faremo luce sui possibili problemi derivanti dal non tempestivo lavaggio della rete. I lavaggi delle condutture che approvvigionano di acqua un distretto risultano, quindi, fondamentali per garantire condizioni di servizio adeguate e in regola coi parametri imposti dai Piani di sicurezza delle acque (PSA).

La procedura è basata su due tipi di trattamento:

- Immissione di una miscela di aria-acqua ad elevate pressioni e per un tempo sufficiente ad assicurare la pulizia dai sedimenti di inquinante che si possono naturalmente attaccare e stratificare nella superficie interna della conduttura
- Immissione di una miscela di acqua-anidride carbonica, sempre ad una pressione elevata e per un tempo consono, tale da garantire una reazione chimica basata sullo scambio di ioni e sulla dissoluzione di ossidi di ferro; tale reazione permette di eliminare inquinanti come ad esempio il tallio, inquinante molto pericoloso per l'uomo.

Gli interventi di lavaggio hanno alcune propedeuticità da rispettare: il tratto di rete che viene sottoposto al trattamento viene dichiarato non consono alla potabilità e al consumo umano dell'acqua.

Il tratto viene isolato, in modo parziale dal resto del distretto tramite la chiusura di valvole poste nella rete di distribuzione e negli allacci alle utenze private.

Un ulteriore pericolo è rappresentato dalla crescita di biofilm negli impianti. Il biofilm è definito come *“una comunità strutturata e funzionalmente coordinata di cellule procariotiche ed eucariotiche in cui sono intrappolati batteri, alghe, protozoi, funghi, virus e componenti organiche e inorganiche in una matrice polimerica altamente idratata che incorpora grandi quantità di acqua per mezzo di legami”* (Acqua e salute: elementi di analisi di rischio in nuovi scenari ambientali e climatici (Istituto Superiore di Sanità, 2019). Data la sua natura, nel biofilm possiamo trovare svariati microrganismi come i batteri indicatori, ambientali, patogeni e responsabili della corrosione. Di spessore massimo di qualche millimetro, la sua formazione avviene in 4 fasi:

- Ancoraggio delle cellule alle superfici
- Formazione di legami irreversibili con la superficie
- Sviluppo di micro colonie
- Maturazione della struttura e distacco

Il biofilm che si può sviluppare in un sistema di distribuzione idrica è dovuto principalmente a batteri che vengono trattenuti dalla matrice polimerica con cui è costruita la parete interna della tubazione. Tale struttura è capace persino di trattenere del cloro con la conseguenza di diminuire la carica disinfettante contenuta nell'acqua che scorre dentro la tubatura.

I batteri risultano dannosi per la qualità dell'acqua che viene distribuita in tubi in cui è presente la formazione di biofilm. Tali danni possono essere molteplici:

- Il suo sviluppo può costituire un sito di proliferazione di organismi come Asellus dato che rappresenta un ottimo approvvigionamento di cibo per tali organismi; questi sono di ben altra grandezza rispetto ai batteri di cui sopra, ed arrivano ad essere visti persino ad occhio nudo.
- I batteri responsabili della formazione di biofilm sono direttamente connessi alla variazione di colore, odore, gusto e torbidità dell'acqua che viene distribuita nel sistema.
- Le colonie di batteri sono direttamente connesse ad aumenti di rischi per la salute umana data la possibilità che l'acqua distribuita possa essere ingerita o usata per eventuali sistemi di climatizzazione con conseguente pericolo che vengano assorbiti dall'uomo per via aerea.
- Aumento della corrosione della condotta in cui si innesca questo meccanismo.

Le ricerche svolte dalla letteratura ci portano ad una leggera variazione della creazione di biofilm in relazione al materiale con cui sono costruite le condotte.

Per quanto concerne le tubazioni in cemento, si è rilevato che la presenza di batteri con conseguente formazione di biofilm sia riscontrabile nelle vicinanze di fessure nelle pareti della condotta. Le tubazioni più inclini a subire questo fenomeno però sono le condotte in polietilene, seguite da quelle in PVC.

In ogni caso, comunque, è stato riscontrato lo stesso ordine di grandezza. Maggiore, invece, è la dipendenza dal tipo di lavaggio usato per la disinfezione delle condotte.

Sperimentalmente è stato notato che la concentrazione di biofilm cresce al diminuire delle concentrazioni di disinfettante, cloro. I punti più colpiti sono, di conseguenza, i tratti che precedono un nodo in cui avviene l'immissione di cloro. Tale esperimento evidenzia come vi sia differenza nei risultati al variare della temperatura dell'acqua, con minori temperature associate a minore produzione di biofilm, mentre è poco rilevante il materiale con cui la condotta è costruita.

Il gestore ha, quindi, l'obbligo di prevedere una cadenza dei lavaggi delle condotte al fine di garantire la salubrità della rete di distribuzione idrica e della risorsa stessa. Data la natura sito-specifica e variabile del fenomeno, cioè la sua dipendenza dal materiale delle condotte, dalle qualità organolettiche dell'acqua, dalla velocità con cui scorre, ma anche dalla temperatura ed altri fattori, non è possibile sviluppare una matrice di rischio corretta.

### **4.3 Rischi derivanti dalla presenza di cantieri**

È di fondamentale importanza che l'infrastruttura che viene usata per la consegna dell'acqua all'utente finale sia integra. Il sistema di distribuzione, se integro e ben funzionante, minimizza i rischi di contaminazione ai quali l'acqua può essere esposta durante la sua presenza del cantiere stesso.

La rete, in presenza di cantieri o riparazioni in generale, è risultata essere molto vulnerabile e pericolosa ad un livello più alto rispetto agli altri argomenti sviluppati in questa tesi soprattutto nelle zone che ospitano strutture scolastiche e mediche.

Le opere di aggiustamento della rete e la presenza di cantieri può portare ad intrusioni di contaminanti nel sistema di distribuzione. Le attività che meritano un occhio di riguardo in più sono:

- Riparazioni necessarie dopo rotture di condotte

- Test sugli idranti
- Attacchi e stacchi delle pompe
- Il flussaggio della rete
- Attività di normale manutenzione della rete di distribuzione

Un'ulteriore analisi va fatta sugli effetti che tali interventi possono avere sulle opere a cui la rete di distribuzione è direttamente collegata, come le falde acquifere limitrofe ai cantieri.

Questa problematica è stata sviluppata prevalentemente in ambiente ospedaliero, ambiente in cui la qualità delle acque distribuite è una tematica molto importante.

Nel documento "Il rischio idrico derivante dai cantieri" (D. D'Alessandro, 2008) si è rilevato che la presenza di uno o più cantieri nelle aree limitrofe alla distribuzione può comportare degli impatti non positivi sul sistema di distribuzione e, di conseguenza, sulle persone che ne sono esposte. I controlli su questi impatti, e sulle possibili conseguenze che ne derivano, devono, quindi, essere costanti e il più stringenti possibili.

Il principale problema che può derivare dalla presenza di cantieri è sicuramente di natura infettiva ed è dovuta a due aspetti fondamentali:

- Inalazione dei microrganismi, presenti in ambiente, che vengono veicolati tramite le polveri sollevate e incanalate nel sistema di distribuzione
- Ingerimento di acqua di scarsa qualità

I principali artefici di questo deterioramento della qualità del servizio sono funghi e batteri. La presenza di funghi e batteri nel sistema di distribuzione è associabile direttamente al verificarsi di infezioni attribuibili ad *Aspergillus* e *Legionella*, entrambi molto pericolosi per la natura umana con il rischio di epidemie che possono portare anche alla morte della persona infettata.

Prendendo ad esempio il caso della *Legionella*, prove scientifiche hanno evidenziato come alte temperature dell'acqua possono favorirne, in caso di presenza di sedimenti nel sistema di distribuzione o all'interno dei serbatoi, lo sviluppo e la conseguente infezione umana. La *Legionella* è di difficile diagnosi, prevede tecniche molto costose e, quindi, c'è bisogno di un programma ramificato di prevenzione e controllo della situazione in essere in presenza di cantieri.

In aggiunta a queste specie di batteri nominati finora, particolare attenzione va messa nel controllo di quei patogeni che risultano molto dannosi per persone con immunodeficienza. Parlando, infatti, di persone affette da AIDS, cancro, persone che hanno subito un trapianto di organi, fino ad arrivare agli infanti con sistema immunitario non pienamente sviluppato, alcuni patogeni risultano pericolosissimi per la vita umana.

Tali contaminazioni possono avvenire in 3 fasi:

- Prima dell'avvio del cantiere
- Durante le opere di riparazioni/costruzione
- Dopo la fine dei lavori

Volendoci soffermare sulle ultime due fasi, le contaminazioni più gravi sono associate a:

- Metabolismo degli animali che possono entrare a contatto in qualsiasi modo con il sistema di distribuzione
- Deflussi delle acque di scarto agricole che possono entrare nella trincea dove si svolgono i lavori
- Ingresso di liquami pericolosi

- Fornitura di acque contaminate, una volta finiti i lavori di riparazione/costruzione

Tali pericoli vanno investigati in vari punti della rete di distribuzione. Questi sono

- I nodi di connessione tra tubature
- Nelle condotte sotto forma di materiali intrusi e rimasti all'interno della tubatura dopo la fine dei lavori
- I serbatoi a cui è stata riservata una manutenzione non opportuna
- Perdite nei tubi

È, tuttavia, ovvio che la valutazione del rischio di contaminazione della rete idrica vada fatta anche in relazione al tipo di cantiere che viene posto in essere. Molto importante è la sua estensione nello spazio e nel tempo, come anche sarà da tenere in considerazione l'attività specifica di quel cantiere ed i possibili impatti su terre ed ambienti vicini, il tutto relazionato alle possibili vulnerabilità del territorio rifornito dalla rete.

Una prima classificazione dei cantieri può essere fatta come segue:

- Cantieri con attività di ispezione, o non invasivi, in cui non sono previste interruzioni del servizio di distribuzione
- Cantieri di breve durata e con interventi su piccola scala
- Lavori che generano innalzamento di polveri in quantità rilevanti e che provocano interruzioni del servizio di distribuzione
- Grandi opere

È importante introdurre il concetto di uso pubblico non disalimentabile: forniture intestate a Enti Pubblici o privati, destinate al servizio di ospedali e strutture ospedaliere, case di cura e di assistenza, presidi operativi di emergenza relativi a strutture militari e di vigilanza (caserme e protezione civile), carceri, istituti scolastici di ogni ordine e grado e utenze pubbliche che comunque svolgano un servizio necessario a garantire l'incolumità sanitaria e la sicurezza fisica (polizia, carabinieri, vigili del fuoco).

#### **4.4 Intermittenza nel servizio di distribuzione e della pressione interna alle condotte**

Un grave e crescente problema dovuto all'intermittenza del servizio di distribuzione è associato all'alto livello di contaminanti che si trovano nella rete dove le interruzioni, periodi in cui non viene distribuita la risorsa idrica, sono prolungate a causa della pressione scarsa o, talvolta, nulla.

Questi problemi di continuità di servizio si traducono in rischi per la salute ancora più gravi nel caso in cui l'acqua è contaminata da patogeni provenienti da corpi idrici sporchi e dalle rotture nel sistema di distribuzione rendendo l'argomento di fondamentale importanza sia nei paesi in via di sviluppo, dove la pressione nelle condotte è spesso poca, sia in quelli in cui le reti di distribuzione sono ampiamente sviluppate.

Lindley and Buchberger (Assessing Intrusion Susceptibility in Distribution Systems, 2002) svilupparono una tecnica di identificazione dei punti più suscettibili all'intrusione di contaminanti nei sistemi di distribuzione. In questo documento vengono identificate 3 condizioni di suscettibilità:

- Gradienti di pressione negativi
- Percorsi di intrusione
- Fonti di contaminazione

Un servizio di distribuzione intermittente è una rete idraulica che veicola l'acqua all'utente finale in modo discontinuo con ore e, a volte, giorni di interruzione del servizio. Le cause che possono portare a questa situazione problematica sono:

- Accesso inadeguato alla risorsa idrica
- Inadeguatezza della rete di distribuzione
- Governance non ottimale
- Rotture continue delle condotte adoperate per la distribuzione
- Sistemi di distribuzione ramificati, quindi non magliati

Questa problematica si riscontra prevalentemente in sistemi di distribuzione in funzione in paesi in via di sviluppo ma anche, come visto nel capitolo 2 di questa tesi, in alcune zone del nostro paese. Nel decennio scorso, infatti, si sono portate avanti delle ricerche in vari paesi di tale categoria, portando alla luce che in quasi il 50% dei paesi analizzati vi fossero problemi di intermittenza nel servizio di distribuzione. Come vedremo, questa situazione può portare gravi conseguenze all'utente finale, fino ad arrivare, in alcuni casi, anche ad infezioni che portano defezioni a livello di sviluppo dell'essere umano fino a giungere alla possibilità di decessi.

Gli utenti serviti da una rete di distribuzione del genere sono esposti a rischi per la salute dovuti a contaminazione microbica crescente nella rete stessa, contaminazione che viene poi trasportata dall'acqua tramite le condotte e che modifica le caratteristiche dell'acqua portando poi alle problematiche esposte.

Le contaminazioni microbiche trovano ambiente fertile per la loro crescita con:

- Ore/giorni di ristagno dell'acqua nelle tubature
- Periodi in cui la pressione raggiunge i punti più bassi nell'arco del servizio
- Crescita di biofilm
- Accumulo di acqua di bassa qualità nei serbatoi domestici, usati proprio per sopperire all'intermittenza del servizio ma che portano a possibili problematiche

Prendendo come esempio l'Escherichia Coli, si è reso evidente come una rilevante parte delle reti che propongono un servizio di distribuzione intermittente vengano contaminate da questo pericolosissimo microrganismo. In casi in cui il servizio è continuo, invece, il rischio di una contaminazione da Escherichia Coli è nettamente inferiore, passando da un 40% di possibilità di contaminazione in presenza di intermittenza del servizio ad un valore inferiore all'1% nelle reti servite in modo continuo.

In un sistema con servizio intermittente della fornitura e con periodi di bassa pressione si possono verificare contaminazioni da più fonti:

- Liquami
- Falde
- Corsi superficiali inquinati
- Acque sporche presenti in ambienti limitrofi alla condotta

Queste possibili fonti di contaminazione possono inserirsi nelle tubazioni tramite delle rotture o piccoli fori, contribuendo alla variazione di qualità dell'acqua. Durante le fasi del servizio in cui la pressione si abbassa pericolosamente diventando a volte negativa, il sistema richiama acqua e contaminanti al suo interno, mescolando in modo pericoloso le due fonti.

I fenomeni di variazione di pressione nelle tubature che trasportano la risorsa idrica fino ai nodi di distribuzione sono causati da bruschi cambi di velocità nella velocità con cui la risorsa stessa viene distribuita nelle condotte e anche dalle caratteristiche del materiale di costruzione delle condotte.

Il fenomeno dipende anche dalla struttura della rete ed in particolare da:

- Tratti della rete ramificati, non magliati
- Mancanza di serbatoi per l'accumulo di risorsa idrica
- Topografia della zona
- Caratteristiche delle valvole
- Possibili guasti agli impianti di pompaggio
- Ingressi di aria

Un esempio di pressione transitoria da positiva a negativa in una condotta può essere quello di una brusca chiusura di una valvola. Sappiamo che l'energia nelle condotte è la somma di energia cinetica ed energia potenziale. L'acqua si muove dal punto con maggiore energia al punto con minore energia ed ogni mutazione della velocità con cui l'acqua scorre nelle condotte si tradurrà in uno scambio di energia tra la portata e la pressione. Nel caso della chiusura brusca della valvola l'acqua decelera e l'energia cinetica con la quale viaggiava si trasforma in energia di pressione, con la conseguente produzione di un'onda che viaggerà dal punto in cui si trova la valvola all'altro punto o nodo. Quest'onda, in caso di mancanza di un serbatoio di compenso che ne assorbirebbe gli effetti, si muoverà avanti ed indietro fino al dissiparsi della sua energia, dissipazione che avviene per frizione, mentre nel frattempo avrà creato situazioni di pressione positiva e negativa che si saranno alternate nel corso del fenomeno.

Quando siamo in presenza di fenomeni in cui la pressione scende a valori negativi nei pressi di un nodo di prelievo come un'abitazione, può succedere che acque come quelle domestiche, o peggio industriali, vengano risucchiate dal sistema di distribuzione e vadano a contaminare pesantemente la qualità dell'acqua destinata all'uso umano.

Per quanto concerne, invece, la presenza di inquinanti nei pressi del sistema di distribuzione idrica, la possibilità che la contaminazione possa avvenire a causa di questi è abbastanza rilevante.

Questi possono essere:

- Pesticidi
- Solventi
- Detergenti
- Fertilizzanti
- Prodotti e sottoprodotti del petrolio
- Prodotti dell'industria farmaceutica
- Repellenti per insetti o insetticidi
- Prodotti ignifughi

La presenza oltre un certo limite di questi contaminanti può inficiare notevolmente la qualità e la salubrità della risorsa idrica in modo pericoloso.

Sappiamo come il cloro usato per disinfettare l'acqua nelle reti di distribuzione sia di fondamentale importanza per un approvvigionamento di qualità nei confronti dell'utente finale.

La conoscenza dei residui di concentrazione di cloro in vari punti del sistema di distribuzione è anch'essa di fondamentale importanza. Sappiamo, infatti, che disinfettanti come il cloro possono controllare la crescita di patogeni. Di contro, però, il cloro può reagire sia con sostanze organiche sia con sostanze inorganiche che si trovano nella rete di distribuzione ed in acqua. In più vi è la sua decadenza nel tempo, che ne fa diminuire la concentrazione nell'acqua durante il servizio di distribuzione. Il cloro ha anche la caratteristica di essere un potente ossidante, caratteristica che può

portare alla presenza di pericolosi sottoprodotti di disinfezione, alcuni dei quali sospettati di essere cancerogeni, altri sospettati di causare infertilità, altri sospettati di inficiare la crescita fisica degli utenti in età di sviluppo.

In sistemi di distribuzione idrica in cui l'acqua viene erogata in modo intermittente e non continuo, si è notato come i residui di cloro vengono considerevolmente abbassati dalla stessa intermittenza del servizio, soprattutto per quanto riguarda i nodi più lontani e, nei casi peggiori, in tratti non magliati della rete. Si rende evidentemente necessario un richiamo, un rinforzo che faccia crescere nuovamente la concentrazione di cloro in quel preciso punto della rete affinché si possano contrastare i possibili rischi di contaminazione dell'acqua mantenendo la concentrazione di disinfettante all'interno di un range di sicurezza anche in tratti di rete serviti in modo intermittente dal sistema. Il rischio opposto, infatti, sarebbe quello di alzare eccessivamente la concentrazione di cloro nell'acqua, con conseguente formazione di quei sottoprodotti di disinfezione a cui può dar luogo una situazione come questa.

Un caso approfondito è quello dell'India. In India la maggior parte delle persone sono raggiunte in modo intermittente dal servizio di distribuzione dell'acqua e, quando raggiunti, la qualità della risorsa è quantomeno discutibile, così come la pressione irregolare con cui viene erogato il servizio stesso di distribuzione.

L'intermittenza del servizio porta a problemi di salute per gli utenti che usufruiscono della rete. Le contaminazioni più gravi nascono proprio quando la rete non trasporta acqua, quando il servizio è in pausa e il sistema non è pressurizzato. Durante questa fase di non-servizio, il ristagno dell'acqua nella rete aggiunge una fonte di deterioramento della risorsa, completato dal decadimento del cloro che per sua natura tende a questo comportamento. Il risultato è una risorsa di scarsa qualità e difficile fruibilità che può portare a conseguenze pesantissime per la salute degli utenti.

Come spiegato in precedenza, la concentrazione di cloro nell'acqua distribuita deve mantenersi entro determinati limiti, sia superiori che inferiori. Nelle reti il cui servizio non è continuo, infatti, il nodo più sfavorito risulta essere quello più lontano dal punto di immissione della risorsa. Inserire, in questi punti della rete, quantità di cloro eccessive con l'intento di arrivare al nodo più sfavorito con una concentrazione superiore al limite minimo è molto pericoloso: l'eccessivo cloro immesso all'inizio può favorire la formazione di quei sottoprodotti dannosi per la salute umana. È di fondamentale importanza, quindi, prevedere delle immissioni di cloro lungo la rete, delle ricariche che se ben calcolate possono portare benefici.

## Capitolo 5 Analisi del rischio

L'analisi del rischio viene effettuata seguendo le direttive del Piano di Sicurezza delle Acque.

Tale analisi si concretizza accostando i rischi individuati e la probabilità che il rischio possa verificarsi. La matrice che ne deriva, la Matrice di Rischio promossa dall'Istituto Superiore di Sanità, avrà una struttura quella in Figura 33:

Grado di probabilità	Gravità delle conseguenze				
	Insignificante (senza impatto o con impatto insignificante)	Minore (impatto poco significativo)	Moderata (es. non conformità di tipo organolettico)	Grave (non conformità a valori di legge o di riferimento)	Molto grave (effetti gravi /catastrofici sulla salute)
Raro (es. 1 volta ogni 5 anni)	1	2	3	4	5
Improbabile (es. 1 volta all'anno)	2	4	6	8	10
Moderatamente probabile (es. 1 volta al mese)	3	6	9	12	15
Probabile (es. 1 volta a settimana)	4	8	12	16	20
Quasi certo (es. 1 volta al giorno)	5	10	15	20	25

Legenda del rischio	
Grado	<6
Classificazione	basso
Grado	6-9
Classificazione	medio
Grado	10-15
Classificazione	alto (significativo)
Grado	>15
Classificazione	molto alto

Figura 33: Matrice di rischio generica (Istituto Superiore di Sanità)

Il primo passo è l'individuazione dei rischi. In questo elaborato sono stati sviluppati più aspetti legati alla qualità della risorsa idrica. Tuttavia, come espresso in precedenza, alcuni di questi argomenti hanno natura sito-specifica e non sono rappresentabili tramite questa mezzo di valutazione.

Verranno, quindi, redatte matrici di rischio per:

- La presenza di cantieri
- L'intermittenza del servizio di distribuzione idrica
- La depressurizzazione all'interno delle condotte

mentre non sarà possibile farlo per:

- Il ritorno dell'acqua dagli utenti alla rete
- I lavaggi insufficienti della rete

Al fine di stilare la suddetta matrice verranno impiegati i preziosi dati forniti da ARERA in merito alle intermittenze di servizio programmate, le quali verranno accostate alla presenza di cantieri, e alle interruzioni non programmate, al fine di valutare l'intermittenza del servizio di distribuzione idrica.

Le gravità delle conseguenze verranno descritte come:

- Insignificante, cioè senza impatto o con impatto trascurabile
- Minore, con impatto poco significativo
- Moderata, la risorsa non possiede qualità organolettiche
- Grave

- Molto grave, impatti con forti effetti sulla salute dell'utenza

Il grado di probabilità verrà differenziato in:

- Raro
- Improbabile
- Moderatamente improbabile
- Probabile
- Quasi certo

Si andranno a valutare 5 tipi di scenario divisi per aree geografiche italiane di interesse in accordo con la classificazione dei dati ARERA:

- Nord-Ovest
- Nord-Est
- Centro
- Sud e isole

I dati, va ricordato, rappresentano l'80% della popolazione italiana quantificabili in 48 milioni di persone (ARERA, 2021).

## **5.1 Rischio associato alla presenza di cantieri**

Per la valutazione del rischio, e conseguente costruzione della Matrice di Rischio, derivante dalla presenza di cantieri è stato deciso di far riferimento ai dati che l'Autorità di Regolazione per Energia, Reti e Ambiente fornisce a riguardo delle interruzioni del servizio di distribuzione. In particolare, si farà riferimento al macro-indicatore M2 "Interruzioni di servizio", afferente alla continuità del servizio di acquedotto, e definito come somma delle durate delle interruzioni programmate e non programmate annue, moltiplicate per il numero di utenti finali interessati dall'interruzione, rapportata al numero totale di utenti finali serviti dal gestore.

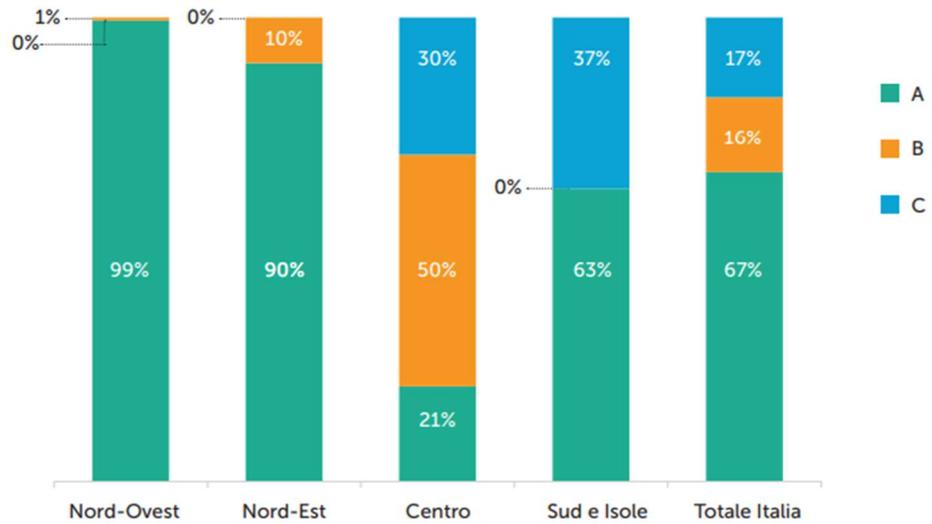
Verrà svolta un'analisi relativamente agli anni in cui i valori dell'indicatore M2 sono disponibili in modo da poter gettare uno sguardo anche all'evoluzione della Matrice di Rischio nell'ultimo periodo.

In Figura 34, 35 e 36 sono riportati i valori di macro-indicatore M2 della relazione che ARERA ha redatto rispettivamente nel 2019, 2020 e 2021. Nelle relazioni degli anni 2020 e 2021 troviamo solo le informazioni a livello nazionale mentre la relazione del 2019 ci fornisce anche i dati relativi alle aree del paese.

Riprendendo i concetti già espressi nel Capitolo 2 di questo elaborato, il macro-indicatore M2 "Interruzione del servizio" individua l'appartenenza del sistema di distribuzione ad una delle 3 Classi (A, B o C) in cui la A è la classe più alta e che si riferisce al miglior standard di servizio mentre la C è la più bassa. In base a queste verranno valutati i vari Gradi di gravità delle conseguenze seguendo la stessa classificazione che ARERA fornisce nelle sue relazioni ed in particolare la classe A verrà associata ad un grado insignificante di gravità delle conseguenze, la classe B ad un grado moderato, mentre la classe C avrà un grado di gravità delle conseguenze molto grave.

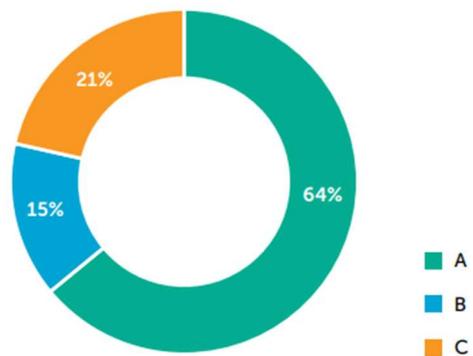
Per il calcolo del Grado di Probabilità, invece, faremo riferimento ai dati che l'Autorità ARERA ha registrato nell'ultimo triennio e che sono esposti in Figura 34 a livello nazionale e di aree geografiche, e di Figura 35 e 36 al solo livello nazionale.

Verrà calcolato il Rischio di Area. Questo viene stimato come la sommatoria dei rischi associati alle singole classi moltiplicati per la gravità delle conseguenze assegnate a ciascuna classe. Le matrici di rischio ed il rischio di area così ottenute sono mostrate nelle Figure 37, 38, 39, 40, 41, 42 e 43.



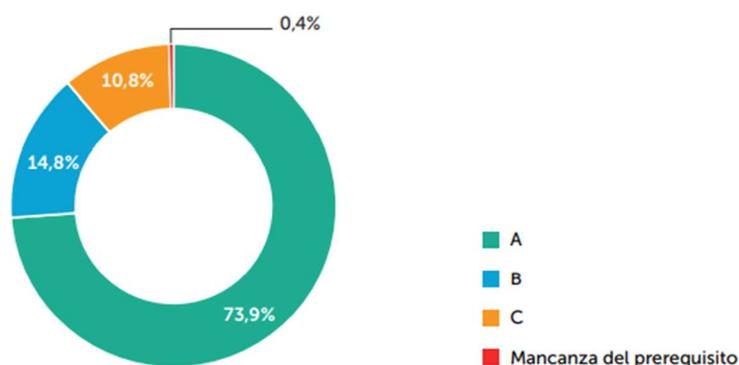
Fonte: ARERA. Elaborazione su dati aggiornamento tariffario (delibera 918/2017/R/idr).

Figura 34: Distribuzione della popolazione per classi di appartenenza delle gestioni e per aree geografiche per il macro-indicatore M2, Relazione annuale dei servizi, ARERA, 2019



Fonte: ARERA, elaborazione su dati relativi all'aggiornamento tariffario (delibera 918/2017/R/idr).

Figura 35: Distribuzione della popolazione per classi di appartenenza delle gestioni per il macro-indicatore M2, Relazione annuale dei servizi, ARERA, 2020



Fonte: ARERA, elaborazione su dati relativi alla Raccolta "Qualità tecnica – monitoraggio (RQTI 2020)" (delibera 46/2020/R/ldr).

Figura 36: Distribuzione della popolazione per classi di appartenenza delle gestioni per il macro-indicatore M2, Relazione annuale dei servizi, ARERA, 2021

Scenario Area Nord-Ovest 2019		Grado di gravità delle conseguenze		
		A	B	C
Classi	Grado di probabilità	Insignificante	Moderata	Molto grave
C	Raro	1	3	5
B	Moderatamente probabile	3	9	15
A	Quasi certo	5	15	25

<b>Rischio di area</b>	<b>5,04</b>
------------------------	-------------

Figura 37: Matrice di rischio per lo scenario relativo all'area Nord-Ovest italiana nell'anno 2019

Scenario Area Nord-Est 2019		Grado di gravità delle conseguenze		
		A	B	C
Classi	Grado di probabilità	Insignificante	Moderata	Molto grave
C	Raro	1	3	5
B	Moderatamente probabile	3	9	15
A	Quasi certo	5	15	25

<b>Rischio di area</b>	<b>5,4</b>
------------------------	------------

Figura 38: Matrice di rischio per lo scenario relativo all'area Nord-Est italiana nell'anno 2019

Scenario Area Centro 2019		Grado di gravità delle conseguenze		
		A	B	C
Classi	Grado di probabilità	Insignificante	Moderata	Molto grave
A	Raro	1	3	5
C	Moderatamente probabile	3	9	15
B	Quasi certo	5	15	25

<b>Rischio di area</b>	<b>12,2</b>
------------------------	-------------

Figura 39: Matrice di rischio per lo scenario relativo all'area di Centro italiana nell'anno 2019

Scenario Area Sud e Isole 2019		Grado di gravità delle conseguenze		
		A	B	C
Classi	Grado di probabilità	Insignificante	Moderata	Molto grave
B	Raro	1	3	5
C	Moderatamente probabile	3	9	15
A	Quasi certo	5	15	25

<b>Rischio di area</b>	<b>8,7</b>
------------------------	------------

Figura 40: Matrice di rischio per lo scenario relativo all'area Sud e Isole italiane nell'anno 2019

ARERA, come detto in precedenza, fornisce i dati a livello di aree geografiche solo per l'anno 2019. È, quindi, opportuno esporre delle considerazioni sui risultati ottenuti attraverso questa serie di dati. Le aree Nord-Ovest e Nord-Est del paese sono meno soggette al rischio derivante dalle interruzioni; tali interruzioni possono essere associate alla presenza di cantieri riconducibili ad interventi programmati oppure non programmati. Le aree di Centro e del Sud e Isole fanno, invece, rilevare rischi più alti e ciò è dovuto ad una cospicua presenza di servizi di distribuzione idrica appartenenti alle classi B e C nelle due zone analizzate. Il rischio maggiore è quello relativo all'area di Centro con il coefficiente di Rischio di area quantificato in 12,2 (Figura 39).

Passando ora agli scenari a livello nazionale, verranno redatte le Matrici di rischio con i dati riguardanti le relazioni di ARERA degli anni 2019, 2020 e 2021 (Figure 41, 42 e 43).

Scenario Italiano 2019		Grado di gravità delle conseguenze		
		A	B	C
Classi	Grado di probabilità	Insignificante	Moderata	Molto grave
B	Raro	1	3	5
C	Moderatamente probabile	3	9	15
A	Quasi certo	5	15	25

<b>Rischio di area</b>	<b>6,38</b>
------------------------	-------------

Figura 41: Matrice di Rischio per lo scenario italiano nell'anno 2019

Scenario Italiano 2020		Grado di gravità delle conseguenze		
		A	B	C
Classi	Grado di probabilità	Insignificante	Moderata	Molto grave
B	Raro	1	3	5
C	Moderatamente probabile	3	9	15
A	Quasi certo	5	15	25

<b>Rischio di area</b>	<b>6,8</b>
------------------------	------------

Figura 42: Matrice di Rischio per lo scenario italiano nell'anno 2020

Scenario Italiano nel 2021		Grado di gravità delle conseguenze		
		A	B	C
Classi	Grado di probabilità	Insignificante	Moderata	Molto grave
C	Raro	1	3	5
B	Moderatamente probabile	3	9	15
A	Quasi certo	5	15	25

Rischio di area	5,51
-----------------	------

Figura 43: Matrice di Rischio per lo scenario italiano nell'anno 2021

Dall'analisi a livello nazionale possiamo apprezzare un trend in miglioramento nel triennio di riferimento e come nessuno dei coefficienti che identificano il Rischio di area faccia segnalare livelli allarmanti.

## 5.2 Rischio associato all'intermittenza di pressione e servizio di distribuzione

Per la valutazione del rischio, e conseguente costruzione della Matrice di Rischio, derivante dalla depressurizzazione delle condotte è, invece, stato deciso di far riferimento ai dati che ARERA fornisce a riguardo delle perdite idriche nelle tubazioni. In particolare, si farà riferimento al macro-indicatore M1 "Perdite Idriche", che tiene congiuntamente conto sia delle perdite idriche lineari (come rapporto tra perdite idriche totali e lunghezza complessiva della rete di acquedotto), sia delle perdite percentuali (come rapporto tra perdite idriche totali e volume complessivo in ingresso nel sistema di acquedotto). Il fine è quello di evidenziare più compiutamente lo stato dell'infrastruttura e lo spreco d'acqua associato, evitando di premiare/penalizzare determinate configurazioni di rete che risultano più adatte in alcuni contesti territoriali. In funzione dei valori assunti sono definite cinque possibili classi di appartenenza della gestione: dalle più virtuose (classe A) a quelle caratterizzate da perdite molto elevate (classe E) (ARERA, 2018).

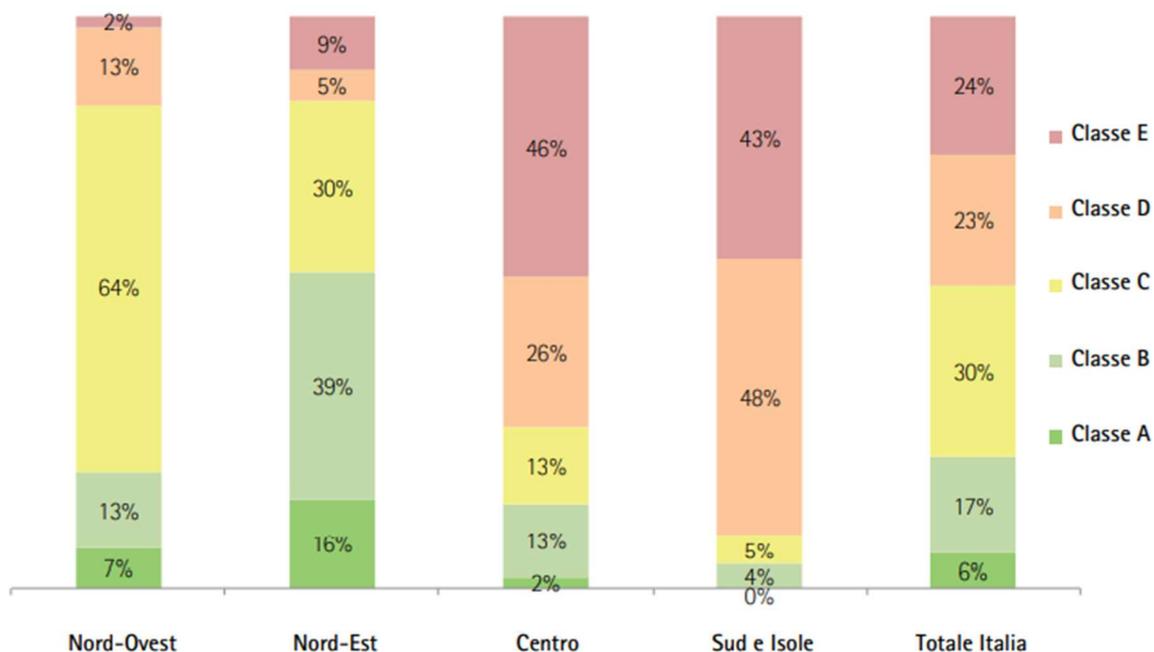
Verrà svolta un'analisi relativamente agli anni in cui i valori dell'indicatore M1 sono disponibili in modo da poter gettare uno sguardo anche all'evoluzione della Matrice di Rischio nell'ultimo periodo.

In Figura 44, 45, 46 e 47 sono riportati i valori di macro-indicatore M1 della relazione che ARERA ha redatto rispettivamente nel 2018, 2019, 2020 e 2021. Nelle relazioni degli anni 2020 e 2021 troviamo solo le informazioni a livello nazionale mentre le relazioni del 2018 e del 2019 ci forniscono anche i dati relativi alle aree del paese.

Riprendendo nuovamente i concetti espressi nel Capitolo 2 di questo elaborato, il macro-indicatore M1 "Perdite idriche" individua l'appartenenza del sistema di distribuzione ad una delle 5 Classi (A, B, C, D ed E) in cui la A è la classe più alta e che si riferisce al miglior standard di servizio mentre la E è la più bassa. In base a queste verranno valutati i vari Gradi di gravità delle conseguenze seguendo la stessa classificazione che ARERA fornisce nelle sue relazioni ed in particolare la classe A verrà associata ad un grado insignificante di gravità delle conseguenze, la classe B identificherà gradi di danno minori, la classe C un grado moderato, la classe D sarà accostata ad un rischio grave, mentre la classe E avrà un grado di gravità delle conseguenze molto grave.

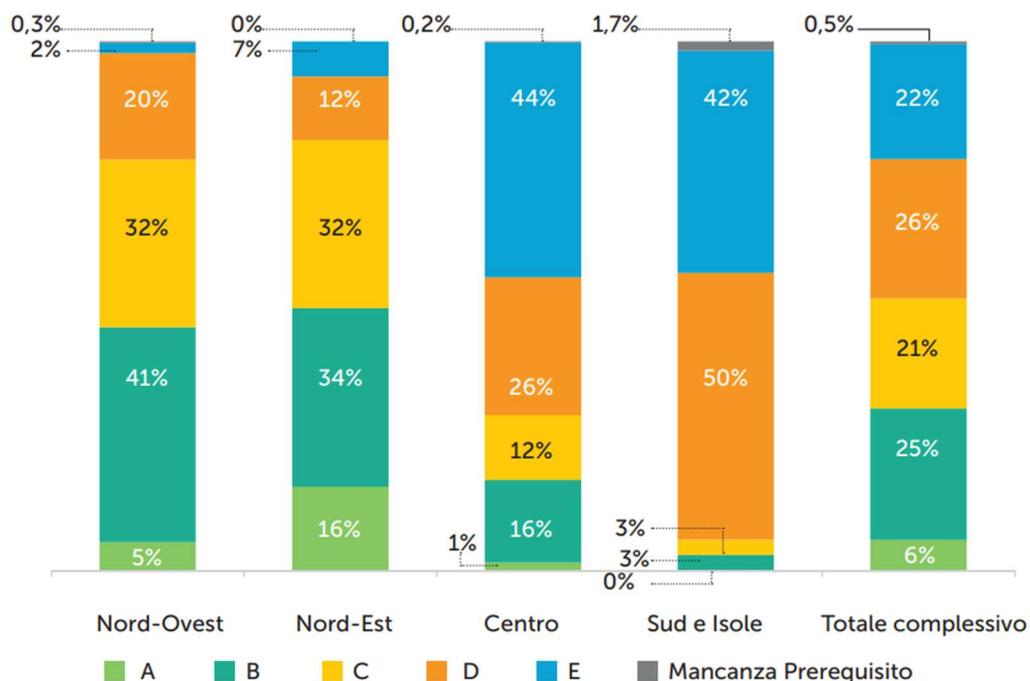
Per il calcolo del Grado di Probabilità, invece, faremo riferimento ai dati che l'Autorità ARERA ha registrato negli ultimi 4 anni e che sono esposti in Figura 44 e 45 a livello nazionale e di aree geografiche, e di Figura 46 e 47 al solo livello nazionale.

Verrà calcolato il Rischio di Area dapprima a livello geografico per gli anni 2018 e 2019. Questo viene stimato come la sommatoria dei rischi associati alle singole classi moltiplicati per la gravità delle conseguenze assegnate a ciascuna classe. Le matrici di rischio ed il rischio di area così ottenute sono mostrate nelle Figure 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54 e 55.



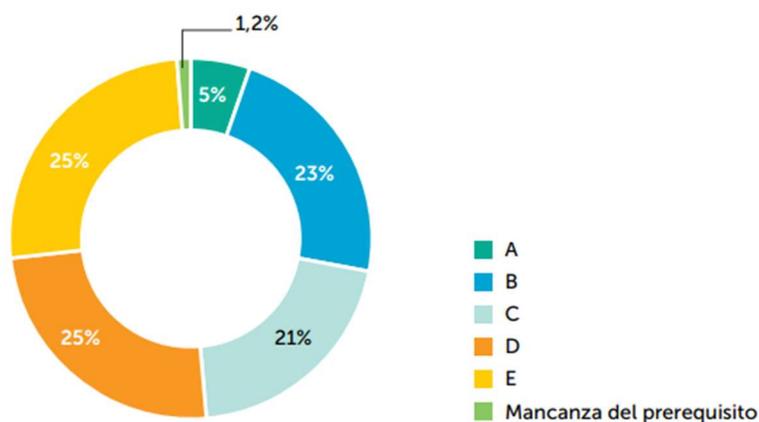
Fonte: ARERA. Elaborazioni su dati dei gestori.

Figura 44: Distribuzione della popolazione per classi di appartenenza delle gestioni e per aree geografiche per il macro-indicatore MI (Relazione annuale dei servizi, ARERA, 2018)



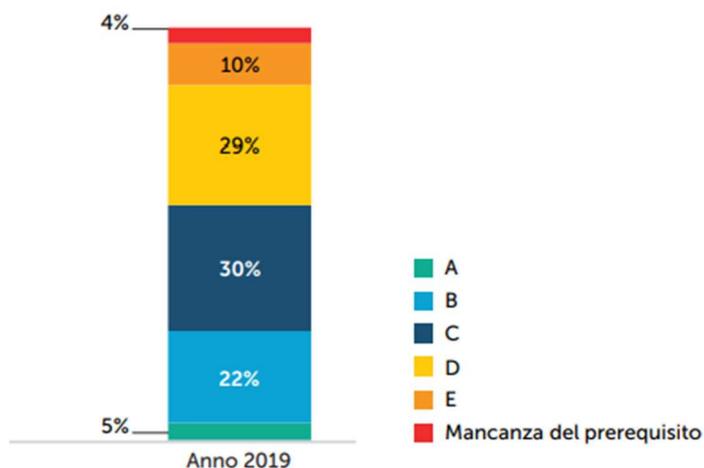
Fonte: ARERA. Elaborazione su dati aggiornamento tariffario (delibera 918/2017/R/idr).

Figura 45: Distribuzione della popolazione per classi di appartenenza delle gestioni e per aree geografiche per il macro-indicatore MI (Relazione annuale dei servizi, ARERA, 2019)



Fonte: ARERA, elaborazione su dati relativi all'aggiornamento tariffario (delibera 918/2017/R/idr).

Figura 46: Distribuzione della popolazione per classi di appartenenza delle gestioni per il macro-indicatore MI (Relazione annuale dei servizi, ARERA, 2020)



Fonte: ARERA, elaborazione su dati relativi alla Raccolta "Qualità tecnica – monitoraggio (RQTI 2020)" (delibera 46/2020/R/idr).

Figura 47: Distribuzione della popolazione per classi di appartenenza delle gestioni per il macro-indicatore MI (Relazione annuale dei servizi, ARERA, 2021)

Scenario Area Nord-Ovest 2018		Grado di gravità delle conseguenze				
		A	B	C	D	E
Classi	Grado di probabilità	Insignificante	Minore	Moderata	Grave	Molto grave
E	Raro	1	2	3	4	5
A	Improbabile	2	4	6	8	10
B	Moderatamente probabile	3	6	9	12	15
D	Probabile	4	8	12	16	20
C	Quasi certo	5	10	15	20	25

<b>Rischio di area</b>	<b>12,7</b>
------------------------	-------------

Figura 48: Matrice di Rischio relativo all'area Nord-Ovest italiana nell'anno 2018

Scenario Area Nord-Est 2018		Grado di gravità delle conseguenze				
		A	B	C	D	E
Classi	Grado di probabilità	Insignificante	Minore	Moderata	Grave	Molto grave
D	Raro	1	2	3	4	5
E	Improbabile	2	4	6	8	10
A	Moderatamente probabile	3	6	9	12	15
C	Probabile	4	8	12	16	20
B	Quasi certo	5	10	15	20	25

Rischio di area **9,08**

Figura 49: Matrice di Rischio relativo all'area Nord-Est italiana nell'anno 2018

Scenario Area Centro 2018		Grado di gravità delle conseguenze				
		A	B	C	D	E
Classi	Grado di probabilità	Insignificante	Minore	Moderata	Grave	Molto grave
A	Raro	1	2	3	4	5
B	Improbabile	2	4	6	8	10
C	Moderatamente probabile	3	6	9	12	15
D	Probabile	4	8	12	16	20
E	Quasi certo	5	10	15	20	25

Rischio di area **17,37**

Figura 50: Matrice di Rischio relativo all'area di Centro italiana nell'anno 2018

Scenario Area Sud e Isole 2018		Grado di gravità delle conseguenze				
		A	B	C	D	E
Classi	Grado di probabilità	Insignificante	Minore	Moderata	Grave	Molto grave
A	Raro	1	2	3	4	5
B	Improbabile	2	4	6	8	10
C	Moderatamente probabile	3	6	9	12	15
E	Probabile	4	8	12	16	20
D	Quasi certo	5	10	15	20	25

Rischio di area **18,81**

Figura 51: Matrice di Rischio relativo all'area Sud e Isole italiana nell'anno 2018

Scenario Area Nord-Ovest 2019      Grado di gravità delle conseguenze

		A	B	C	D	E
Classi	Grado di probabilità	Insignificante	Minore	Moderata	Grave	Molto grave
E	Raro	1	2	3	4	5
A	Improbabile	2	4	6	8	10
D	Moderatamente probabile	3	6	9	12	15
C	Probabile	4	8	12	16	20
B	Quasi certo	5	10	15	20	25

Rischio di area 10,54

Figura 52: Matrice di Rischio relativo all'area Nord-Ovest italiana nell'anno 2019

Scenario Area Nord-Est 2019		Grado di gravità delle conseguenze				
		A	B	C	D	E
Classi	Grado di probabilità	Insignificante	Minore	Moderata	Grave	Molto grave
E	Raro	1	2	3	4	5
D	Improbabile	2	4	6	8	10
A	Moderatamente probabile	3	6	9	12	15
C	Probabile	4	8	12	16	20
B	Quasi certo	5	10	15	20	25

Rischio di area 9,03

Figura 53: Matrice di Rischio relativo all'area Nord-Est italiana nell'anno 2019

Scenario Area Centro 2019		Grado di gravità delle conseguenze				
		A	B	C	D	E
Classi	Grado di probabilità	Insignificante	Minore	Moderata	Grave	Molto grave
A	Raro	1	2	3	4	5
C	Improbabile	2	4	6	8	10
B	Moderatamente probabile	3	6	9	12	15
D	Probabile	4	8	12	16	20
E	Quasi certo	5	10	15	20	25

Rischio di area 16,85

Figura 54: Matrice di Rischio relativo all'area di Centro italiana nell'anno 2019

Scenario Area Sud e Isole 2019		Grado di gravità delle conseguenze				
		A	B	C	D	E
Classi	Grado di probabilità	Insignificante	Minore	Moderata	Grave	Molto grave
A	Raro	1	2	3	4	5
B	Improbabile	2	4	6	8	10
C	Moderatamente probabile	3	6	9	12	15
E	Probabile	4	8	12	16	20
D	Quasi certo	5	10	15	20	25

**Rischio di area** 18,79

Figura 55: Matrice di Rischio relativo all'area Sud e Isole italiana nell'anno 2019

ARERA, come detto in precedenza, fornisce i dati a livello di aree geografiche solo per gli anni 2018 e 2019. È, quindi, opportuno esporre delle considerazioni sui risultati ottenuti attraverso questa serie di dati e fare un confronto nel biennio. Le aree Nord-Ovest e Nord-Est del paese sono meno soggette al rischio derivante dalle perdite idriche e si nota una certa stabilità per quanto riguarda il rischio di area nel biennio (Figura 48, 49, 52 e 53); tali perdite possono essere associate alla depressurizzazione delle condotte che trasportano la risorsa idrica. Le aree di Centro e del Sud e Isole fanno, invece, rilevare rischi più alti e ciò è dovuto ad una cospicua presenza di servizi di distribuzione idrica appartenenti alle classi più sfavorite nelle due zone. Si nota anche qui una certa stabilità nel biennio analizzato ma, a differenza delle considerazioni appena fatte sulle zone Nord-Ovest e Nord-Est, qui i Rischi di area risultano molto elevati (Figura 50, 51, 54 e 55).

Passando ora agli scenari a livello nazionale, verranno redatte le Matrici di rischio con i dati riguardanti le relazioni di ARERA degli anni 2018, 2019, 2020 e 2021 (Figure 56, 57, 58 e 59).

Scenario Italiano 2018		Grado di gravità delle conseguenze				
		A	B	C	D	E
Classi	Grado di probabilità	Insignificante	Minore	Moderata	Grave	Molto grave
A	Raro	1	2	3	4	5
B	Improbabile	2	4	6	8	10
D	Moderatamente probabile	3	6	9	12	15
E	Probabile	4	8	12	16	20
C	Quasi certo	5	10	15	20	25

**Rischio di area** 12,8

Figura 56: Matrice di Rischio per lo scenario italiano nell'anno 2018

Scenario Italiano 2019		Grado di gravità delle conseguenze				
		A	B	C	D	E
Classi	Grado di probabilità	Insignificante	Minore	Moderata	Grave	Molto grave
A	Raro	1	2	3	4	5
C	Improbabile	2	4	6	8	10
E	Moderatamente probabile	3	6	9	12	15
B	Probabile	4	8	12	16	20

D	Quasi certo	5	10	15	20	25
---	-------------	---	----	----	----	----

Rischio di area	11,82
-----------------	-------

Figura 57: Matrice di Rischio per lo scenario italiano nell'anno 2019

Scenario Italiano 2020		Grado di gravità delle conseguenze				
		A	B	C	D	E
Classi	Grado di probabilità	Insignificante	Minore	Moderata	Grave	Molto grave
A	Raro	1	2	3	4	5
C	Improbabile	2	4	6	8	10
B	Moderatamente probabile	3	6	9	12	15
D	Probabile	4	8	12	16	20
E	Quasi certo	5	10	15	20	25

Rischio di area	12,94
-----------------	-------

Figura 58: Matrice di Rischio per lo scenario italiano nell'anno 2020

Scenario Italiano 2021		Grado di gravità delle conseguenze				
		A	B	C	D	E
Classi	Grado di probabilità	Insignificante	Minore	Moderata	Grave	Molto grave
A	Raro	1	2	3	4	5
E	Improbabile	2	4	6	8	10
B	Moderatamente probabile	3	6	9	12	15
D	Probabile	4	8	12	16	20
C	Quasi certo	5	10	15	20	25

Rischio di area	11,51
-----------------	-------

Figura 59: Matrice di Rischio per lo scenario italiano nell'anno 2021

Dall'analisi a livello nazionale possiamo apprezzare un trend in miglioramento nel periodo di riferimento e come nessuno dei coefficienti che identificano il Rischio di area faccia segnalare, anche qui, livelli allarmanti ma comunque da migliorare ulteriormente.

## Conclusioni

Nel presente lavoro sono stati analizzati diversi aspetti relativi alla qualità della risorsa idrica. Questo lavoro ha voluto inizialmente far luce sulle condizioni generali a livello mondiale e nazionale dei sistemi di distribuzione idrica. Il primo capitolo, infatti, fotografa un quadro generale della situazione a livello globale descrivendo l'avanzamento di varie nazioni sul fronte della gestione della risorsa idrica. Passando dai dati relativi agli Stati Uniti d'America e le disparità che evidenziano ed arrivando ai paesi in via di sviluppo e quelli a medio-basso reddito, si è evidenziata una disomogeneità a livello di accesso e a livello di qualità dell'acqua. Sono state prese come riferimento principale le relazioni della World Health Organization e le linee guida stilate nel 1984 ed aggiornate negli anni fino al 2017.

Il secondo capitolo riguarda lo stato dei sistemi di distribuzione idrica in essere in Italia. Facendo riferimento all'Autorità di Regolazione per Energia, Reti e Ambiente (ARERA) ed alle sue relazioni annuali sullo stato dei servizi, si è potuto inquadrare lo scenario italiano in merito alle reti di distribuzione. Sono stati analizzati i macro-indicatori con cui la stessa autorità classifica i sistemi di distribuzione dell'acqua per indicarne l'efficienza.

Il capitolo terzo riguarda le normative vigenti. In questo lavoro vengono descritti i vari decreti legislativi che, dal 2001 e con le successive modifiche, hanno portato alla situazione legislativa in essere. Sono state presentate anche le linee guida per i Piani di Sicurezza delle Acque e le linee guida dell'Istituto Superiore di Sanità.

Il quarto capitolo va ad analizzare l'analisi di alcuni impatti che la rete di distribuzione, intesa come infrastruttura e dinamiche gestionali, possono avere nei riguardi della qualità dell'acqua rispetto alla conservazione delle caratteristiche di potabilità che essa ha nel punto di immissione. Sono stati investigati i fenomeni riguardanti il non tempestivo lavaggio delle condotte, argomento non sviluppabile in una matrice di rischio, l'intermittenza del servizio di distribuzione idrica e della pressione e i danni relativi alla presenza di cantieri.

Il capitolo finale è dedicato alla stesura delle Matrici di Rischio, concetto fondamentale per l'applicazione dei Water Safety Plan. Partendo dai dati a livello nazionale, si sono quantificati i possibili rischi dovuti a presenza di cantieri e intermittenza della pressione cercando di fotografare il più ampio periodo possibile e facendone un confronto. Per fare ciò si è ricorso ai dati che ARERA, sul suo sito ufficiale, rende pubblici annualmente tramite le relazioni annuali sullo stato dei servizi.

## Bibliografia

(Water, sanitation, hygiene and health: a primer for health professionals. Geneva: World Health Organization; 2019)

“The Safe Drinking Water Act” USA coucil, 1974

“Drinking Water Infrastructure and Environmental Disparities: Evidence and Methodological Considerations” Towards Enviromental Justice and Health Equity, Supplement 1, 2011, Vol 101, No. S1, American Journal of Public Health

“Mapping geographical inequalities in access to drinking water and sanitation facilities in low-income and middle-income countries, 2000–17”, [www.thelancet.com/lancetgh](http://www.thelancet.com/lancetgh) Vol 8 September 2020

Reaver, K. M., Levy, J., Nyambe, I., Hay, M. C., Mutiti, S., Chandipo, R., & Meiman, J. Drinking water quality and provision in six low-income, peri-urban communities of Lusaka, Zambia. *GeoHealth*, 5, (2021)

“Application of Quantitative Microbial Risk Assessment to analyze the public health risk from poor drinking water quality in a low income area in Accra, Ghana” E. Machdar, N.P. van der Steen, L. Raschid-Sally, P.N.L. Lens, *Science of the Total Environment* 449, ELSEVIER, 2013)

“Gastroenteric Viruses Detection in a Drinking Water Distribution-to-Consumption System in a Low-Income Community in Rio de Janeiro” Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature 2020, (2020)

“Safe access to safe water in low income countries: Water fetching in current times” *Social Science & Medicine* 72, ELSEVIER, 2011)

Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 20 Luglio 2012, Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare

Relazione annuale sullo stato dei servizi e sull'attività svolta, ARERA, 31 Marzo 2013

Relazione annuale sullo stato dei servizi, ARERA, 2018

Relazione annuale sullo stato dei servizi, ARERA, 2019

Relazione annuale sullo stato dei servizi, ARERA, 2020

Relazione annuale sullo stato dei servizi, ARERA, 2021

“Le contaminazioni prevenibili in Italia” (R. Ronchetti e P.M. Bianco, 2015)

Relazione “Seminari del Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria” del 2008-2009, Istituto Superiore di Sanità

Developing Drinking-Water Quality Regulations and Standards, General guidance with a special focus on countries with limited resources, World Health Organization, 2018

Drinking Water Quality and Provision in Six Low-Income, Peri-Urban Communities of Lusaka, Zambia, *Advancing Earth and Space Science, GeoHealth*, 2020

Understanding the Safe Drinking Water Act, Enviromental Protection Agency of United States, 2004

Seminari del Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, 2009

Safe Drinking Water for Low-Income Regions, Annual Review of Environment and Resources, 2015

Acqua e salute: elementi di analisi di rischio in nuovi scenari ambientali climatici, Istituto Superiore di Sanità, 2019

The role of biofilm in the development and dissemination of ubiquitous pathogens in drinking water distribution systems: an overview of surveillance, outbreaks, and prevention, World Journal of Microbiology and Biotechnology, 2021

Water Safety Plan: la valutazione del rischio associato alla rete di distribuzione idrica, Chiara Rovito, 2020

La modellazione dell'impatto della rete di distribuzione idrica sulla qualità dell'acqua nel Water Safety Plan – Applicazione alla città di Cesena, Veronica Della Bartola, 2020