



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

**Dipartimento di Ingegneria Industriale DII**

Corso di Laurea in Ingegneria Chimica e dei Materiali

## **Relazione per la prova finale**

*Studio della modalità di misura e controllo della qualità tecnica del servizio idrico integrato SII, con approfondimento dell'indicatore di qualità tecnica relativo alla qualità dell'acqua erogata*

Tutor Universitario: Prof. Mirto Mozzon

Tutor Aziendale: Dott. Ing. Luciano Franchini  
Dott. Ing. Valentina Modena

Laureando: Edoardo Maria Bonomo

Matricola: 1218920

Anno Accademico 2021/2022









UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

**Dipartimento di Ingegneria Industriale DII**

Corso di Laurea in Ingegneria Chimica e dei Materiali

## **Relazione per la prova finale**

*Studio della modalità di misura e controllo della qualità tecnica del servizio idrico integrato SII, con approfondimento dell'indicatore di qualità tecnica relativo alla qualità dell'acqua erogata*

Tutor Universitario: Prof. Mirto Mozzon

Tutor Aziendale: Dott. Ing. Luciano Franchini

Dott. Ing. Valentina Modena

Laureando: Edoardo Maria Bonomo

Matricola: 1218920

Anno Accademico 2021/2022



# Sommario

Introduzione	1
1 Capitolo	3
1.1 Storia ed organizzazione	3
1.2 Situazione generale iniziale	5
1.3 La qualità tecnica – Generalità	5
1.3.1 Standard Specifici	6
1.3.2 Standard Generali	7
2 Capitolo	13
2.1 Normativa	13
2.1.1 Parametri	14
2.2 Approfondimento indicatore M3	16
2.2.1 M3a: Incidenza delle ordinanze di non potabilità	17
2.2.2 M3b: Tasso di campioni da controlli interni non conformi	18
2.2.3 M3c: Tasso di parametri da controlli interni non conformi	19
3 Capitolo	21
3.1 Presentazione dell'impianto di Porta Palio	21
3.2 PFOS e filtri GAC	23
3.3 Piani di campionamento ed analisi	24
3.4 Analisi in laboratorio	25
3.4.1 Percorso campione per l'analisi	26
3.4.2 Strumenti e tecniche utilizzate	27
3.4.3 Conclusione delle analisi	30
4 Capitolo	31
4.1 Andamento M3a	31
4.2 Andamento M3b	31
4.3 Andamento M3c	32
4.4 Confronto M3b con M3c	33
4.5 Investimenti	34
4.6 Correlazione M3 ed investimenti	37
4.7 Conclusioni	39
Bibliografia	
Ringraziamenti	





# Introduzione

In questo elaborato, che è frutto di uno studio condotto presso il Consiglio di Bacino Veronese, sarà svolta un'analisi e uno studio della qualità tecnica del servizio idrico integrato, come definito da ARERA, andando a definire gli standard specifici, che identificano i parametri di performance da garantire nelle prestazioni erogate, gli standard generali ripartiti in macro-indicatori e indicatori semplici, e i prerequisiti intesi come determinate condizioni minime richieste per ammissione al meccanismo incentivante.

Sarà sviluppato prevalentemente il macro-indicatore M3 – “Qualità dell’acqua erogata” – con i relativi sotto-indicatori e classi, valutando nello specifico i valori raccolti e misurati dalle aziende Acque Veronesi Scarl e Azienda Gardesana Servizi SpA negli anni che vanno dal 2016 al 2021, gestori del servizio idrico dell’ATO veronese.

Inoltre, verrà presentato e analizzato l’impianto di potabilizzazione di Porta Palio e con esso i piani di campionamento per l’acqua potabile.

Infine, verranno esposti e commentati gli investimenti fatti dai due gestori idrici veronesi, sia riguardo a tutta la qualità tecnica, sia per il solo indicatore M3.



# 1 Capitolo

## Qualità tecnica del Servizio Idrico Integrato

### 1.1 Storia ed organizzazione

Il servizio idrico integrato (SII) 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, compresi i servizi di captazione e adduzione ad usi multipli ed i servizi di depurazione ad usi misti civili e industriali, che deve essere gestito secondo principi di efficienza, efficacia ed economicità, nel rispetto delle norme nazionali e comunitarie.

Il SII è stato inizialmente gestito dai singoli comuni, con la Legge Galli n. 36 del 5 gennaio 1994, si è passati ad una gestione per ambiti territoriali ottimali, con l'obiettivo di superare la frammentazione del servizio stesso.

I Consigli di Bacino, anche detti Enti di Governo d'Ambito (EGA) sono stati istituiti in Veneto con Legge Regionale del 27 aprile 2012, n. 17 in ottemperanza alla legge del 26 marzo 2010 n. 42 che dispone di attribuire a nuovi enti le funzioni delle superate Autorità d'Ambito Territoriale Ottimale (AATO).

I Consigli di Bacino sono forme di cooperazione tra i comuni per la programmazione e organizzazione del servizio idrico integrato in Ambiti Territoriali Ottimali (ATO) con lo scopo di:

1. Superare la frammentazione e l'inefficienza delle gestioni della risorsa idrica, in particolare per la gestione diretta da parte dei comuni;
2. Introdurre una tariffa in grado di garantire adeguati livelli di servizio e migliorare le infrastrutture;
3. Definire una netta separazione tra i compiti di gestione (affidati agli enti gestori) rispetto a quelli di indirizzo e di controllo del servizio idrico (specifico compito dei Consigli di Bacino).

Gli organi dei Consigli di Bacino sono:

- L'Assemblea d'Ambito, composta dai sindaci dei comuni ricadenti nel medesimo ambito territoriale ottimale;
- Il Presidente, eletto dall'assemblea fra i suoi componenti, cui compete la rappresentanza legale;

- Il Comitato Istituzionale, organo amministrativo interno, di supporto all'assemblea e al Presidente e dura in carica cinque anni e comunque fino all'elezione del nuovo Comitato;
- Il Direttore, nominato dall'assemblea, con l'incarico di dirigente della struttura operativa del Consiglio di Bacino;
- Il Revisore Legale, nominato dall'assemblea.

Per il territorio della provincia di Verona (escluso il Comune di Castagnaro), di cui fanno parte 97 comuni, l'EGA è il Consiglio di Bacino Veronese. Con le deliberazioni d'Assemblea d'Ambito n. 1 e 2 del 4 febbraio 2006 è stata affidata la gestione del SII rispettivamente ad Acque Veronesi Scarl per i comuni dell'area veronese (77 comuni) e Azienda Gardesana Servizi S.p.A. per i comuni dell'area del Garda (20 comuni).

L'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA) è un organismo indipendente istituito attraverso la legge del 14 novembre 1995, n. 481. Inizialmente, nel 1995, l'ente si chiamava AEEG, Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas, nato in seguito al processo di liberalizzazione dei mercati di luce e gas, voluto dall'Unione europea. In un secondo momento l'azione dell'Autorità è stata estesa in altre aree con l'emanazione di alcuni decreti-legge, infatti nel 2011, col decreto n.201/11, sono state trasferite all'Autorità le funzioni di regolazione del servizio idrico e la sigla è diventata AEEGSI. Con la pubblicazione della legge 27 dicembre 2017, n. 205, che ha attribuito all'Autorità compiti di regolazione anche nel settore dei rifiuti, l'Autorità per l'energia elettrica il gas e il sistema idrico (AEEGSI) diventa ARERA, Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente.

ARERA svolge attività di regolazione e controllo nei settori dell'energia elettrica, del gas naturale, dei servizi idrici, del ciclo dei rifiuti e del telecalore, con il compito di tutelare gli interessi dei consumatori e di promuovere la concorrenza, l'efficienza e la diffusione di servizi con adeguati livelli di qualità, attraverso l'attività di regolazione e di controllo.

## 1.2 Situazione generale iniziale

Al fine di garantire la diffusione, la fruibilità e la qualità del servizio idrico all'utenza in modo omogeneo sull'intero territorio nazionale, nonché di rafforzare gli incentivi al presidio dell'infrastruttura esistente, l'Autorità (ARERA), con la delibera n. 917/2017/R/IDR "Regolazione della Qualità Tecnica del Servizio Idrico Integrato ovvero dei singoli servizi che lo compongono" (RQTI) [1], ha definito la regolazione della qualità tecnica del servizio idrico.

Ai fini dell'identificazione degli indicatori tecnici su cui valutare la definizione di standard appropriati, ARERA ha privilegiato un'ampia e continua attività di acquisizione di informazioni, prima con indagini conoscitive, poi con raccolte dati, focus group, seminari tematici, riunioni con esperti del settore, riferimenti alle migliori pratiche adottate a livello internazionale e, in definitiva, con la costante ricerca di strumenti che potessero risultare efficaci ed applicabili, pur con i necessari accorgimenti, in tutte le aree del Paese.

La costante azione in materia di istruttoria e di approvazione degli specifici schemi regolatori ha permesso di delineare un quadro delle condizioni attuali delle infrastrutture e delle esigenze di investimento approvate dagli Enti di governo dell'ambito [2].

## 1.3 La qualità tecnica – Generalità

ARERA ha definito la disciplina della qualità tecnica del servizio idrico integrato, con un approccio asimmetrico e innovativo, che considera le condizioni specifiche dei diversi contesti al fine di individuare stimoli corretti ed efficaci [3][4].

La regolazione della qualità tecnica si fonda su indicatori ripartiti nelle seguenti categorie:

- a) *standard specifici*, che identificano i parametri di performance da garantire nelle prestazioni erogate al singolo utente, e il cui mancato rispetto, di norma, prevede l'applicazione di indennizzi;
- b) *standard generali*, ripartiti in macro-indicatori e in indicatori semplici, che descrivono le condizioni tecniche di erogazione del servizio, a cui è associato un meccanismo incentivante che prevede premi e penalità. Per ciascuno dei macro-indicatori, gli obiettivi annuali sono divisi in due categorie: mantenimento e miglioramento. Gli obiettivi di miglioramento sono ripartiti in classi, con valori differenziati in base alle condizioni di partenza riscontrate;
- c) *prerequisiti*, che rappresentano le condizioni necessarie all'ammissione al meccanismo incentivante associato agli standard generali.

### 1.3.1 Standard Specifici

Al fine di definire gli standard specifici relativi alla qualità tecnica del servizio idrico integrato, ovvero di ciascuno dei singoli servizi che lo compongono, si fa riferimento ai seguenti indicatori:

- indicatore S1: “Durata massima della singola sospensione programmata”;
- indicatore S2: “Tempo massimo per l’attivazione del servizio sostitutivo di emergenza in caso di sospensione del servizio idropotabile”;
- indicatore S3: “Tempo minimo di preavviso per interventi programmati che comportano una sospensione della fornitura”.

L’indicatore S1 rappresenta il tempo, misurato in ore, intercorrente tra il momento in cui si verifica una singola interruzione programmata, ed il momento di ripristino della fornitura, per ciascun utente finale interessato.

L’indicatore S2 rappresenta il tempo, misurato in ore, intercorrente tra il momento in cui si verifica una singola interruzione – sia essa programmata o non programmata – e il momento in cui viene attivato il servizio sostitutivo di emergenza, per ciascun utente finale interessato.

L’indicatore S3 rappresenta il tempo, misurato in ore, intercorrente tra il momento in cui viene avvisato ciascun utente finale ed il momento in cui si verifica la singola interruzione della fornitura oggetto del preavviso.

**Tabella 1.1** Standard specifici di continuità del servizio di acquedotto

ID	Indicatore	Standard specifico
S1	Durata massima della singola sospensione programmata	24 ore
S2	Tempo massimo per l’attivazione del servizio sostitutivo di emergenza in caso di sospensione del servizio idropotabile	48 ore
S3	Tempo minimo di preavviso per interventi programmati che comportano una sospensione della fornitura	48 ore

Ai fini della verifica del rispetto degli standard S1, S2, S3, ciascun gestore individua puntualmente le utenze interessate da ciascuna singola interruzione programmata del servizio. In caso di mancato rispetto degli standard specifici, il gestore corrisponde all’utente finale un indennizzo automatico pari a trenta (30) euro, incrementabile del doppio o del triplo, proporzionalmente al ritardo dallo standard.

### 1.3.2 Standard Generali

Nel 2017 ARERA ha definito criteri precisi per misurare l'efficienza tecnica dei gestori del sistema idrico, secondo 6 macro-indicatori sulla base dei quali ciascuna azienda deve essere analizzata e classificata. Essi descrivono le condizioni tecniche di erogazione del servizio. I macro-indicatori sono:

- macro-indicatore M1 – “Perdite idriche”;
- macro-indicatore M2 – “Interruzione del servizio”;
- macro-indicatore M3 – “Qualità dell'acqua erogata”;
- macro-indicatore M4 – “Adeguatezza del sistema fognario”;
- macro-indicatore M5 – “Smaltimento fanghi in discarica”;
- macro-indicatore M6 – “Qualità dell'acqua depurata”.

Il modello definito prevede che per ciascun macro-indicatore (inteso come obiettivo minimo) l'EGA individui la classe di appartenenza e l'obiettivo di miglioramento/mantenimento che il gestore è tenuto a conseguire.



Figura 1.1 Macro-Indicatori

### 1.3.2.1 Macro-indicatore M1 – “Perdite idriche”

Il prerequisito da rispettare per quanto riguarda questo indicatore è la disponibilità ed affidabilità dei dati di misura per la determinazione del volume di perdite totali. In particolare, vi sono le seguenti soglie minime di misura:

- 70% della sommatoria dei volumi di processo, presi ognuno in valore assoluto, misurati; tali volumi si considerano misurati se, per almeno l’80% dell’anno a cui sono riferiti, provengono da letture effettuate sui misuratori;
- 90% della sommatoria dei volumi di utenza misurati; tali volumi si ritengono misurati se relativi ad utenti dotati di misuratore e per i quali si abbia almeno un consumo derivante da misura validata (da lettura o autolettura) nell’anno a cui sono riferiti i volumi o nell’anno precedente.

L’indicatore M1 si suddivide in:

- M1a: perdite lineari, rapporto tra volume delle perdite idriche totali e lunghezza complessiva della rete di acquedotto nell’anno considerato;
- M1b: perdite idriche percentuali, rapporto tra volume delle perdite idriche totali e volume complessivo in ingresso nel sistema di acquedotto nell’anno considerato.

La classe di appartenenza è calcolata a partire da entrambi i valori di M1a ed M1b, tramite la seguente tabella:

**Tabella 1.2** Classe di appartenenza M1 – perdite idriche

		M1a – perdite idriche lineari (mc/km/gg)				
		M1a <12	12 ≤ M1a <20	20 ≤ M1a <35	35 ≤ M1a <55	M1a ≥55
Perdite idriche percentuali	M1b < 25%	A	B	C	D	E
	25% ≤ M1b <35%					
	35% ≤ M1b <45%					
	45% ≤ M1b <55%					
	M1b ≥55%					

Il valore obiettivo è calcolato in base alla classe di appartenenza dell’anno precedente, sulla base della seguente tabella, in termini di mantenimento o in termini di riduzione annua dell’indice M1a – perdite idriche lineari:

**Tabella 1.3** Macro-indicatore sulle perdite idriche

ID	Indicatore	ID Classe	Obiettivi
M1	M1a – Perdite idriche lineari [mc/km/gg]	A	Mantenimento
		B	-2% di M1a annuo
		C	-4% di M1a annuo
	M1b – Perdite idriche percentuali [%]	D	-5% di M1a annuo
		E	-6% di M1a annuo



### 1.3.2.2 Macro-indicatore M2 – “Interruzione del servizio”

M2 “Interruzione del servizio” è definito come la somma delle durate delle interruzioni programmate e non programmate annue, verificatesi in ciascun anno, moltiplicate per il numero di utenti finali serviti soggetti all’interruzione stessa, e rapportata al numero totale di utenti finali serviti dal gestore.

L’interruzione è definita come la mancata fornitura del servizio, per un utente finale, alle condizioni minime di portata e carico idraulico definite dalla normativa vigente o specificate nel contratto di utenza; sono ricomprese tutte le tipologie di interruzione, incluse quelle per razionamento idrico in condizioni di scarsità.

Lo standard generale associato al macro-indicatore M2 è suddiviso nelle tre classi di seguito riportate (A, B e C), ognuna con obiettivi crescenti di riduzione della durata delle interruzioni; gli obiettivi sono indicati in termini di riduzione percentuale annua (o mantenimento) del valore del medesimo macro-indicatore M2.

**Tabella 1.4** Classe di appartenenza ed obiettivi M2 – interruzioni del servizio

ID	Indicatore	ID Classe	Classe	Obiettivi
M2	Interruzione del servizio [ore]	A	$M2 < 6$	mantenimento
		B	$6 \leq M2 < 12$	-2% M2 annuo
		C	$M2 \geq 12$	-5% M2 annuo

### 1.3.2.3 Macro-indicatore M3 – “Qualità dell’acqua erogata”

Il prerequisite da rispettare per quanto riguarda questo indicatore è la dotazione di procedure per l’adempimento agli obblighi di verifica della qualità dell’acqua destinata al consumo, compresi il numero di controlli interni, così come definiti dal D.Lgs. 31/2001 e s.m.i..

L’indicatore M3 si suddivide in:

- M3a: incidenza delle ordinanze di non potabilità ovvero numero di utenze interessate da sospensioni o limitazioni dell’uso della risorsa ai fini potabili, correlato al numero di giorni nell’anno per cui sono risultate vigenti le medesime sospensioni o limitazioni d’uso, e infine rapportato al numero complessivo di utenti finali allacciati al servizio di acquedotto [%];
- M3b: tasso di campioni da controlli interni non conformi ovvero numero di campioni di acqua analizzati dal gestore nell’ambito dei controlli interni, effettuati sulla rete di distribuzione a valle di eventuali impianti di potabilizzazione, per i quali è stata rilevata una non conformità per uno o più valori di parametro, rapportato al numero complessivo di campioni di acqua analizzati dal gestore nell’ambito dei detti controlli interni [%];

- M3c: tasso di parametri da controlli interni non conformi ovvero numero di parametri non conformi nei campioni di acqua analizzati nell'anno dal gestore nell'ambito dei controlli interni, effettuati sulla rete di distribuzione a valle di eventuali impianti di potabilizzazione, rapportato al numero complessivo di parametri analizzati nell'anno dal gestore nell'ambito dei detti controlli interni [%].

Le classi di appartenenza e gli obiettivi di miglioramento/mantenimento stabiliti per il macro-indicatore M3 sono riportati nella seguente tabella:

**Tabella 1.5** Classe di appartenenza ed obiettivi M3 – qualità dell'acqua erogata

ID	Indicatore	ID Classe	Classe	Obiettivi
M3	M3a – Incidenza ordinanze di non potabilità [%]	A	M3a=0 M3b≤0,5% M3c≤0,1%	mantenimento
		B	M3a≤0,005% M3b≤0,5% M3c>0,1%	M3a=0 -10% M3c annuo
	C	M3a≤0,005% 0,5%< M3b ≤5,0%	rientro nella classe precedente in 2 anni	
	D	M3a ≤0,005% M3b >5,0%	rientro nella classe precedente in 2 anni	
	E	M3a >0,005%	rientro nella classe precedente in 2 anni	

#### 1.3.2.4 Macro-indicatore M4 – “Adeguatezza del sistema fognario”

Il prerequisito per questo indicatore è la conformità alla normativa di gestione delle acque reflue urbane.

L'indicatore M4 si suddivide in:

- M4a: frequenza degli allagamenti e/o sversamenti da fognatura, determinata dal numero degli episodi di allagamento da fognatura mista, bianca e di sversamento da fognatura nera, verificatisi ogni 100 km di rete fognaria totale gestita;
- M4b: adeguatezza normativa degli scaricatori di piena, è determinata dall'incidenza degli scaricatori che non risultano proporzionati per attivarsi secondo le disposizioni vigenti e non risultano dotati delle predisposizioni necessarie a trattenere i solidi sospesi;
- M4c: controllo degli scaricatori di piena, determinato dall'incidenza degli scaricatori – o scolmatori o ancora sfioratori – che non sono stati oggetto di ispezione da parte del gestore o non sono dotati di sistemi di rilevamento automatico dell'attivazione.

Le classi di appartenenza e gli obiettivi di miglioramento/mantenimento stabiliti per il macro-indicatore M4 sono riportati nella seguente tabella:

**Tabella 1.6** Classe di appartenenza ed obiettivi M4 – adeguatezza del sistema fognario

ID	Indicatore	ID Classe	Classe	Obiettivi
M4	M4a Frequenza allagamenti e/o sversamenti da fognatura (n/100 km)	A	M4a <1 M4b = 0 M4c ≤10%	mantenimento
		B	M4a <1 M4b = 0 M4c >10%	- 5% M4c annuo
	C	M4a <1 M4b ≤20%	- 7% M4b annuo	
	D	M4a <1 M4b >20%	- 10% M4b annuo	
	E	M4a ≥ 1	- 10% M4a annuo	
	M4b Adeguatezza normativa degli scaricatori di piena (% non adeguati)			
	M4c Controllo degli scaricatori di piena (% non controllati)			

### 1.3.2.5 Macro-indicatore M5 – “Smaltimento fanghi in discarica”

Il prerequisito per questo indicatore è uguale a quello dell’indicatore M4.

Il macro-indicatore M5 si definisce come rapporto percentuale tra la quota di fanghi di depurazione misurata in sostanza secca SS complessivamente smaltita in discarica nell’anno di riferimento e la quantità di fanghi di depurazione misurata in SS complessivamente prodotta in tutti gli impianti di depurazione presenti nel territorio di competenza del gestore nel medesimo anno.

La classe di appartenenza è calcolata in base al valore di M5, mentre il livello obiettivo in base al valore  $MF_{tq,disc}$ , cioè il quantitativo di fanghi “tal quali” in uscita al depuratore con destinazione finale lo smaltimento in discarica [t]. Inoltre,  $\%SS_{tot}$  è definito come “Percentuale di sostanza secca mediamente contenuta nel quantitativo di fanghi complessivamente prodotto”.

Le classi di appartenenza e i relativi obiettivi annuali sono riportati nella seguente tabella:

**Tabella 1.7** Classe di appartenenza ed obiettivi M5 – smaltimento fanghi in discarica

ID	Indicatore	ID Classe	Classe	Obiettivo
M5	Smaltimento fanghi in discarica [%]	A	$M5 < 15\%$	mantenimento
		B	$15\% \leq M5 < 30\%$ e $\%SS_{tot} \geq 30\%$ della massa di fango complessivamente prodotta	-1% di $MF_{tq,disc}$ annuo
		C	$15\% \leq M5 < 30\%$ e $\%SS_{tot} < 30\%$ della massa di fango complessivamente prodotta	-3% di $MF_{tq,disc}$ annuo
		D	$M5 \geq 30\%$	-5% di $MF_{tq,disc}$ annuo

### 1.3.2.6 Macro-indicatore M6 – “Qualità dell’acqua depurata”

Il prerequisito per questo indicatore è uguale a quello dell’indicatore M4.

Il macro-indicatore M6 è definito come tasso percentuale di campioni caratterizzati dal superamento di uno o più limiti di emissione in termini di concentrazione dei parametri inquinanti, ai sensi dell’Allegato 5 alla parte III del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., sul totale dei campionamenti effettuati dal gestore nell’arco dell’anno, sull’acqua reflua scaricata da tutti gli impianti di depurazione di dimensione superiore ai 2’000 A.E. (o 10’000 A.E., se recapitanti in acque costiere).

Le classi di appartenenza e i correlati obiettivi di miglioramento/mantenimento annuali stabiliti per il macro-indicatore sono riportati nella seguente tabella:

**Tabella 1.8** *Classe di appartenenza ed obiettivi M6 – qualità dell’acqua depurata*

ID	Indicatore	ID Classe	Classe	Obiettivo
M6	Tasso di superamento dei limiti nei campioni di acqua reflua scaricata [%]	A	$M6 < 1\%$	mantenimento
		B	$1\% \leq M6 < 5\%$	-10% di M6 annuo
		C	$5\% \leq M6 < 10\%$	-15% di M6 annuo
		D	$M6 \geq 10\%$	-20% di M6 annuo

# 2 Capitolo

## Approfondimento M3

In questo capitolo verrà presentato e approfondito l'indicatore M3.

### 2.1 Normativa

Il D.Lgs. 31/2001 e s.m.i. "Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano" disciplina la qualità delle acque destinate al consumo umano al fine di proteggere la salute umana dagli effetti negativi derivanti da eventuali contaminazioni delle acque [5].

Ai fini del presente decreto, si intende per "acque destinate al consumo umano":

- 1) le acque trattate o non trattate, destinate ad 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;
- 2) 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;

Nel presente decreto, sono definiti dei Punti di rispetto della conformità, ovvero che i valori di parametro fissati, nell'allegato I dello stesso, devono essere rispettati nei seguenti punti:

- 1) per le acque fornite attraverso una rete di distribuzione, nel punto in cui queste fuoriescono dai rubinetti utilizzati per il consumo umano;
- 2) per le acque fornite da una cisterna, nel punto in cui fuoriescono dalla cisterna;
- 3) per le acque confezionate in bottiglie o contenitori, rese disponibili per il consumo umano, nel punto in cui sono imbottigliate o introdotte nei contenitori;
- 4) per le acque utilizzate nelle imprese alimentari, nel punto in cui sono utilizzate nell'impresa.

I controlli interni ed esterni intesi a garantire che le acque destinate al consumo umano soddisfino, nei punti di rispetto della conformità precedente definiti, i requisiti del presente decreto, devono essere effettuati:

- 1) ai punti di prelievo delle acque superficiali e sotterranee da destinare al consumo umano;
- 2) agli impianti di adduzione, di accumulo e di potabilizzazione;
- 3) alle reti di distribuzione;
- 4) agli impianti di confezionamento di acqua in bottiglia o in contenitori;
- 5) sulle acque confezionate;
- 6) sulle acque utilizzate nelle imprese alimentari;
- 7) sulle acque fornite mediante cisterna, fissa o mobile.

### 2.1.1 Parametri

I parametri da rispettare, definiti dall'Allegato I, parte A, B e C, sono i seguenti:

**Tabella 2.1** Parametri e valori di parametro - PARTE A

<b>Parametri microbiologici</b>	
<b>Parametro</b>	<b>Valore di parametro (numero/100 ml)</b>
Escherichia coli (E. coli)	0
Enterococchi	0
Per le acque messe in vendita in bottiglie o contenitori sono applicati i seguenti valori:	
<b>Parametro</b>	<b>Valore di parametro</b>
Escherichia coli (E.coli)	0/250ml
Enterococchi	0/250ml
Pseudomonas aeruginosa	0/250ml
Conteggio delle colonie a 22°C	100/ml
Conteggio delle colonie a 37°C	20/ml

**Tabella 2.2** Parametri e valori di parametro - PARTE B

<b>Parametri chimici</b>		
<b>Parametro</b>	<b>Valore di parametro</b>	<b>Unità di misura</b>
Acrilammide	0,10	µg/l
Antimonio	5,0	µg/l
Arsenico	10	µg/l
Benzene	1,0	µg/l
Benzo(a)pirene	0,010	µg/l
Boro	1,0	µg/l
Bromato	10	µg/l
Cadmio	5,0	µg/l
Cromo	50	µg/l
Rame	10	mg/l
Cianuro	50	µg/l
1,2 dicloroetano	3,0	µg/l
Epicioridrina	0,10	µg/l
Fluoruro	1,50	mg/l
Piombo	10	µg/l
Mercurio	1,0	µg/l
Nichel	20	µg/l
Nitrato (come NO <sub>3</sub> )	50	mg/l
Nitrito (come NO <sub>2</sub> )	0,50	mg/l
Antiparassitari	0,10	ug/l
Antiparassitari-Totale	0,50	µg/l
Idrocarburi policiclici aromatici	0,10	µg/l
Selenio	10	µg/l
Tetracloroetilene e Tricloroetilene	10	µg/l
Triometani-Totale	30	µg/l
Cloruro di vinile	0,5	µg/l
Clorito	200	µg/l
Vanadio	50	µg/l

**Tabella 2.3** Parametri e valori di parametro - PARTE C

Parametri indicatori		
Parametro	Valore di parametro	Unità di misura
Alluminio	200	µg/l
Ammonio	0,50	mg/l
Cloruro	250	mg/l
Clostridium perfringens (spore comprese)	0	Numero/100ml
Colore	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale	
Conduttività	2500	µScm <sup>-1</sup> a 20 °C
Concentrazione ioni idrogeno	≥6,5 e ≤9,5	Unità pH
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>
Solfato	250	mg/l
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/100ml
Carbonio organico totale TOC	Senza variazioni anomale	
Torbidità	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale	

## 2.2 Approfondimento indicatore M3

Il prerequisito da rispettare per quanto riguarda questo indicatore è la dotazione di procedure per l'adempimento agli obblighi di verifica della qualità dell'acqua destinata al consumo umano ai sensi del D.Lgs. 31/2001 e s.m.i., compresi il numero di controlli interni.

L'indicatore M3 è suddiviso in:

- M3a: incidenza delle ordinanze di non potabilità;
- M3b: tasso di campioni da controlli interni non conformi;
- M3c: tasso di parametri da controlli interni non conformi.

Le classi di appartenenza e gli obiettivi di miglioramento/mantenimento stabiliti per il macro-indicatore M3 sono riportati nella Tabella 1.5.



Il relativo posizionamento dei gestori, in funzione delle risultanze per l'anno  $a$ , deriva, in primo luogo, dal valore assunto dal macro-indicatore M3 nell'anno  $a$  (arrotondato a quattro cifre significative) e, in caso di parità di performance:

- dal valore assunto dalla numerosità di tutti i campioni analizzati dal gestore G3.1<sup>a</sup>, nell'ambito dei controlli interni effettuati sulla rete di distribuzione a valle di eventuali impianti di potabilizzazione, al 31 dicembre dell'anno  $a$ , valutato tenendo conto dei volumi erogati;
- in subordine, dal valore assunto nel medesimo anno  $a$  dall'indicatore G3.2<sup>a</sup> relativo all'"Applicazione del modello Water Safety Plan (WSP)", arrotondato a tre cifre significative.

L'indicatore relativo all'"Applicazione del modello Water Safety Plan (WSP)" elaborato dall'OMS, con riferimento al generico anno  $a$ , è definito dalla seguente formula:

$$G3.2^a = \frac{U_{WSP\_real}^a}{U_{tot,ACQ}^a} \cdot 100 [\%] \quad (2.1)$$

Dove:

- $U_{WSP\_real}^a$  : rappresenta il numero di utenti - ovvero il numero di utenti indiretti sottesi, nel caso di utenze condominiali - serviti da sistemi di acquedotto per i quali è stato realizzato il modello Water Safety Plan (WSP) entro la data del 31 dicembre dell'anno  $a$  [-];
- $U_{tot,ACQ}^a$  : rappresenta il numero complessivo di utenti finali (conteggiando i singoli utenti indiretti nel caso di utenze condominiali), serviti dal gestore per il servizio di acquedotto, riferito alla data del 31 dicembre dell'anno  $a$  [-].

### 2.2.1 M3a: Incidenza delle ordinanze di non potabilità

L'incidenza delle ordinanze di non potabilità (indicatore M3a) è determinata come numero di utenze interessate da sospensioni o limitazioni dell'uso della risorsa ai fini potabili, correlato al numero di giorni nell'anno per cui sono risultate vigenti le medesime sospensioni o limitazioni d'uso, e infine rapportato al numero complessivo di utenti finali allacciati al servizio di acquedotto.

Per ciascun anno  $a$ , l'indicatore M3a relativo a ogni gestore operante in ciascun ATO è esplicitato secondo la formulazione che segue:

$$M3a^a = \frac{\sum U_i^a \cdot t_i^a}{U_{tot,ACQ}^a \cdot 365} \cdot 100 [\%] \quad (2.2)$$

Dove:

- $U_i^a$ : rappresenta il numero di utenti finali interessati dall'ordinanza di non potabilità i-esima avvenuta nell'anno  $a$ ; nel caso di utenze condominiali deve essere conteggiato il numero di utenti indiretti sottesi [-];
- $t_i^a$ : rappresenta la durata dell'ordinanza di non potabilità i-esima avvenuta nell'anno  $a$  [giorni], intesa come durata dal momento di avvenuta pubblicazione dell'ordinanza al momento di ritiro della medesima da parte dell'autorità preposta;
- $U_{tot,ACQ}^a$ : rappresenta il numero complessivo di utenti finali serviti dal gestore per il servizio di acquedotto, riferito alla data del 31 dicembre dell'anno  $a$ ; nel caso di utenze condominiali deve essere conteggiato il numero di utenti indiretti sottesi [-].

Per i successivi anni ( $a + n$ ), con  $n = \{1;2\}$ , l'obiettivo per l'indicatore M3a è esplicitato come segue:

- 1) per i gestori posizionati nella classe E della Tabella 1.5:

$$\overline{M3a}^{a+n} \leq k_1^n \cdot (M3a^a - \sigma_{M3a}) + k_2^n \cdot \sigma_{M3a} \quad (2.3)$$

dove:

- $\sigma_{M3a}$  assume valore pari a 0,005%;
- $k_1^n$  e  $k_2^n$  assumono i valori riportati nella tabella che segue:

	n=1	n=2
$k_1^n$	0,5	0
$k_2^n$	0	1

- 2) per i gestori posizionati nelle classi C o D della Tabella 1.5:  $\overline{M3a}^{a+n} \leq 0,005\%$ ;  
 3) per i gestori posizionati nella classe A o B della Tabella 1.5:  $\overline{M3a}^{a+n} = 0$ .

### 2.2.2 M3b: Tasso di campioni da controlli interni non conformi

Il tasso di campioni da controlli interni non conformi (indicatore M3b) è determinato come numero di campioni di acqua analizzati dal gestore nell'ambito dei controlli interni, effettuati sulla rete di distribuzione a valle di eventuali impianti di potabilizzazione, per i quali è stata rilevata una non conformità per uno o più valori di parametro, ai sensi del D.Lgs. 31/2001 e s.m.i., rapportato al numero complessivo di campioni di acqua analizzati dal gestore nell'ambito dei detti controlli interni.

Per ciascun anno  $a$ , l'indicatore M3b relativo a ogni gestore operante in ciascun ATO è esplicitato secondo la formulazione che segue:

$$M3b = \frac{C_{ACQ-cnc}^a}{C_{ACQ-tot}^a} \cdot 100 [\%] \quad (2.4)$$

dove:

- $C_{ACQ-cnc}^a$  : rappresenta il numero di campioni di acqua analizzati dal gestore nell'anno  $a$ , nell'ambito dei controlli interni effettuati sulla rete di distribuzione a valle di eventuali impianti di potabilizzazione e risultati non conformi all'Allegato I, Parte A e/o B e/o C del medesimo decreto [-];
- $C_{ACQ-tot}^a$  : rappresenta il numero complessivo di campioni di acqua analizzati dal gestore nell'anno  $a$ , nell'ambito dei controlli interni effettuati sulla rete di distribuzione a valle di eventuali impianti di potabilizzazione [-].

Per i successivi anni ( $a + n$ ), con  $n = \{1;2\}$ , l'obiettivo per l'indicatore M3b è esplicitato come segue:

- 1) per i gestori posizionati nelle classi C o D della Tabella 1.5:

$$\overline{M3b}^{a+n} \leq k_1^n \cdot (M3b^a - \sigma_{M3b}) + k_2^n \cdot \sigma_{M3b} \quad (2.5)$$

dove:

- $\sigma_{M3b}$  assume valore pari a 5,0% per i gestori posizionati in classe D, e pari a 0,5% per i gestori in classe C;
- $k_1^n$  e  $k_2^n$  assumono i valori riportati nella tabella che segue:

	n=1	n=2
$k_1^n$	0,5	0
$k_2^n$	0	1

- 2) per i gestori posizionati nelle classi A o B della Tabella 1.5:

$$\overline{M3b}^{a+n} \leq 0,5\%.$$

### 2.2.3 M3c: Tasso di parametri da controlli interni non conformi

Il tasso di parametri da controlli interni non conformi (indicatore M3c) è determinato come numero di parametri non conformi all'Allegato I, Parte A e/o B e/o C del D.Lgs. 31/2001 e s.m.i. nei campioni di acqua analizzati nell'anno dal gestore nell'ambito dei controlli interni, effettuati sulla rete di distribuzione a valle di eventuali impianti di potabilizzazione, rapportato al numero complessivo di parametri analizzati nell'anno dal gestore nell'ambito dei detti controlli interni.

Per ciascun anno  $a$ , l'indicatore M3c relativo a ogni gestore operante in ciascun ATO è esplicitato secondo la formulazione che segue:

$$M3c^a = \frac{P_{ACQ-pnc}^a}{P_{ACQ-tot}^a} \cdot 100 [\%] \quad (2.6)$$

dove:

- $P_{ACQ-pnc}^a$  : rappresenta il numero di parametri non conformi all'Allegato I, Parte A e/o B e/o C del D.Lgs. 31/2001 e s.m.i. in tutti i campioni di acqua prelevati dal gestore nell'anno  $a$ , nell'ambito dei controlli interni effettuati sulla rete di distribuzione a valle di eventuali impianti di potabilizzazione [-];
- $P_{ACQ-tot}^a$  : rappresenta il numero di parametri analizzati in tutti i campioni prelevati dal gestore nell'anno  $a$ , nell'ambito dei controlli interni effettuati sulla rete di distribuzione a valle di eventuali impianti di potabilizzazione [-];

Devono essere conteggiati tutti i parametri presenti nel D.Lgs. 31/2001 e s.m.i., inclusi quelli ai quali è associato un limite qualitativo o consigliato; i parametri compositi sono conteggiati come 1; i pesticidi sono conteggiati per singolo principio attivo determinato.

Per il successivo anno ( $a + 1$ ), l'obiettivo dell'indicatore M3c è esplicitato come segue:

- 1) per i gestori posizionati nella classe B della Tabella 1.5:

$$\overline{M3c}^{a+1} \leq M3c^a \cdot (1 - \sigma_{M3c}^{a+1}) \quad (2.7)$$

dove:

- $\sigma_{M3c}^{a+1}$  assume valore pari a 0,1.
- 2) per i gestori posizionati nella classe A della Tabella 1.5:  
 $\overline{M3c}^{a+1} \leq 1\%$ .

# 3 Capitolo

## Impianto di Porta Palio

### 3.1 Presentazione dell'impianto di Porta Palio

L'impianto di potabilizzazione preso in considerazione per lo studio dell'indicatore M3 è la centrale di produzione e potabilizzazione di Porta Palio a Verona in via Pompei.

La centrale di Porta Palio, con oltre 3.500.000 m<sup>3</sup>/anno prodotti mediamente dal 2017 al 2020, è tra le centrali più produttive a servizio dell'acquedotto di Verona. Mediamente approvvigiona oltre l'8% rispetto al totale prodotto dalle fonti alimentanti l'acquedotto di Verona.

**Tabella 3.1** Bilancio idrico medio dei maggiori impianti dal 2017 al 2020

Centrale	Media [m <sup>3</sup> /anno]	%Media
Borgo Trento	7.399.869	17,22%
Basso Acquar	6.361.817	14,81%
Verona Est	5.418.874	12,61%
Montorio	4.319.020	10,05%
<b>Porta Palio</b>	<b>3.505.732</b>	<b>8,16%</b>
Verona Nord Ovest (Boscomantico)	2.679.580	6,24%
Chioda	2.254.669	5,25%

Attualmente si utilizzano 6 pozzi su 8, di cui 3 destinati al trattamento tramite GAC e 3 destinati alla rete di distribuzione senza alcun trattamento.

L'impianto viene controllato dalla centrale operativa di controllo da remoto, che è in grado di monitorare il livello della falda, le portate, le pressioni e può comandare l'accensione e lo spegnimento delle pompe.

La centrale preleva l'acqua, da una falda acquifera di tipo freatico, mediante 6 pozzi. Tramite rielaborazione delle stratigrafie è stato possibile verificare che 3 pozzi emungono dalla falda più superficiale (finestrature a circa 20-60m), mentre i restanti 3 pozzi prelevano dalla falda più profonda (circa 70-140 m). A separazione delle due falde freatiche è presente un modesto strato di argilla con spessore di qualche metro. La direzione di falda segue indicativamente la direttrice Nord Ovest-Sud Est.

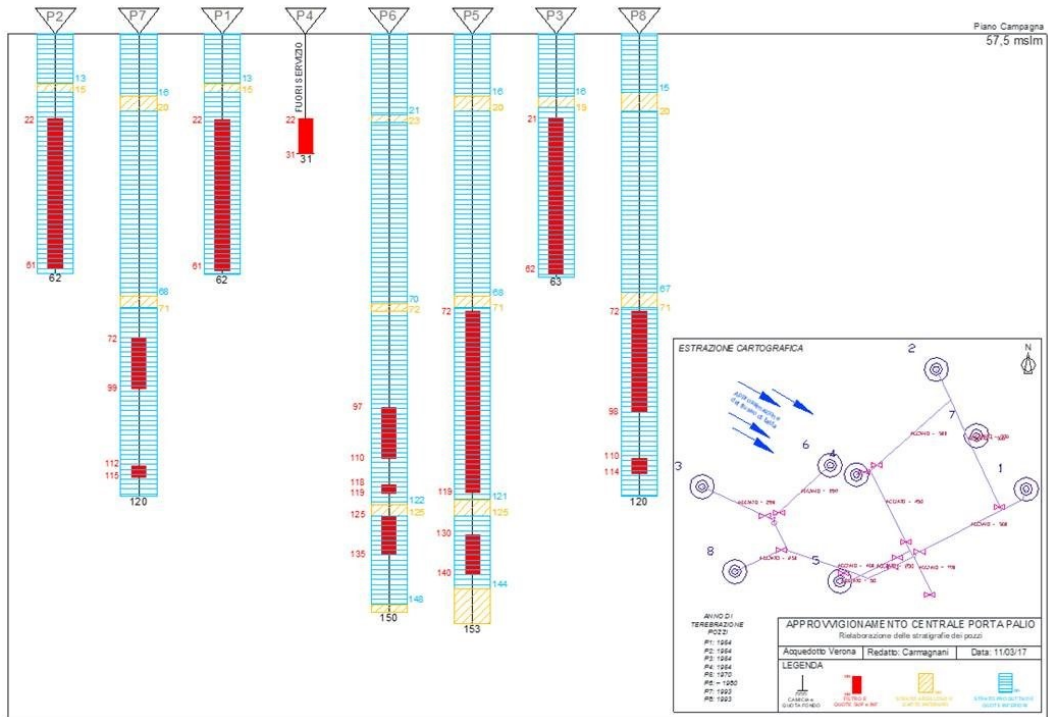


Figura 3.1 Stratigrafia dei pozzi



Figura 3.2 Schema impianto Porta Padio

### 3.2 PFOS e filtri GAC

Tramite analisi in autocontrollo e tramite analisi ULSS, è emersa la presenza di una sostanza perfluoroalchilica (PFOS), presso la centrale di Porta Palio, nel giugno 2016 in una concentrazione di poco superiore ai livelli indicati dal Ministero della Salute con parere del 29 gennaio 2014. Ciò ha imposto lo spegnimento della centrale e l'installazione di filtri GAC per la rimozione dell'inquinante. Il filtro a carbone attivo (G.A.C.) installato, utilizza carbon fossile attivo di tipo granulare (da cui il nome Granular Activated Carbon) per la rimozione dei PFOS presenti nell'acqua.

Verificato che i soli pozzi superficiali hanno presenza di PFOS oltre il limite strumentale (pozzi 1, 2 e 3), è stato predisposto un impianto di potabilizzazione per tali pozzi, escludendo dal trattamento quelli profondi. L'impianto è caratterizzato da 4 filtri GAC in pressione, per una portata complessiva di 100 l/s, così da garantire circa 10 minuti di tempo di contatto nelle colonne di carbone. Nei 4 filtri sono alloggiati complessivamente circa 30.000 kg di carbone attivo granulare da noce di cocco.



**Figura 3.4** *Visione generale filtri GAC*



**Figura 3.3** *Visione frontale filtro GAC*

Per un corretto funzionamento dei filtri, il carbone attivo è inserito nel fasciame fino a riempirlo per il 75% circa. L'acqua da potabilizzare è fatta fluire dall'alto in basso, così da attraversare i granuli di carbone e grazie al fenomeno dell'adsorbimento, viene rimosso l'inquinante. La durata di un filtro è di circa di 2-3 anni poiché appena tutta la colonna di carbone risulterà satura di PFAS, esso dovrà essere svuotato e riempito con nuovi granuli freschi.

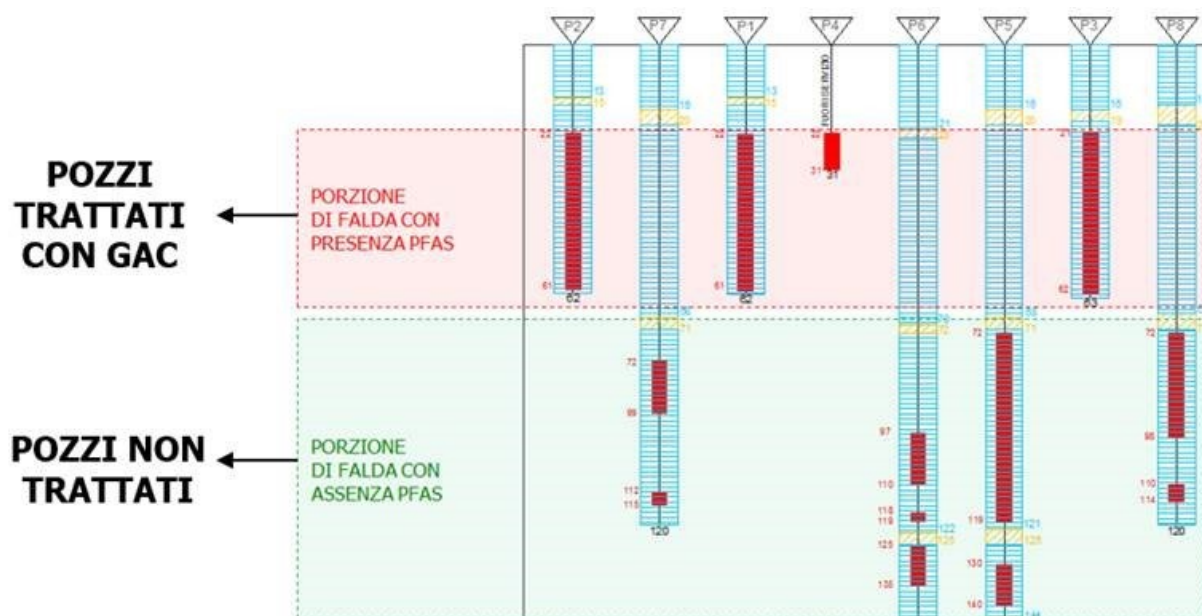


Figura 3.5 Schema pozzi con e senza filtri

Per il controllo della potabilità dell'acqua nella centrale di Porta Palio e quindi per monitorare l'indicatore M3 nell'impianto, sono redatti dei piani di campionamento ed analisi. In essi è definita la calendarizzazione dei prelievi, il luogo degli stessi ed i parametri da analizzare. Tali piani sono elaborati con cadenza annuale per ogni fonte di approvvigionamento di acqua potabile nel territorio dell'ATO veronese in accordo con ULSS.

### 3.3 Piani di campionamento ed analisi

I controlli, di tipo chimico, fisico e microbiologico, sono continui, diffusi e sono finalizzati a valutare sia l'eventuale contaminazione delle falde acquifere, dovuta principalmente ad attività antropiche, che la salubrità delle reti di distribuzione, comprendendo anche i processi di potabilizzazione necessari per mantenere standard qualitativi elevati.

I prelievi in autocontrollo da parte dei Gestori vengono effettuati secondo piani programmati e concordati con le ULSS ed inviati alle stesse. Per ogni parametro d'analizzare vi è una metodica d'analisi codificata, compresa l'incertezza di misura dello strumento utilizzato.



Di seguito si riporta un estratto del piano di monitoraggio delle acque potabili della centrale di Porta Palio:

codice punti	Punto di Prelievo	Controllo	gen	feb	mar	apr	mag
5408	Verona pozzo Porta Palio n. 1						acquepotabili CVpfas-b
5409	Verona pozzo Porta Palio n. 2						acquepotabili CVpfas-b
5410	Verona pozzo Porta Palio n. 3						acquepotabili CVpfas-b
5411	Verona pozzo Porta Palio n. 5						acquepotabili CVpfas-b
5412	Verona pozzo Porta Palio n. 6						acquepotabili CVpfas-b
5413	Verona pozzo Porta Palio n. 7						
5414	Verona pozzo Porta Palio n. 8						acquepotabili CVpfas-b
370	Verona pozzi Porta Palio		acquepotabili CRsw+pfas			acquepotabili CR+Epfas	
6876	Verona pozzi Porta Palio INGRESSO GAC		PFAS LC-MS	PFAS LC-MS	PFAS LC-MS	PFAS LC-MS	PFAS LC-MS
6818	Verona pozzi Porta Palio USCITA GAC		PFAS LC-MS	PFAS LC-MS	PFAS LC-MS	PFAS LC-MS	PFAS LC-MS

Figura 3.6 Estratto piano potabile 2022 pozzi Porta Palio

I controlli rispetto alla qualità dell'acqua imposta dal D.L.gs. 31/2001 e s.m.i. vengono svolti sia da parte di Acque Veronesi Scarl e Azienda Gardesana Servizi SpA (controlli interni) che da parte dell'Azienda ULSS competente per territorio (controlli esterni): entrambi i tipi di controllo hanno lo scopo di valutare la conformità dei valori di parametro per l'acqua erogata tramite l'acquedotto.

Il controllo analitico di un'acqua per uso potabile, e quindi la sorveglianza sulle sue caratteristiche qualitative dal punto di captazione ai rami terminali della rete di distribuzione, ha come obiettivo fondamentale la tutela della salute pubblica. Per questo motivo tutti gli esami di laboratorio devono essere eseguiti con la frequenza indicata dalla normativa, e approvata dall'Azienda ULSS competente, tenuto conto che, ai fini della sorveglianza routinaria dei requisiti di qualità delle acque.

### 3.4 Analisi in laboratorio

L'acqua potabile, o acqua destinata al consumo umano, è una risorsa naturale primaria per la sopravvivenza degli esseri umani. Deve trattarsi di un'acqua limpida, inodore, incolore, insapore e soprattutto priva di microrganismi patogeni e sostanze chimiche nocive per l'uomo. Per questo motivo, l'acqua è sottoposta a processi di potabilizzazione che consentono di migliorare le proprietà dell'acqua e di preservarne le condizioni igieniche. Tra questi processi, il principale è sicuramente la disinfezione finale attraverso l'utilizzo del cloro, affiancato al controllo del pH e della durezza per prevenire incrostazioni delle.

I parametri che sono analizzati, per verificare il rispetto dei limiti di legge, sono quelli riportati in tabella 2.1, 2.2 e 2.3.

### 3.4.1 Percorso campione per l'analisi

Acque Veronesi Scarl possiede un proprio laboratorio interno di analisi, al quale si appoggiano diversi gestori, tra i quali anche Azienda Gardesana Servi SpA per l'analisi delle acque potabili.

Il percorso descritto in seguito è stato oggetto di visita ed approfondimento.

I campioni di acqua vengono prelevati nel giorno prefissato dal piano di campionamento nello specifico punto prestabilito. Per la raccolta dei campioni in genere vengono utilizzati contenitori in vetro per l'acqua potabile mentre per le acque reflue anche in plastica.

Il cammino che il campione dovrà seguire, quindi i tipi di analisi che saranno effettuate, è già programmato all'arrivo nel laboratorio. Infatti, quando giungerà alla sede, gli sarà assegnato un numero univoco per riconoscerlo. Questo passaggio è cruciale e viene eseguito con rigorosa attenzione poiché all'anno, solo per le acque potabili, giungono oltre 15.000 campioni.

Per i campioni di acque reflue le analisi si possono svolgere subito al loro arrivo, mentre i campioni di acque potabili vengono tenuti almeno 24 o 48 ore in un frigorifero a 4°C.



**Figura 3.7** Esempio campioni potabili numerati

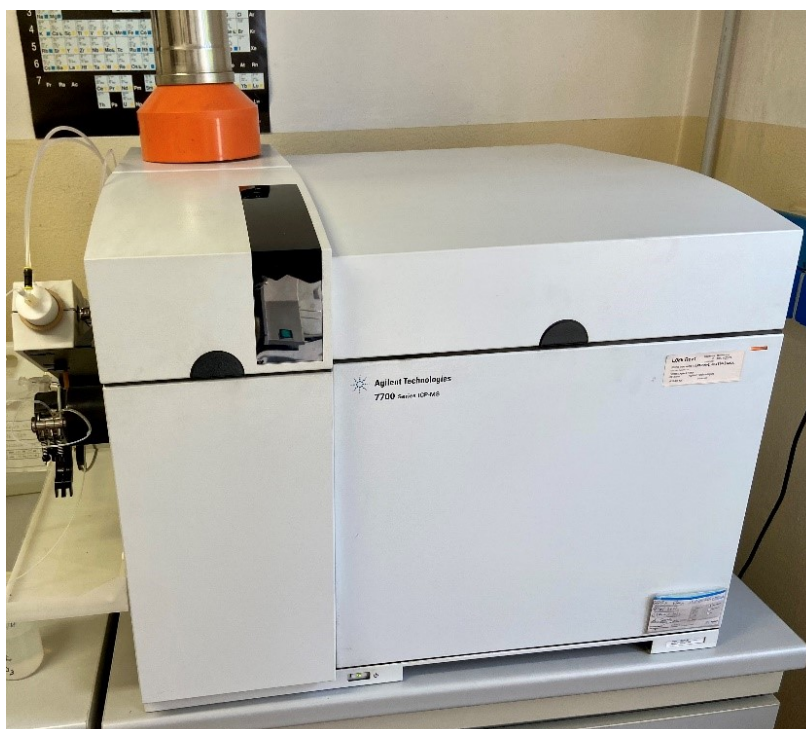
### **3.4.2 Strumenti e tecniche utilizzate**

Per eseguire le analisi vengono utilizzati svariati strumenti, come il pHmetro, una bilancia o una micropipetta, ma per studi più approfonditi vengono usate le tecniche cromatografiche e anche spettroscopiche.

#### **3.4.2.1 ICP-MS**

La spettrometria di massa a plasma accoppiato induttivamente, indicata con ICP-MS, è una tecnica analitica basata sull'utilizzo della spettrometria di massa abbinata al plasma accoppiato induttivamente. È una tecnica molto sensibile e in grado di determinare diverse sostanze inorganiche metalliche e non metalliche presenti in concentrazioni anche di circa una parte per miliardo (ppb). Sfrutta l'utilizzo di una torcia al plasma ICP per produrre la ionizzazione e di uno spettrometro di massa per la separazione e rivelazione degli ioni prodotti.

La torcia al plasma utilizzata nella ICP-MS è costituita da tre tubi concentrici, solitamente in quarzo, con l'estremità finale della torcia posta in una bobina di induzione magnetica alimentata da corrente elettrica ad alta radiofrequenza. Il plasma viene prodotto utilizzando un flusso di argon (solitamente di 14-18 litri per minuto); in tal modo vengono prodotti elettroni liberi e ioni  $\text{Ar}^+$ . Gli elettroni interagiscono con il campo magnetico indotto subendo delle accelerazioni in direzione variabile in funzione delle variazioni di frequenza. Questi, collidendo con atomi di argon, sono in grado di produrre ulteriori ioni  $\text{Ar}^+$  ed elettroni: si raggiungerà una situazione di equilibrio dinamico quando la produzione di nuovi elettroni per collisione sarà bilanciata dalla combinazione degli elettroni con gli ioni  $\text{Ar}^+$ , processo che porta alla nuova formazione di atomi di argon. Il plasma prodotto in tale modo è in grado di raggiungere temperature dell'ordine dei 6.000-10.000K. Solo gli ioni caricati positivamente vengono selezionati per entrare nello spettrometro di massa mentre le specie neutre, prive di carica elettrica, vengono scartate.



**Figura 3.8** Spettrometro di massa con ionizzazione a plasma accoppiato induttivamente

Lo spettrometro di massa sfrutta solitamente un analizzatore di massa a quadrupolo. Gli ioni vengono separati in base al loro rapporto massa/carica e viene prodotto un segnale proporzionale alla concentrazione. Altri analizzatori di massa utilizzati nella ICP-MS includono sistemi a doppia focalizzazione, sia con collettori singoli che multipli, e sistemi a tempo di volo con acceleratori assiali o ortogonali.

### **3.4.2.2 Cromatografo ionico**

La cromatografia ionica è una tecnica di separazione analitica basata su interazioni ioniche.

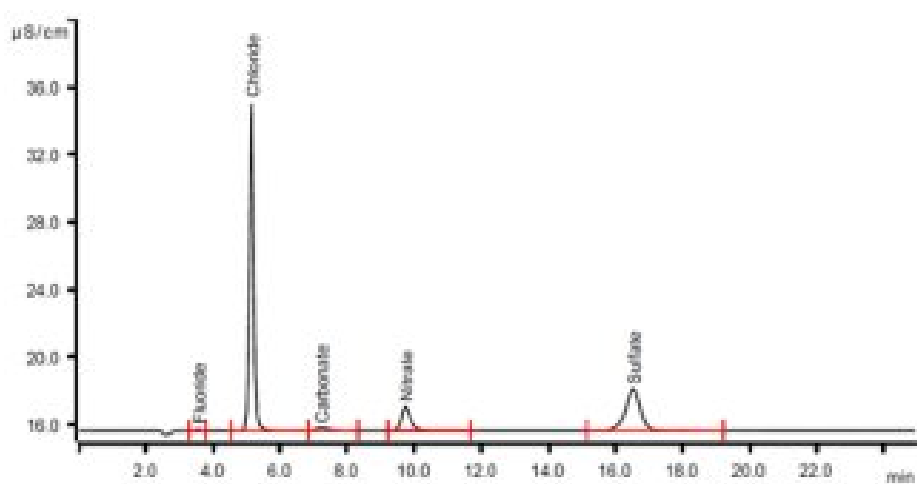
Gli analiti disciolti in una fase mobile competono con gli ioni eluenti per adsorbirsi sulla superficie di una fase stazionaria contenente siti attivi ionizzati. Durante la separazione, gli ioni presenti nella fase mobile vengono separati gli uni dagli altri in base alla diversa affinità per ciascuno dei siti ionizzati della fase stazionaria e alla loro carica elettrica. Per questo viene chiamata anche cromatografia a scambio ionico.

Come le altre metodiche cromatografiche è in grado di effettuare determinazioni sia qualitative che quantitative.



**Figura 3.9** *Cromatografo Ionico*

Con la cromatografia anionica si ricavano i parametri di fluoruri, cloruri, nitriti, bromuri, nitrati, fosfati, solfati e ioni organici mentre con la cromatografia cationica litio, sodio, ammonio, potassio, calcio e magnesio.



**Figura 3.10** *Esempio di cromatogramma*

### **3.4.3 Conclusione delle analisi**

Una volta conclusa l'intera analisi del campione, i risultati vengono archiviati e comparati con i limiti di legge dei parametri controllati. Se un valore risulta oltre la soglia limite viene immediatamente segnalato, il campo pozzi da cui proviene tale acqua spento ed eventualmente, se necessario, è emanata un'ordinanza di non potabilità per l'area interessata dal problema. Il laboratorio di analisi di Acque Veronesi Scarl ha una mole di analisi da effettuare ogni giorno, tale per cui sono in grado di ammortizzare i costi elevati dell'acquisto di apparecchiature all'avanguardia, che in molti casi, una volta preparato il campione eseguono l'analisi in autonomia e caricano i risultati ottenuti direttamente nel software di gestione delle analisi.

# 4 Capitolo

## Analisi dei dati

Ogni anno le società di gestione sono tenute a trasmettere ad ARERA un importante insieme di dati, che vengono successivamente convalidati su base locale dall'EGA competente del territorio.

In questo capitolo verranno analizzati i dati relativi all'indicatore M3 forniti da Acque Veronesi Scarl e da Azienda Gardesana Servizi SpA.

### 4.1 Andamento M3a

Dall'andamento delle ordinanze di non potabilità, ovvero l'indicatore M3a, per i due gestori idrici del territorio della provincia di Verona, risulta che dal 2018 ad oggi, in seguito anche agli investimenti fatti da entrambi i gestori, il tasso delle ordinanze è stabile allo 0,000%.

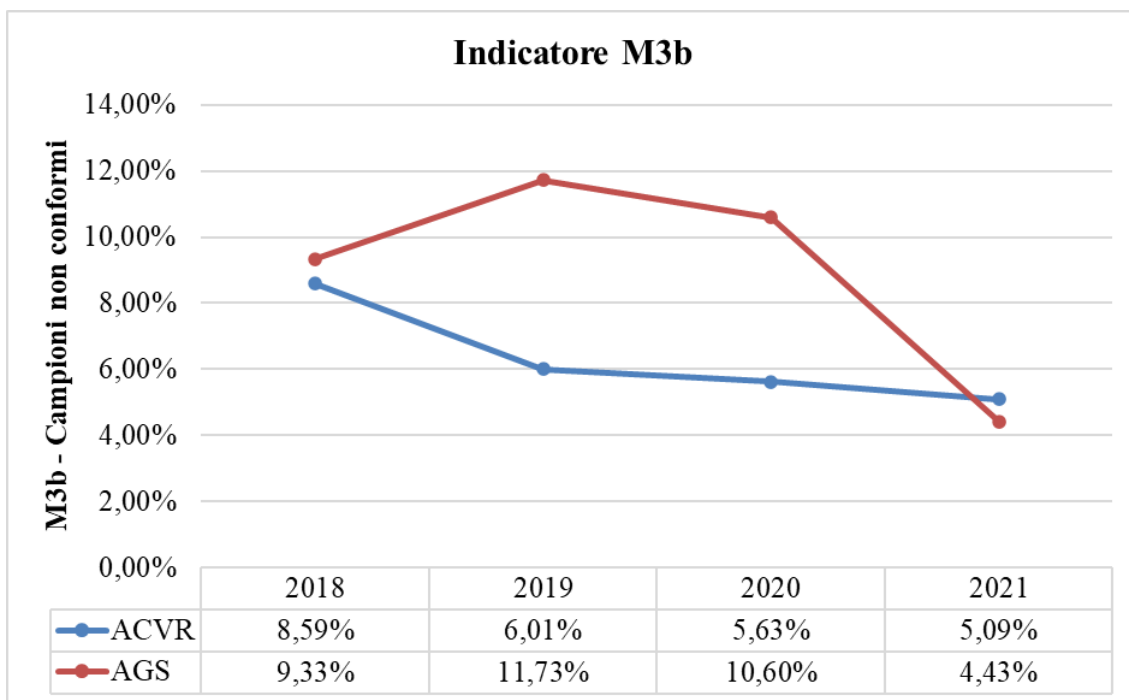
Negli anni 2016 e 2017 invece, sono state emesse dell'ordinanze di non potabilità dell'acqua, sia per Acque Veronesi Scarl che per AGS, ma, nonostante tutto, il loro numero in confronto alla quantità di acqua gestita è positivamente basso. I valori in questione sono rispettivamente 0,002% e 0,004% per ACVR e 0,000% e 0,046% per AGS.

### 4.2 Andamento M3b

L'andamento del tasso di campioni non conformi, ovvero l'indicatore M3b, per i due gestori idrici del territorio della provincia di Verona in correlazione all'anno di gestione, è riportato nella figura 4.1.

I valori calcolati e raffigurati rispecchiano un generale miglioramento, dove nello specifico si nota un decremento di circa la metà per AGS (da un massimo di 11,73% nel 2019 ad un minimo di 4,43% nel 2021) mentre per Acque Veronesi Scarl si nota un progresso lento ma lineare (da un massimo di 8,59% nel 2018 ad un minimo di 5,09% nel 2021).

Questo avanzamento verso condizioni ancora più ottimali, di anno in anno, è frutto degli obiettivi di miglioramento posti da ARERA e dagli investimenti effettuati da entrambi i gestori rispetto a tale tematica.



**Figura 4.1** *Evoluzione di M3b negli anni per i gestori veronesi*

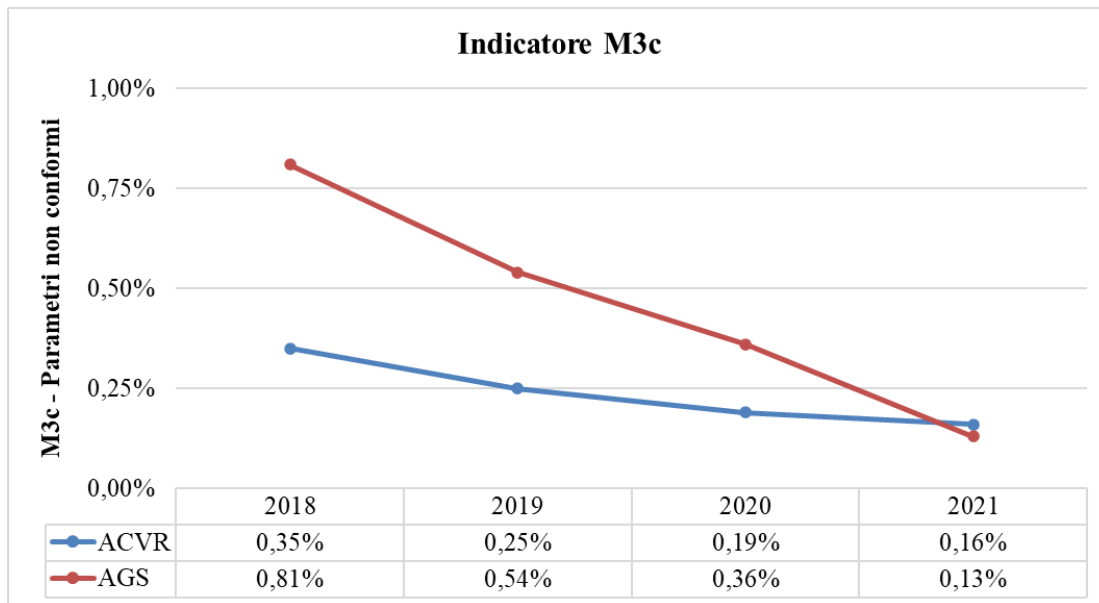
### 4.3 Andamento M3c

L'andamento del tasso di parametri per campione non conformi, ovvero l'indicatore M3c, per i due gestori idrici del territorio della provincia di Verona in correlazione all'anno di gestione, è riportato nella figura 4.2.

I valori calcolati e raffigurati rispecchiano un generale miglioramento, dove nello specifico si nota un marcato decremento per AGS (da un massimo di 0,81% nel 2018 ad un minimo di 0,13% nel 2021) mentre per Acque Veronesi Scarl si nota un progresso lento ma lineare (da un massimo di 0,35% nel 2018 ad un minimo di 0,16% nel 2021).

Questo avanzamento verso condizioni ancora più ottimali, di anno in anno, è frutto degli obiettivi di miglioramento posti da ARERA e dagli investimenti effettuati da entrambi i gestori.

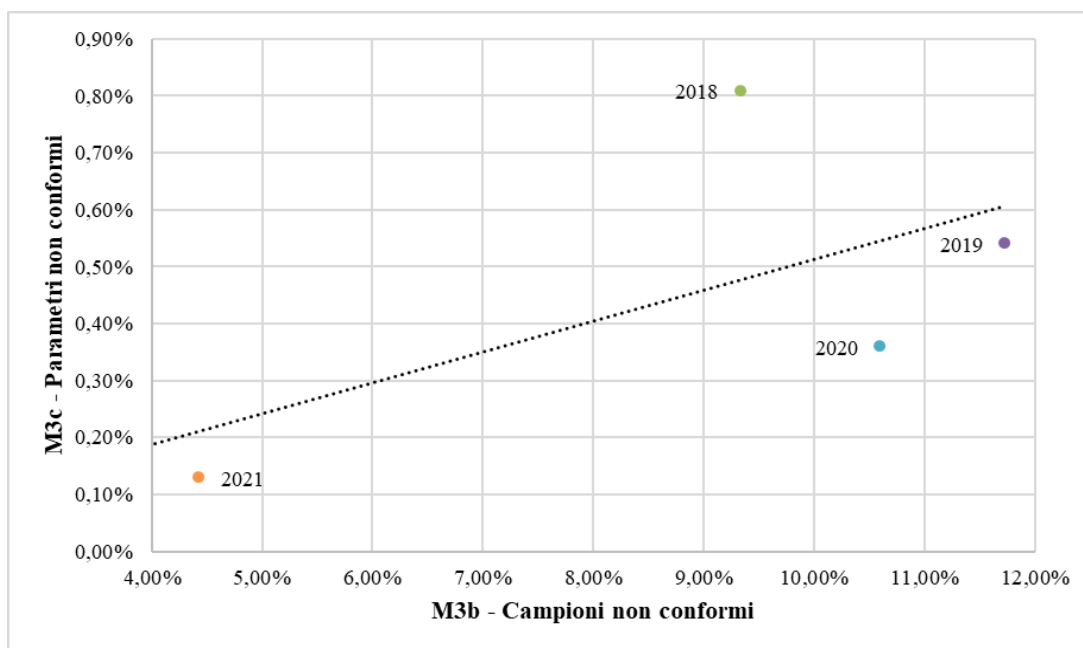




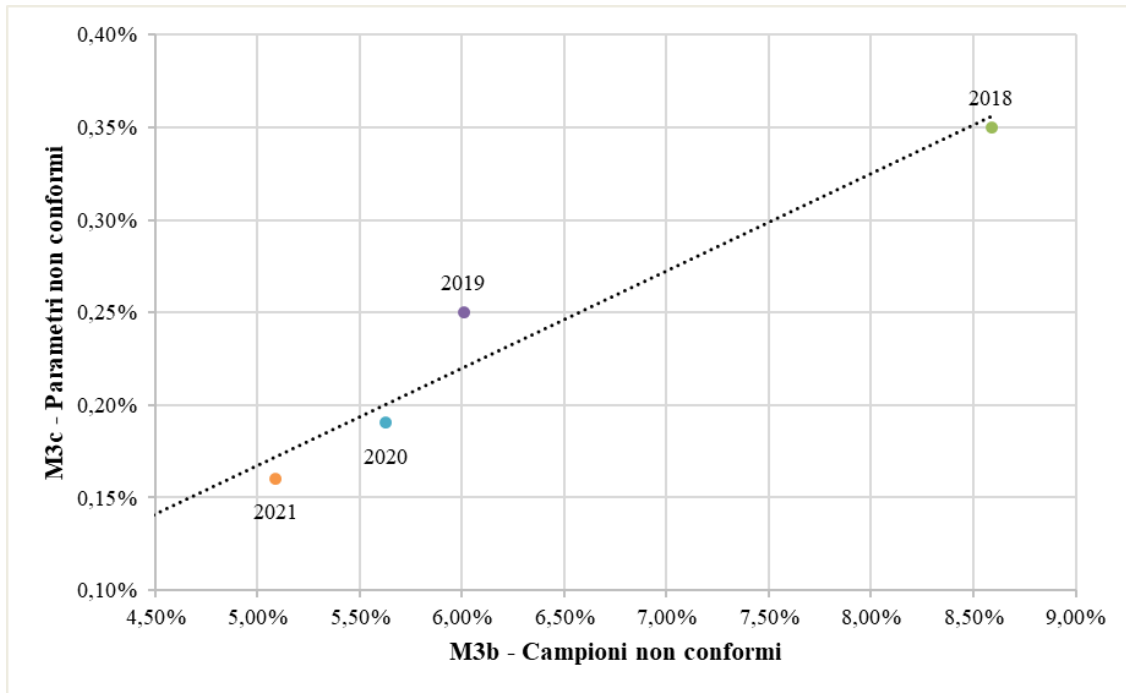
**Figura 4.2** Evoluzione di M3c negli anni per i gestori veronesi

#### 4.4 Confronto M3b con M3c

Nelle figure 4.3 e 4.4 è messo in relazione il sotto-indicatore M3b con M3c, esprimendo i valori dal 2018 al 2021 per i due gestori idrici presi in considerazione. È stata inserita una linea di tendenza che rappresenta il futuro andamento in cui dovrebbero assestarsi i valori, qualora il miglioramento progressivo rimanga come negli anni passati.



**Figura 4.3** Relazione tra M3b e M3c per AGS



**Figura 4.4** *Relazione tra M3b e M3c per ACVR*

## 4.5 Investimenti

Con il piano degli interventi, che ha durata quadriennale, vengono stabiliti gli obiettivi e gli investimenti da eseguire in una visione annuale e pluriennale. La pianificazione degli investimenti è effettuata per proseguire un miglioramento generale del servizio, al fine di raggiungere gli obiettivi richiesti da ARERA. Nella seguente tabella vi è un confronto tra investimenti programmati e realizzati nell'anno 2021.

Acque Veronesi Scarl				
RQTI	2021			
	PROGRAMMATO	REALIZZATO	% realizzazione	OBIETTIVO RQTI RAGGIUNTO
M1	€ 4.025.000	€ 4.626.580	115%	NO
M2	€ 11.947.392	€ 11.173.893	94%	SI
M3	€ 7.035.821	€ 6.301.229	90%	NO
M4	€ 3.969.874	€ 5.547.439	140%	NO
M5	€ 2.077.282	€ 908.168	44%	SI
M6	€ 3.694.974	€ 3.015.153	82%	SI
<b>TOT RQTI</b>	<b>€ 32.750.344</b>	<b>€ 31.572.462</b>	<b>96%</b>	
ALTRO	€ 12.007.983	€ 10.214.863	85%	
<b>TOT</b>	<b>€ 44.758.326</b>	<b>€ 41.787.325</b>	<b>93%</b>	

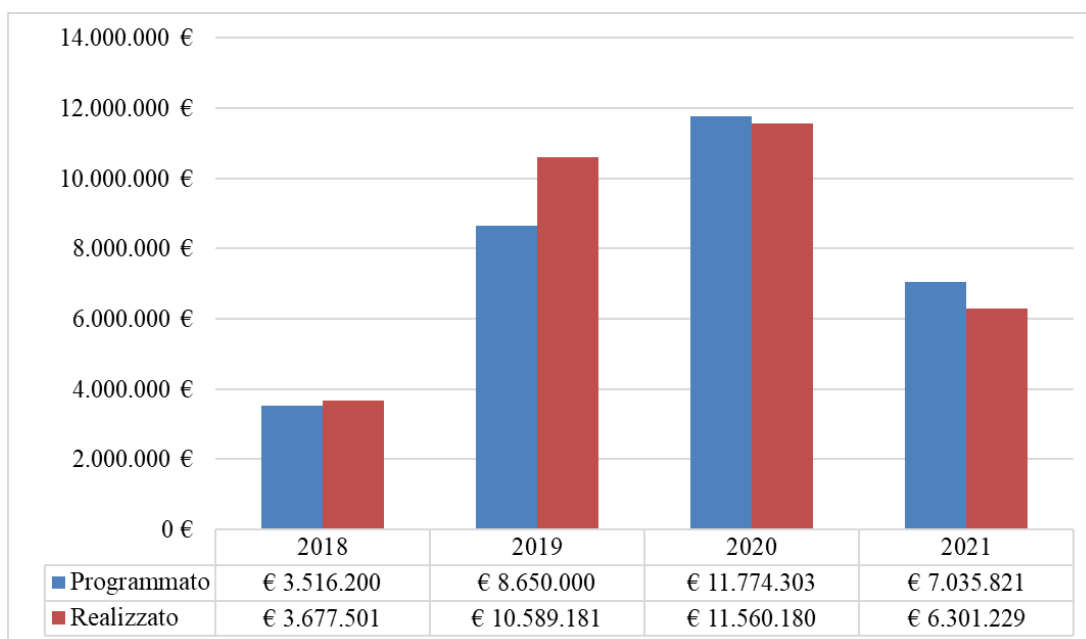
Figura 4.5 Investimenti da parte di ACVR per il 2021

Azienda Gardesana Servizi SpA				
RQTI	2021			
	PROGRAMMATO	REALIZZATO	% realizzazione	OBIETTIVO RQTI RAGGIUNTO
M1	€ 3.023.500	€ 3.526.218	117%	NO
M2	€ 691.000	€ 1.023.451	148%	SI
M3	€ 549.000	€ 217.276	40%	SI
M4	€ 11.335.000	€ 2.493.488	22%	SI
M5	€ 1.100.000	€ 116	0%	SI
M6	€ 1.825.000	€ 198.214	11%	NO
<b>TOT RQTI</b>	<b>€ 18.523.500</b>	<b>€ 7.458.764</b>	<b>40%</b>	
ALTRO	€ 2.501.990	€ 2.479.044,64	99%	
<b>TOT</b>	<b>€ 21.025.490</b>	<b>€ 9.937.808,21</b>	<b>47%</b>	

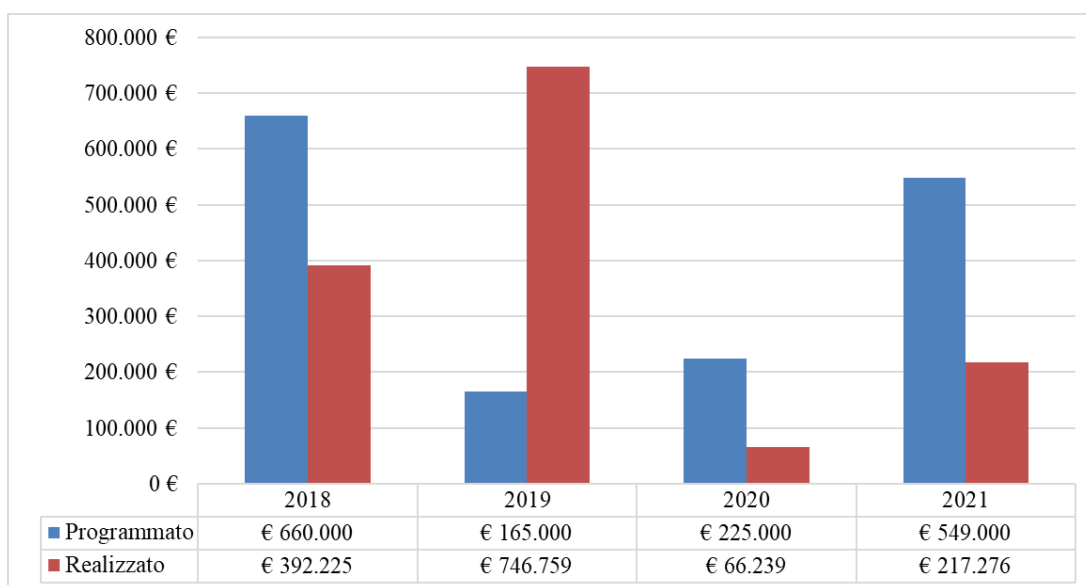
Figura 4.6 Investimenti da parte di AGS per il 2021

Nelle figure 4.5 e 4.6 sono riportati gli investimenti fatti dalle due aziende nel 2021. È visibile, inoltre, se l'obiettivo di qualità tecnica è stato raggiunto o meno.

Nelle figure 4.7 e 4.8 invece è enfatizzato solo il macro-indicatore M3, gli investimenti programmati e quelli realizzati dal 2018 ad oggi.



**Figura 4.7** Investimenti di Acque Veronesi Scarl per M3



**Figura 4.8** Investimenti di Azienda Gardesana Servizi SpA per M3

Dai grafici emerge una sostanziale differenza di investimento tra i due gestori, ma tale distacco è dovuto alla diversa estensione e al diverso numero di impianti gestiti da ciascun gestore.

Acque Veronesi Scarl					Azienda Gardesana Servizi SpA				
	Penalità 2018	Premialità 2018	Penalità 2019	Premialità 2019	INDICATORE	Penalità 2018	Premialità 2018	Penalità 2019	Premialità 2019
M1	-	€ 341.399	€ 749	-	M1	-	-	-	€ 381.883
M2	-	-	-	-	M2	-	-	-	-
M3	-	-	€ 5.717	-	M3	-	€ 182.173	-	€ 209.552
M4	€ 16.808	€ 480.369	-	€ 731.202	M4	-	-	€ 58.256	-
M5	-	€ 47.869	-	€ 50.372	M5	-	€ 47.869	-	€ 50.372
M6	-	-	-	-	M6	-	-	-	-
TOT	€ 16.808	€ 869.637	€ 6.466	€ 781.574	TOT	€ 0	€ 230.042	€ 58.256	€ 641.807

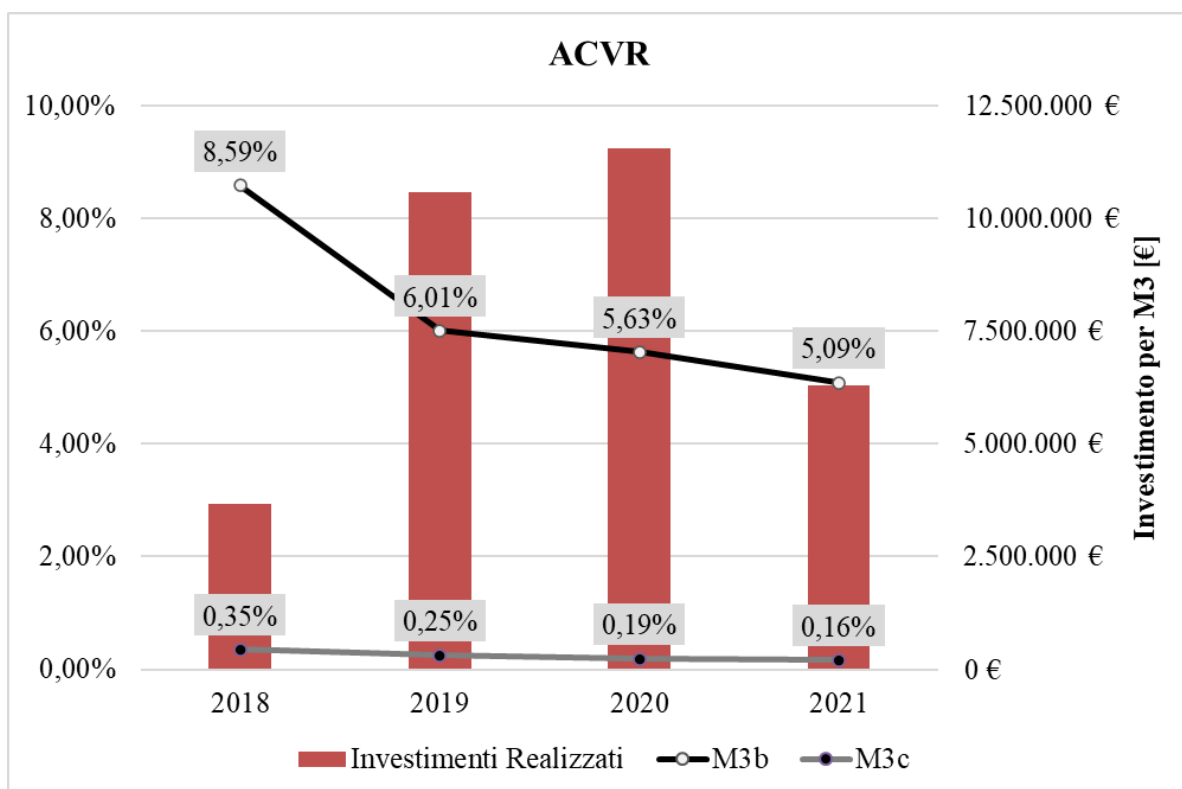
**Figura 4.9** Riassunto premi e penalità per i due gestori

A seconda degli investimenti realizzati, ci sono stati dei miglioramenti, ma qualora il gestore non abbia raggiunto l'obiettivo di qualità tecnica, vengono erogate delle penalità. Se invece l'obiettivo viene raggiunto è previsto un premio.

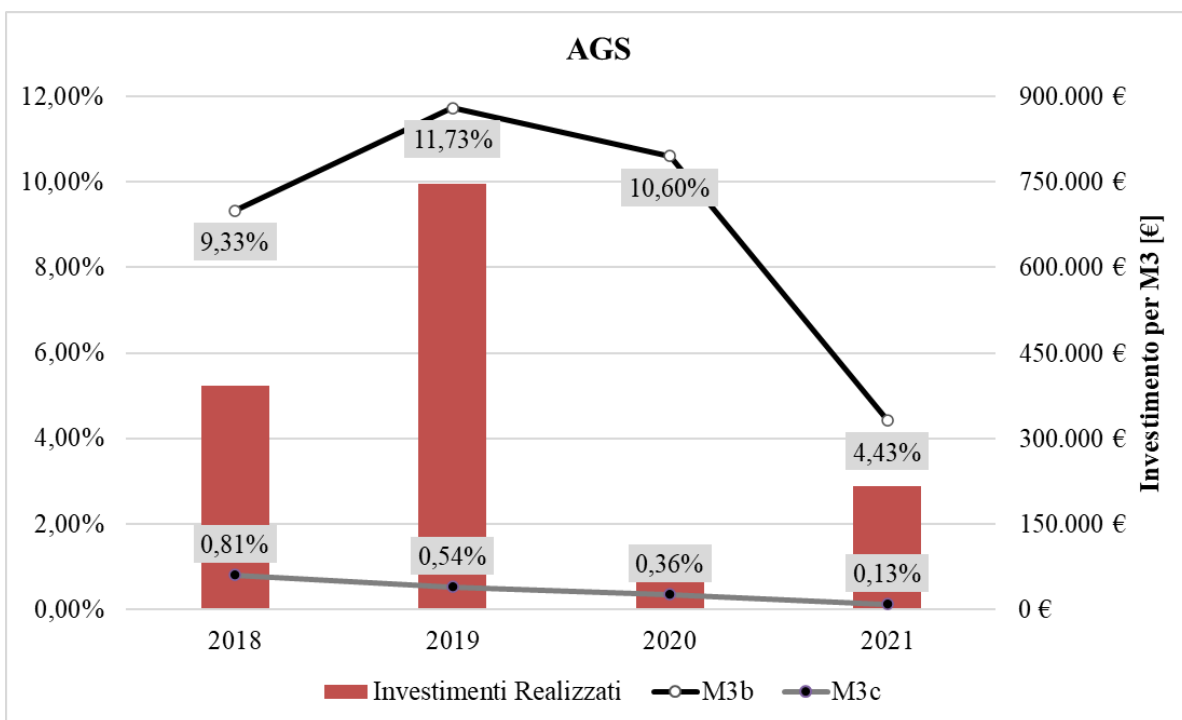
Il totale dei premi elargiti nel 2022, riguardante la raccolta dati 2018-2019, contando tutti i gestori idrici ammessi al meccanismo incentivante, è di 63,2 milioni di euro per il 2018 mentre nel 2019 è di 72,16 milioni di euro. Nello specifico Acque Veronesi Scarl ha ricevuto 1.651.211€ mentre Azienda Gardesana Servizi SpA 871.849€. Facendo un confronto generale tra i gestori veneti ma anche nazionali, ACVR e AGS risultano particolarmente performanti e superiori alla media.

#### **4.6 Correlazione M3 ed investimenti**

Nelle figure 4.10 e 4.11 è visibile come ci sia un collegamento tra il capitale investito per il miglioramento del servizio acquedotto e l'effettivo progresso positivo dell'indicatore relativo alla qualità dell'acqua erogata M3, riportato sotto forma di andamento dei sotto-indicatori M3b e M3c.



**Figura 4.10** Correlazione tra M3 e investimenti per Acque Veronesi Scarl



**Figura 4.11** Correlazione tra M3 e investimenti per Azienda Gardesana Servizi SpA

Dai grafici non è definibile una correlazione lineare e proporzionale tra gli investimenti realizzati e il miglioramento dei valori di M3b e M3c, però è tangibile come l'andamento degli indicatori sia frutto dei finanziamenti effettuati.

## **4.7 Conclusioni**

Il percorso di studio svolto sulle modalità di calcolo e verifica della qualità tecnica, con particolare riferimento all'indicatore della qualità dell'acqua potabile immessa in rete, ha permesso di mettere in risalto le procedure operative di misura e controllo attuate dalle società di gestione, dall'ULSS, dall'EGA e da ARERA. In particolare, la procedura imposta da ARERA è garanzia di validità dei dati raccolti e confrontabilità degli indicatori successivamente calcolati.

Per questo studio sono stati analizzati i due operatori Acque Veronesi Scarl e Azienda Gardesana Servizi SpA, operanti nell'ATO veronese, anche se in Italia se ne contano 203 che partecipano a questo meccanismo istituito da ARERA.

Dall'approfondimento dei dati calcolati e forniti si può delineare un discreto andamento di ACVR e AGS, sia per il solo indicatore M3 sia in una visione generale delle aziende.





# Bibliografia

- [1] *Regolazione della qualità tecnica del servizio idrico integrato ovvero di ciascuno dei singoli servizi che lo compongono (RQTI)*, Allegato A della delibera n. 917/2017/R/IDR (Versione integrata con le modifiche apportate con le deliberazioni 609/2021/R/IDR e 639/2021/R/IDR).
  
- [2] Franchini Luciano, *La gestione del servizio idrico integrato, Alcuni spunti di approfondimento*, 2021.
  
- [3] *Chiusura della fase di monitoraggio dei dati relativi all'anno 2018 e 2019 – edizione 2020*, Determinazione n. 45 del 16 luglio 2020, Bacino di Consiglio Veronese.
  
- [4] *Chiusura della fase di monitoraggio dei dati relativi all'anno 2020 e 2021 – edizione 2022*, Determinazione n. 48 del 28 aprile 2022, Bacino di Consiglio Veronese.
  
- [5] *Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano*, Decreto Legislativo 2 febbraio 2001, n. 31.



# Ringraziamenti

Alla fine di questo lavoro desidero ringraziare innanzitutto il personale del Bacino di Consiglio Veronese, l'Ing. Luciano Franchini, l'Ing. Valentina Modena e la Dott.ssa Ulyana Avola per avermi assistito ed aiutato per qualsiasi mio dubbio o perplessità sorti durante il tirocinio. Grazie a loro mi sono appassionato e oserei dire anche divertito nell'eseguire le mie attività.

Ringrazio inoltre il Prof. Mirto Mozzon per l'assistenza fornitami, anche in brevissimo tempo, nello sviluppo della relazione finale.

Non posso non ringraziare la mia famiglia che si è sempre preoccupata per me e che mi ha sempre supportato nelle mie scelte accademiche. In particolare, mio fratello Giovanni che mi ha sollevato anche in periodi poco lucenti, e mia sorella Margherita che col suo ragazzo Giacomo mi hanno saputo dare importantissimi consigli su come proseguire in questo percorso.

Infine, ringrazio i miei amici, perché ognuno a suo modo ha saputo aiutarmi ad arrivare a questo primo obiettivo che è la Laurea. In particolare, i miei due compagni di università e di studi Andrea e Davide, poiché senza di loro non sarei arrivato dove sono ora.





