

**STUDIO DI EFFICACIA PRESTAZIONALE DI SISTEMA A  
OSMOSI INVERSA PER IL RICONDIZIONAMENTO DI  
ACQUE POTABILI CON SISTEMA DI  
RIMINERALIZZAZIONE**

**“*ECOLINE ENERGY TD*”**

soggetto commissionante lo studio:

**ECOLINE**

**di Starnini Stefano & C. s.a.s.**

Via Domenico Martoni, 9/11  
47100 – Forlì (FC)

A cura della Direzione tecnica del Laboratorio



## INDICE

1.	INTRODUZIONE .....	3
2.	REQUISITI DEL CONDUCENTE LO STUDIO .....	3
3.	CLAUSOLA DI SALVAGUARDIA.....	3
4.	PIANO SPERIMENTALE.....	3
4.1	Oggetto della sperimentazione.....	3
4.2	Breve descrizione del sistema oggetto di studio.....	3
4.3	Contaminanti idrici indesiderati sottoposti a studio.....	4
5.	RISULTATI DELLA SPERIMENTAZIONE .....	6
5.1	Concentrazione idrogenionica (pH) .....	6
5.2	Residuo secco 180°C (solidi totali disciolti).....	7
5.3	Conduttività (20°C).....	8
5.4	Durezza.....	9
5.5	Calcio .....	10
5.6	Magnesio.....	11
5.7	Ferro .....	12
5.8	Alluminio .....	13
5.9	Manganese.....	14
5.10	Rame .....	15
5.11	Piombo.....	16
5.12	Nichel .....	17
5.13	Solfato.....	18
5.14	Cloruro .....	19
5.15	Ammonio.....	20
5.16	Nitrato .....	21
5.17	Nitrito .....	22
5.18	Triclorometano (cloroformio) (come vece dei trialometani, THM) .....	23
6.	CONCLUSIONI.....	24
7.	AVVERTENZE.....	24
8.	DOCUMENTI E BIBLIOGRAFIA.....	24

Forlì, 05 settembre 2008

## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento rappresenta la relazione finale di uno studio condotto da “*TecnoLab Alimentare S.n.c. di Paganelli Dott. Ermes e Pazzi Dott. Lorenzo*” (di seguito detta *TecnoLab Alimentare S.n.c.*, o “*Laboratorio*”) a beneficio di “*ECOLINE di Starnini Stefano & C. s.a.s.*”, Via Domenico Martoni, 9/11, Forlì, circa le caratteristiche prestazionali del sistema a osmosi inversa e rimineralizzazione “*Ecoline Energy TD*” per il ricondizionamento di acque potabili.

## 2. REQUISITI DEL CONDUCENTE LO STUDIO

“*TecnoLab Alimentare S.n.c. di Paganelli Dott. Ermes e Pazzi Dott. Lorenzo*” è una società che attraverso il proprio laboratorio di prova eroga principalmente servizi di prova ai fini dell'autocontrollo/HACCP di cui al Reg. (CE) n. 852/04, Reg. (CE) n. 853/04, Reg. (CE) n. 2073/05 (mod. da Reg. (CE) n. 1441/07), D.Lgs. 193/07; a tal fine il laboratorio è accreditato SINAL con n° 0799, ed è inserito con n° 008/FO/001 nell'elenco dei laboratori della Regione Emilia-Romagna riconosciuti ad eseguire prove per l'autocontrollo (elenco di cui alla *Delibera Regione Emilia-Romagna 05 marzo 2007, n. 236*); il laboratorio è inoltre registrato presso il Ministero dell'Agricoltura giapponese per il riconoscimento dei certificati sanitari emessi in accompagnamento ai prodotti alimentari esportati in Giappone (*notifica del Ministero della Salute prot. 2329-04/02/2004-M.S.DGVA-P*).

## 3. CLAUSOLA DI SALVAGUARDIA

Tutte le conclusioni dello studio qui presentate sono esclusivamente riferibili ai parametri di prova e alle condizioni imposte dal piano sperimentale di cui al seguente *paragrafo 3*.

La *TecnoLab Alimentare S.n.c.* declina la responsabilità su qualsiasi speculazione tecnica diversa dalle conclusioni riportate nel presente studio.

Vietata la riproduzione parziale del presente documento senza il preventivo consenso scritto del Laboratorio.

## 4. PIANO SPERIMENTALE

### 4.1 Oggetto della sperimentazione

Il piano sperimentale ha per oggetto lo studio di efficacia prestazionale del sistema *ECOLINE “Energy TD”*, destinato al ricondizionamento delle acque potabili.

Il sistema oggetto di studio era rappresentato da una macchina nel pieno delle proprie capacità funzionali.

### 4.2 Breve descrizione del sistema oggetto di studio

Così come dichiarato dal fabbricante “*ECOLINE*”, il sistema oggetto di studio “*Energy TD*” è destinato al trattamento di acqua già in possesso dei requisiti di potabilità (come definita dal *D.Lgs. 31/2001* e succ. mod. e integ.), ricondizionandone tuttavia le caratteristiche minerali e organolettiche, potendo in generale ridurne il contenuto salino originario.

Ai fini della sua funzione, il sistema prevede tre fasi successive di trattamento dell'acqua in ingresso:

- pretrattamento ad adsorbimento con carboni attivi (2,5" x 11" 5 µm);
- demineralizzazione per osmosi inversa (membrane “*filmtec 1812 100 GPD*”)
- ricondizionamento minerale per passaggio su c.d. “*filtro minerale*” (2" x 11" *Miner cau/dol*); in particolare, attraverso un'opportuna valvola di regolazione, l'utilizzatore può regolare il livello di mineralizzazione finale.

## 4.3 Contaminanti idrici indesiderati sottoposti a studio

Ai fini della sperimentazione si è voluto verificare, da parte del sistema "Energy TD", l'efficacia nella rimozione di alcuni contaminanti chimici indesiderati o indesiderabili potenzialmente presenti nelle acque potabili, la cui natura è riportata nella seguente tab. 1.

tab. 1 – Contaminanti chimici oggetto di studio

CONTAMINANTI CHIMICI		
Nichel	Magnesio	Cloruro
Piombo	Alluminio	Residuo secco 180°C
Rame	Ammonio	Durezza
Manganese	Nitrato	Conducibilità
Ferro	Nitrito	Triclorometano (come vece dei trialometani, THM)
Calcio	Solfato	

A tal fine, un campione costituito da acqua distillata di grado analitico è stata contaminata artificialmente con le predette sostanze chimiche; in particolare, le specie chimiche contaminanti sono state aggiunte in quantità generalmente superiore a quello presente nelle acque destinate ad uso potabile, o al rispettivo *valore di parametro* stabilito per la potabilità dell'acqua dal *Decreto Legislativo del 2 febbraio 2001, n. 31, "Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano"* (e succ. mod. e integ.).

Tale campione idrico è poi stato sottoposto a trattamento da parte del sistema oggetto di studio; in particolare, al fine di verificare l'efficacia funzionale del sistema nella rimozione dei contaminanti indesiderati e indesiderabili, è stato effettuato un prelievo di campione idrico immediatamente dopo il trattamento a membrane a osmosi inversa.

Infine, poiché lo stesso sistema "Ecoline" prevede, come fase di trattamento finale, un ricondizionamento dell'acqua per passaggio della medesima su rocce minerali, di questa è stata caratterizzata la composizione chimica in uscita, attraverso la determinazione dei parametri indicatori di cui a tab. 2 (quando il sistema è regolato al livello massimo di mineralizzazione).

tab. 2 – Parametri chimici e chimico-fisici indicatori della fase di rimineralizzazione dell'acqua

PARAMETRO
Residuo secco 180°C
Conducibilità
Durezza
Concentrazione idrogenionica (pH)

*Si sottolinea in ogni caso che, affinché le prestazioni del sistema Ecoline "Energy TD" siano mantenute ai più alti livelli di efficacia prestazionale di seguito dimostrati, è indispensabile sottoporre l'apparecchiatura a regolare manutenzione semestrale, così come indicato dal costruttore/installatore.*

Laboratorio di prova nell'elenco della Regione Emilia Romagna dei laboratori per l'autocontrollo alimentare (n. 008/FO/001)

Via Martoni, 7 (int. 5) - 47100, Forlì - tel/fax: 0543.797269 - E-mail: info@tecnolabalimentare.it - C.F. e P.IVA 03604310403

Prove per l'autocontrollo per cui il laboratorio è inserito nell'elenco regionale: a) enumerazioni su matrici alimentari, mangimi e superfici: Microrganismi mesofili aerobi (30°C); *Enterobacteriaceae* (30°C); Coliformi (30°C); Coliformi termotolleranti; *E. coli* β-glucuronidasi positivi; Stafilococchi coagulasi positivi; Enterococchi; Muffe e Lieviti; Batteri anaerobi solfitoriduttori; Clostridi solfitoriduttori: *Cl. perfringens* presuntivo; *B. cereus* presuntivo; *L. monocytogenes* (solo su matrici alimentari e mangimi); b) ricerche su matrici alimentari, mangimi e superfici: *Salmonella spp.*; *L. monocytogenes*; *Y. enterocolitica* presuntiva; *E. coli* O 157 (mangimi esclusi); c) ricerche su matrici alimentari: *Campylobacter spp.*; d) enumerazioni su acque destinate o da destinarsi a uso potabile: Computo delle colonie 37°C e 22°C; Batteri coliformi (37°C); *E. coli*; Enterococchi; Clostridi solfitoriduttori (spore incluse); *Clostridium perfringens* presuntivo (spore incluse); *Ps. aeruginosa*. Laboratorio analisi registrato presso il Ministero dell'Agricoltura giapponese per il riconoscimento dei certificati sanitari emessi in accompagnamento ai prodotti alimentari esportati in Giappone.

Parte delle prove (o tutte le prove) sono state variabilmente affidate a laboratori di subappalto è ciò in funzione delle capacità tecniche del laboratorio di prova "TecnoLab Alimentare s.n.c."

In ogni caso, anche in funzione del campo di misura, i metodi di prova impiegati per il dosaggio dei contaminanti chimici sono stati i seguenti (tab. 3):

tab. 3 – Metodi di prova impiegati

PARAMETRO	METODO DI PROVA
Durezza	Rapporti ISTISAN 2007/31 Pag 60 Met ISS BEC 031
Residuo secco 180°C	Rapporti ISTISAN 2007/31 Pag 65 Met ISS BFA 032
Cloruro	Rapporti ISTISAN 2007/31 Pag 41 Met ISS BEA 020 APAT CNR IRSA 4090 Man 29 2003
Concentrazione idrogenionica (pH)	Rapporti ISTISAN 2007/31 Pag 68 Met ISS BEA 023
Conduttività a 20°C	Rapporti ISTISAN 2007/31 Pag 55 Met ISS BDA 022
Solfato	APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater ed 21st 2005 4500 D APAT CNR IRSA 4140 Man 29 2003
Ammonio	Rapporti ISTISAN 2007/31 Pag 36 Met ISS BHE 019 APAT CNR IRSA 4030 Man 29 2003
Nitrato	APAT CNR IRSA 4040 A1 Man 29 2003
Calcio	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 51 Met ISS BEC 041 APAT CNR IRSA 3130 Man 29 2003
Magnesio	CNR IRSA 2040 Q 100 1994 APAT CNR IRSA 3180 Man 29 2003
Alluminio	APAT CNR IRSA 3050 Man 29 2003
Nitrito	APAT CNR IRSA 4050 Man 29 2003
Piombo	APAT CNR IRSA 3230 Man 29 2003
Nichel	APAT CNR IRSA 3220 Man 29 2003
Rame	APAT CNR IRSA 3250 Man 29 2003
Manganese	APAT CNR IRSA 3190 Man 29 2003
Ferro	APAT CNR IRSA 3160 Man 29 2003
Trialometani totali	EPA 5030B 1996 + 8260C 2006

Legenda dei riferimenti analitici - [APAT CNR IRSA](#): Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici; Consiglio Nazionale delle Ricerche; Istituto di Ricerca sulle Acque – "Metodi analitici per le acque"(voll. 1,2 ,3)", Manuale 29/2003 – [EPA](#): U.S. Environment Protection Agency – [Rapporti ISTISAN 2007/31](#): Istituto Superiore di Sanità, Metodi analitici di riferimento per le acque destinate a consumo umano ai sensi del D.Lgs. 31/01. Metodi chimici - Rapporto ISTISAN 2007/31 – [APHA](#): American Public Health Association

## 5. RISULTATI DELLA SPERIMENTAZIONE

Di seguito si riportano i risultati dell'abbattimento dei contaminanti chimici ad opera del nuovo sistema "ECOLINE" operante a osmosi inversa, "Energy TD".

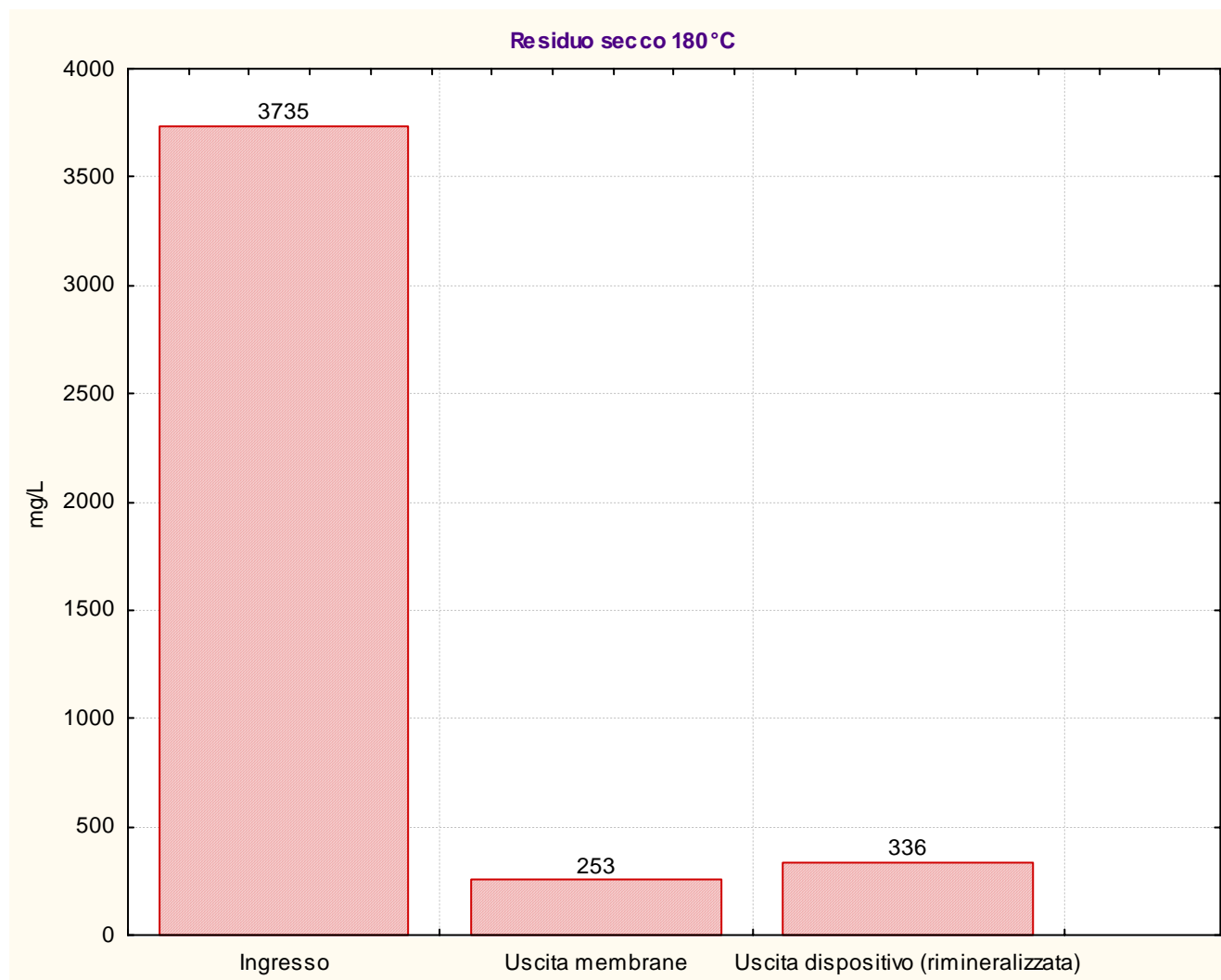
Preliminarmente alla presentazione dei risultati, si riferiscono sia il corrispondente valore di parametro di cui al *D.Lgs. 31/01* (e succ. mod. e integ.), sia alcune brevi informazioni monografiche dei contaminanti oggetto dello studio, tratte dal documento dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO/OMS) "Guidelines for drinking-water quality. vol. 1. Recommendations (incorporating first addendum) - 3<sup>rd</sup> ed., 2006".

### 5.1 Concentrazione idrogenionica (pH)

- *Valore di parametro:* superiore a 6,5 e inferiore a 9,5 unità di pH (note: l'acqua non deve essere aggressiva).
- *Note monografiche:* il pH è un indice di aggressività dell'acqua: come riferito da *D.Lgs. 31/01* (e succ. mod. e integ.), l'acqua non deve essere aggressiva, e ciò al fine di minimizzare la corrosione delle condutture e delle tubazioni; un mancato adempimento delle indicazioni del valore di parametro previsto dal citato decreto può dar luogo a contaminazioni dell'acqua potabile e ad effetti indesiderati per quanto riguarda altri parametri quali: odore, sapore e aspetto dell'acqua.
- *Risultati:* al termine del trattamento, il valore di pH dell'acqua, inizialmente di 5,2, risulta rettificato a valore di 8,8 unità di pH (acqua rimineralizzata), il quale risulta protettivo nei confronti delle corrosioni dei materiali metallici delle reti idriche distributive.

## 5.2 Residuo secco 180°C (solidi totali disciolti)

- **Valore di parametro:** 1500 mg/L (valore massimo consigliato).
- **Note monografiche:** il tenore di questo parametro nelle acque potabili ha una rilevanza legata all'accettabilità al consumo; i solidi totali disciolti (residuo secco) possono avere un effetto importante sul sapore dell'acqua. In genere, si ritiene che il sapore dell'acqua sia accettabile quando il livello del residuo secco è contenuto entro 600 mg/L; un'acqua potabile diviene progressivamente sgradevole a livelli di solidi totali disciolti maggiori di 1200 mg/L; tuttavia, se le concentrazioni di solidi disciolti sono estremamente basse, l'acqua può risultare inaccettabile a causa del sapore piatto e insipido. La presenza di alti livelli di residuo secco può causare inconvenienti dovuti ad una eccessiva formazione di depositi nelle tubazioni, nei termosifoni, negli scaldabagni e negli apparecchi domestici. Un livello di solidi totali disciolti di 1000 mg/l è in genere ritenuto accettabile da parte dei consumatori, anche se ciò può variare a seconda delle circostanze locali; non è stato invece proposto un valore per il residuo secco basato su aspetti sanitari.
- **Risultati:** l'acqua in uscita dalle membrane mostra un abbattimento del tenore del parametro di circa il 93%.



## 5.3 Conduttività (20°C)

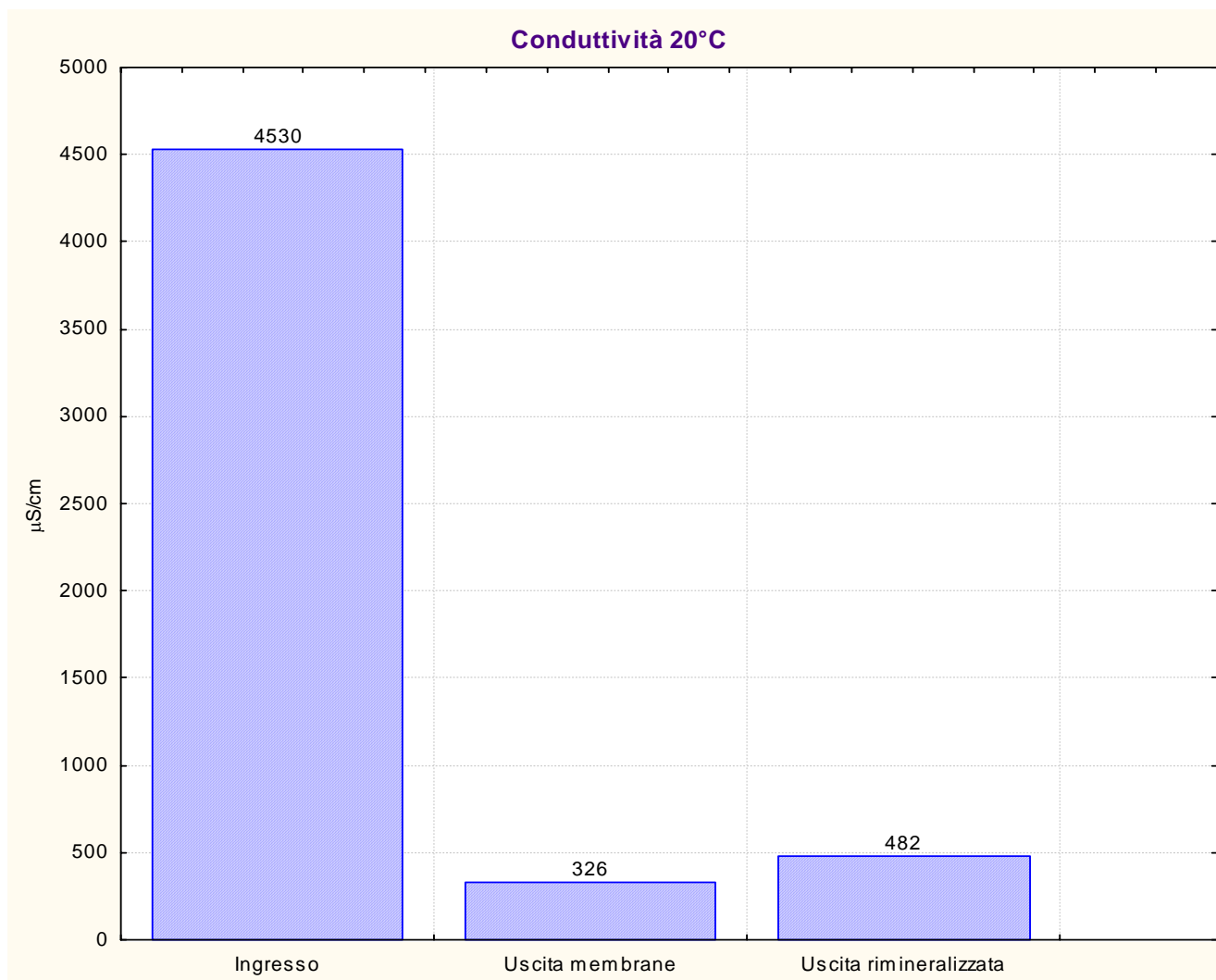
- **Valore di parametro:** 2500 μS/cm (note: l'acqua non deve essere aggressiva)
- **Note monografiche:** il tenore di questo parametro nelle acque potabili ha una rilevanza legata alla costanza compositiva in specie minerali disciolte.

Esiste una stretta relazione tra conduttività di un'acqua e suo residuo secco (solidi totali disciolti) a 180°C:

$$R = \frac{\text{residuo secco } 180^{\circ}\text{C (mg/l)}}{\text{conduttività } 20^{\circ}\text{C (}\mu\text{S/cm)}}$$

Poiché la conduttività in acqua dei diversi sali, a parità di concentrazione, non è la stessa, e dato che la conduttività è proporzionale alla concentrazione delle diverse specie ioniche disciolte, per ogni acqua il rapporto tra residuo e conduttività è costante e caratteristico, e in grado di rilevare eventuali anomale variazioni compositive.

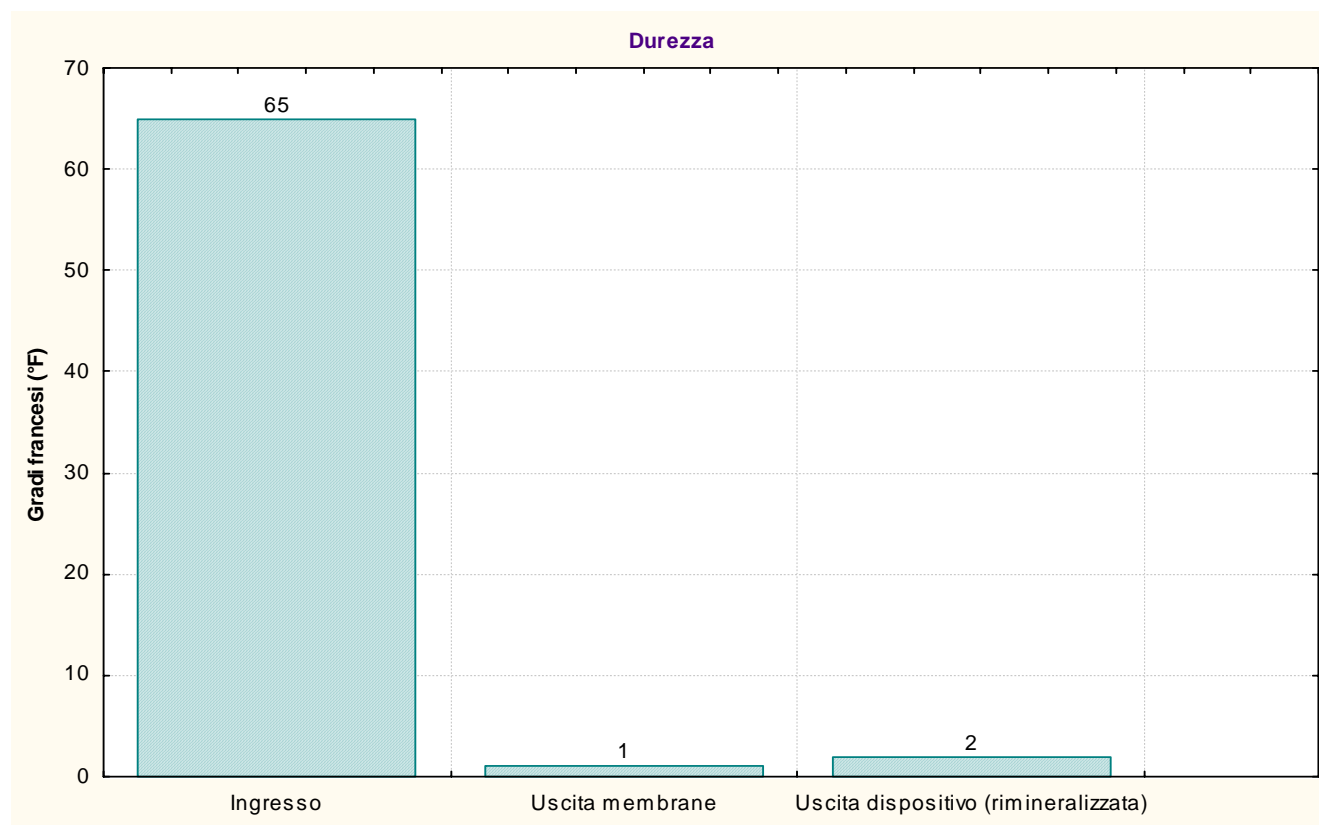
- **Risultati:** l'acqua in uscita dalle membrane mostra un abbattimento del tenore del parametro di circa il 93%.





## 5.4 Durezza

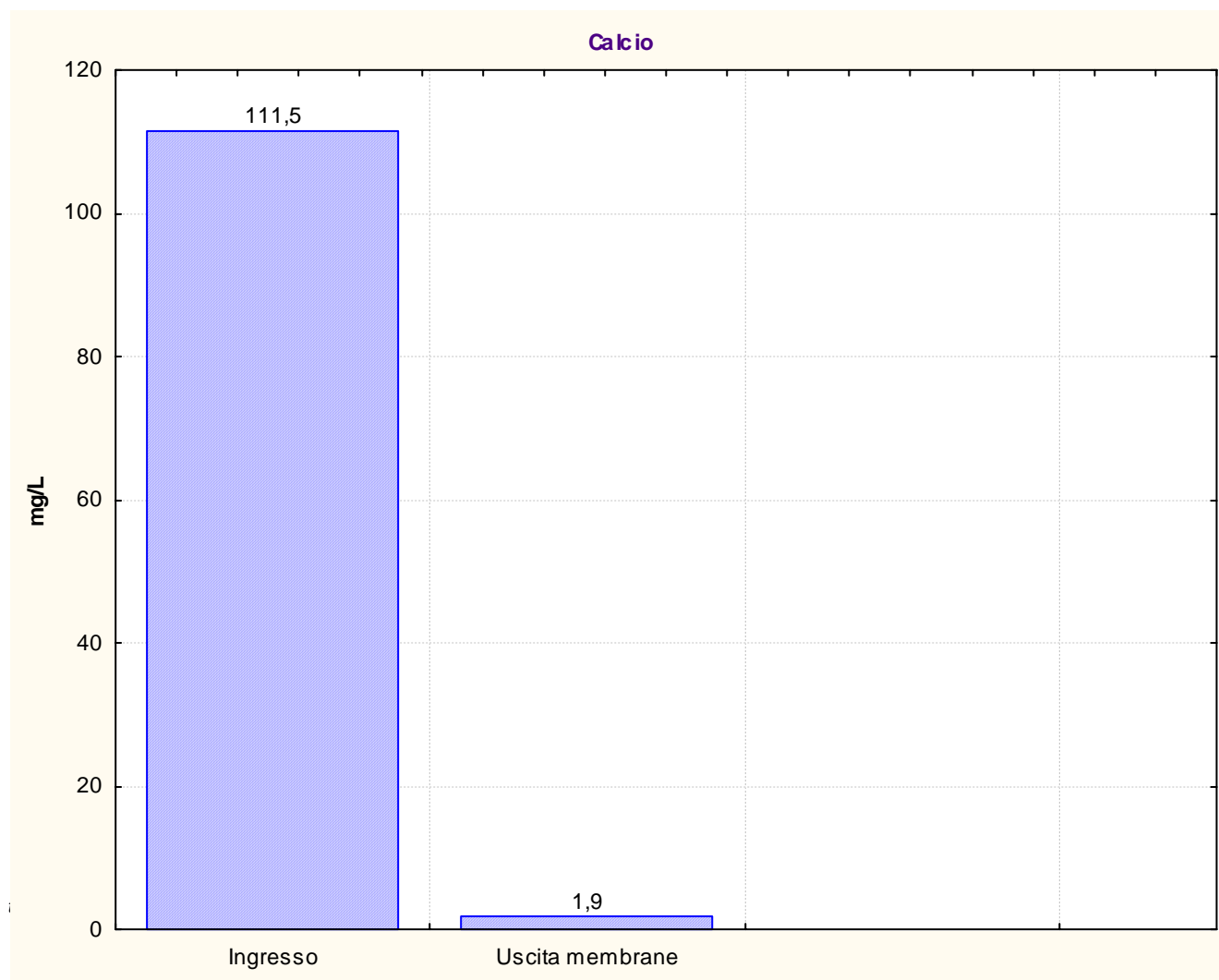
- **Valore di parametro:** 50°F-15 °F (valori consigliati).
- **Note monografiche:** il tenore di questo parametro nelle acque potabili ha una rilevanza legata all'accettabilità al consumo. La durezza di un'acqua è data dalla somma delle quantità di ioni calcio e magnesio presenti in un'acqua; essa è espressa come mg/L di CaCO<sub>3</sub>, o più frequentemente in gradi idrotimetrici francesi (°F) (1 °F = 10 mg/L CaCO<sub>3</sub>). L'accettabilità sensoriale di un'acqua in funzione della durezza può variare in relazione a fattori soggettivi o abitudini locali: in alcuni casi, i consumatori tollerano anche una durezza superiore a 50°F. In ogni caso, il valore soglia per il sapore relativo allo ione calcio è compreso tra 100 e 300 mg/L e dipende dall'anione associato; per il magnesio tale valore è probabilmente inferiore. Si ricorda infine come, anche in relazione all'influenza di altri fattori, come il pH e l'alcalinità, un'eccessiva durezza di un'acqua sia responsabile dei ben noti e indesiderati fenomeni di deposito e incrostazione.
- **Risultati:** l'acqua in uscita dalle membrane mostra un abbattimento del tenore del parametro di circa il 98,5%.



Prove per l'autocontrollo per cui il laboratorio è inserito nell'elenco regionale: a) enumerazioni su matrici alimentari, mangimi e superfici: Microrganismi mesofili aerobi (30°C); *Enterobacteriaceae* (30°C); Coliformi (30°C); Coliformi termotolleranti; *E. coli*  $\beta$ -glucuronidasi positivi; Stafilococchi coagulasi positivi; Enterococchi; Muffe e Lieviti; Batteri anaerobi solfitriduttori; Clostridi solfitriduttori: *Cl. perfringens* presuntivo; *B. cereus* presuntivo; *L. monocytogenes* (solo su matrici alimentari e mangimi); b) ricerche su matrici alimentari, mangimi e superfici: *Salmonella spp.*; *L. monocytogenes*; *Y. enterocolitica* presuntiva; *E. coli* O 157 (mangimi esclusi); c) ricerche su matrici alimentari: *Campylobacter spp.*; d) enumerazioni su acque destinate o da destinarsi a uso potabile: Computo delle colonie 37°C e 22°C; Batteri coliformi (37°C); *E. coli*; Enterococchi; Clostridi solfitriduttori (spore incluse); *Clostridium perfringens* presuntivo (spore incluse); *Ps. aeruginosa*. Laboratorio analisi registrato presso il Ministero dell'Agricoltura giapponese per il riconoscimento dei certificati sanitari emessi in accompagnamento ai prodotti alimentari esportati in Giappone.

## 5.5 Calcio

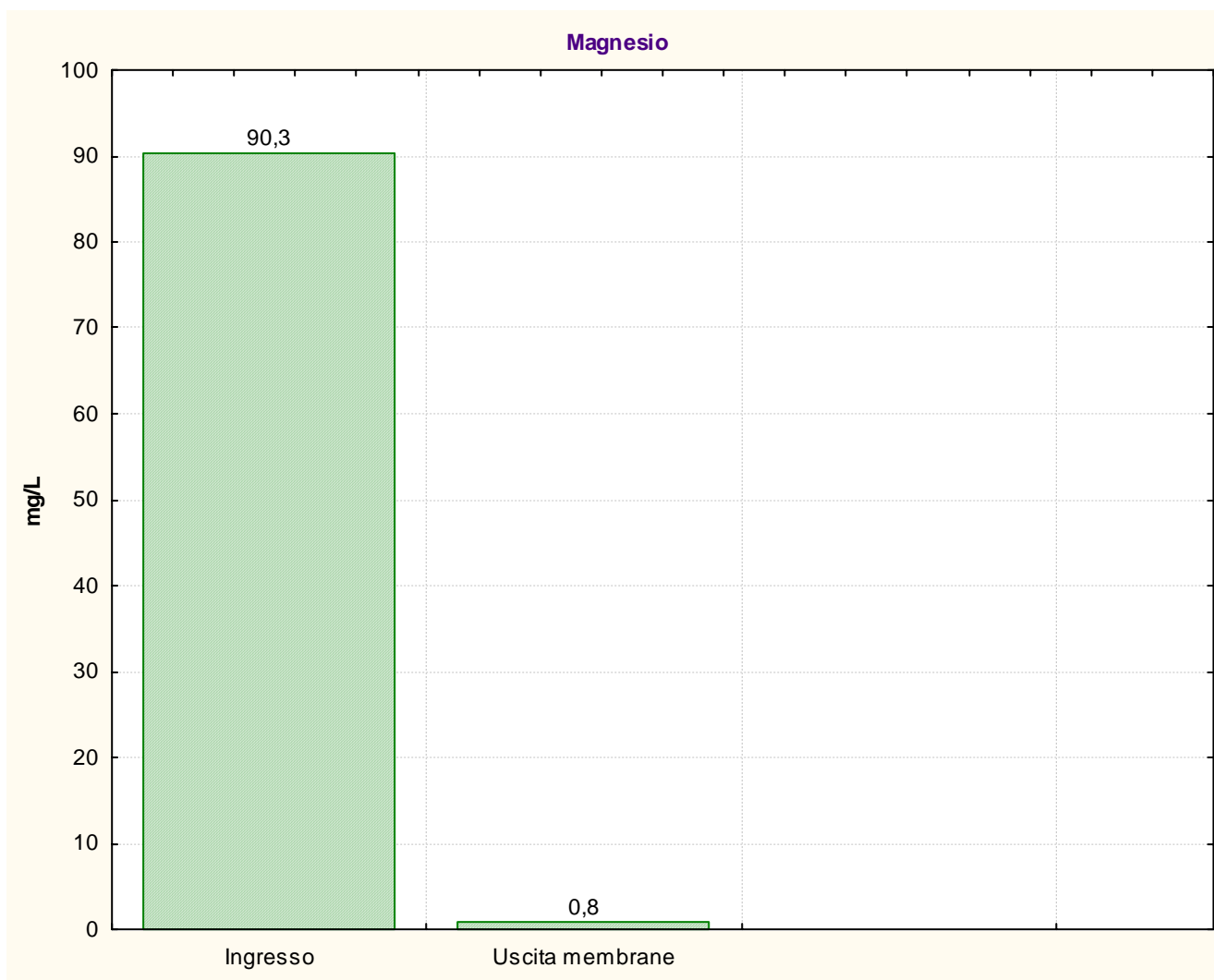
- **Valore di parametro:** parametro non normato (nota: l'abrogato *D.P.R. 236/88* disponeva come VMA per le acque potabili - Valore Massimo Ammissibile - un tenore di 100 mg/L).
- **Note monografiche:** la presenza di questo metallo nelle acque potabili ha una rilevanza legata all'accettabilità al consumo, e in particolare con la durezza di un'acqua (v.).
- **Risultati:** l'acqua in uscita dalle membrane mostra un abbattimento del tenore del parametro di circa il 98%.



Prove per l'autocontrollo per cui il laboratorio è inserito nell'elenco regionale: a) enumerazioni su matrici alimentari, mangimi e superfici: Microrganismi mesofili aerobi (30°C); *Enterobacteriaceae* (30°C); Coliformi (30°C); Coliformi termotolleranti; *E. coli*  $\beta$ -glucuronidasi positivi; Stafilococchi coagulasi positivi; Enterococchi; Muffe e Lieviti; Batteri anaerobi solfitiduttori; Clostridi solfitiduttori: *Cl. perfringens* presuntivo; *B. cereus* presuntivo; *L. monocytogenes* (solo su matrici alimentari e mangimi); b) ricerche su matrici alimentari, mangimi e superfici: *Salmonella spp.*; *L. monocytogenes*; *Y. enterocolitica* presuntiva; *E. coli* O 157 (mangimi esclusi); c) ricerche su matrici alimentari: *Campylobacter spp.*; d) enumerazioni su acque destinate o da destinarsi a uso potabile: Computo delle colonie 37°C e 22°C; Batteri coliformi (37°C); *E. coli*; Enterococchi; Clostridi solfitiduttori (spore incluse); *Clostridium perfringens* presuntivo (spore incluse); *Ps. aeruginosa*. Laboratorio analisi registrato presso il Ministero dell'Agricoltura giapponese per il riconoscimento dei certificati sanitari emessi in accompagnamento ai prodotti alimentari esportati in Giappone.

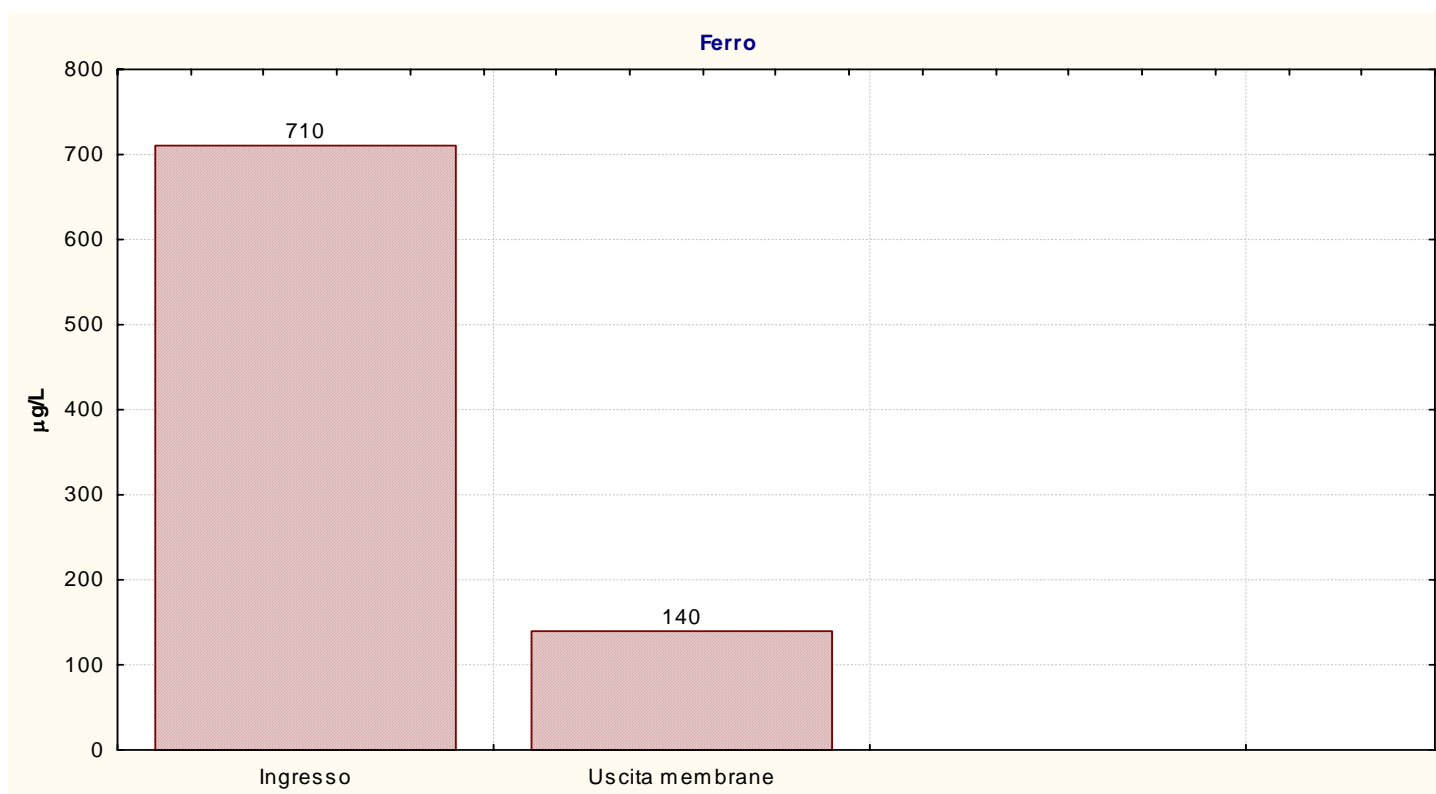
## 5.6 Magnesio

- **Valore di parametro:** parametro non normato (nota: l'abrogato *D.P.R. 236/88* disponeva come VMA per le acque potabili - Valore Massimo Ammissibile - un tenore di 30 mg/L).
- **Note monografiche:** la presenza di questo metallo nelle acque potabili ha una rilevanza legata all'accettabilità al consumo, e in particolare con la durezza di un'acqua (v.).
- **Risultati:** l'acqua in uscita dalle membrane mostra un abbattimento del tenore del parametro di circa il 99%.



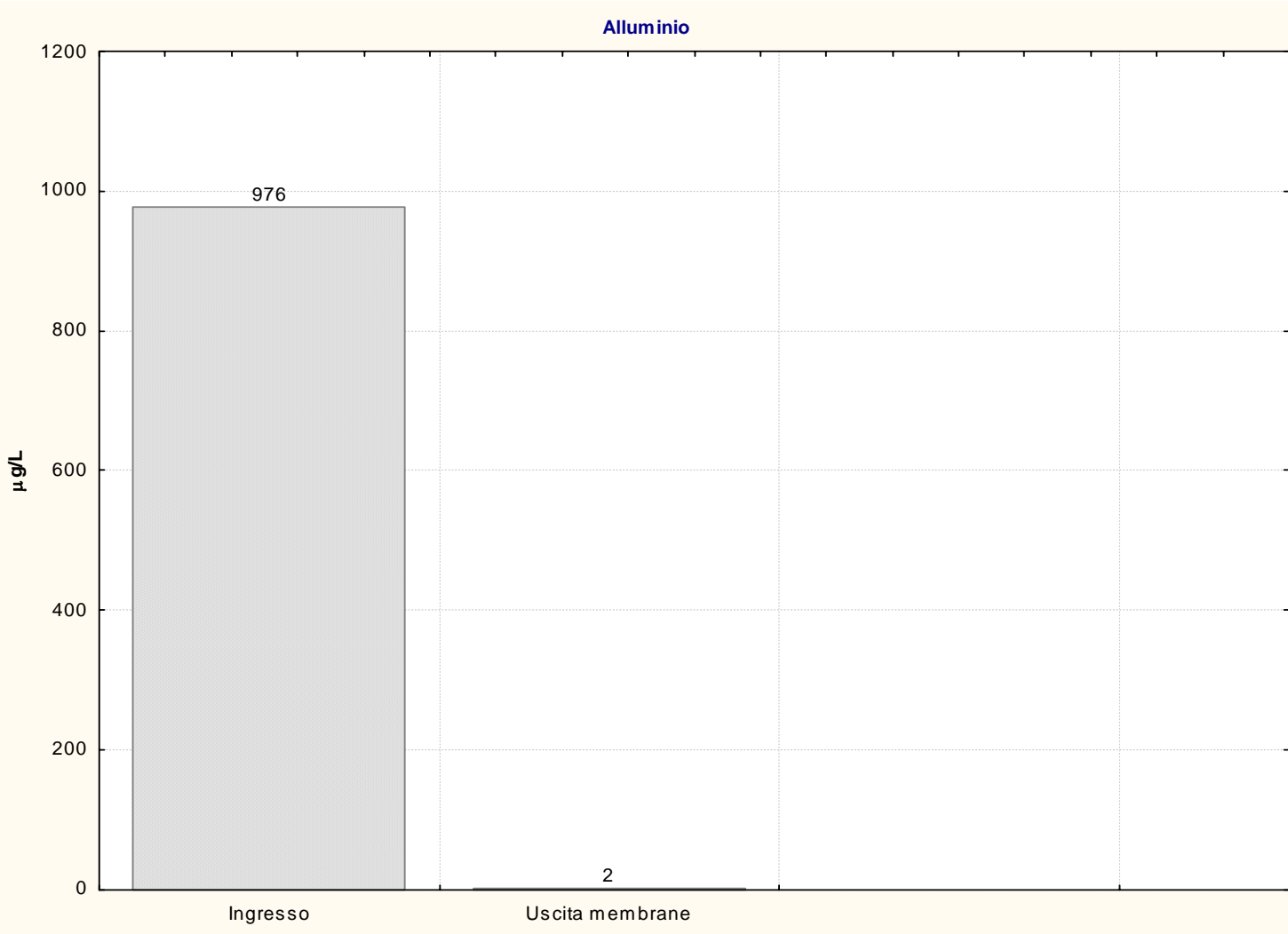
## 5.7 Ferro

- **Valore di parametro:** 200 µg/L.
- **Note monografiche:** la presenza di questo metallo nelle acque potabili ha una rilevanza legata all'accettabilità al consumo. Nelle acque potabilizzate e di rete, la sua presenza è attribuibile all'originaria presenza di ferro nelle acque gregge di approvvigionamento, e all'impiego frequente, presso gli impianti di potabilizzazione, di sali di ferro (es. cloruro ferrico, FeCl<sub>3</sub>) quali agenti coagulanti di chiarificazione; inoltre, è da tenere in considerazione che tutt'oggi le reti idriche domestiche si compongono ancora, in gran parte, di tubature di acciaio (o ghisa), le quali vengono più o meno lentamente corrose dall'acqua, e ciò in funzione della sua "aggressività", descritta da parametri quali pH, alcalinità, durezza, cloruro, solfato. Nelle acque superficiali il ferro è presente generalmente allo stato ferrico (Fe<sup>+3</sup>) poco solubile (e ciò si verifica per pH > 2), quindi in concentrazione raramente elevata (generalmente < 0,3 mg/L). In condizioni riducenti, come quelle riscontrate nel fondo dei laghi o nelle acque sotterranee profonde, e in assenza di ioni solfuro e carbonato che lo precipitano, sono state osservate concentrazioni elevate dello ione ferroso (Fe<sup>+2</sup>) (anche < 1 mg/L) in quanto più solubile del corrispondente stato trivalente: questa solubilità non comporta problemi di torbidità o colore all'acqua direttamente captata da un pozzo. Tuttavia, le acque contenenti ferro bivalente diventano chimicamente instabili in seguito al contatto prolungato con l'ossigeno atmosferico; si verifica, infatti, l'ossidazione dello ione ferroso a ione ferrico, con la successiva precipitazione dell'idrossido ferrico: ciò determina la comparsa di una sospensione più o meno colloidale di colorazione rosso-bruna, colorazione peraltro sgradevolmente impartita all'acqua. La presenza di ferro nelle acque promuove la crescita di ferrobatteri, che derivano la loro energia dall'ossidazione del ferro ferroso a ferro ferrico depositando, durante questo processo, uno strato melmoso nella condotta, oltre a poter innescare fenomeni corrosivi e incrostanti. A livelli maggiori di 0,3 mg/L il ferro provoca alterazioni evidenti di sapore e torbidità; al di sotto di questa concentrazione, in genere non sono percettibili sapori, anche se possono ancora svilupparsi colorazioni e torbidità.
- **Risultati:** l'acqua in uscita dalle membrane mostra un abbattimento del tenore del parametro di circa l'80%.



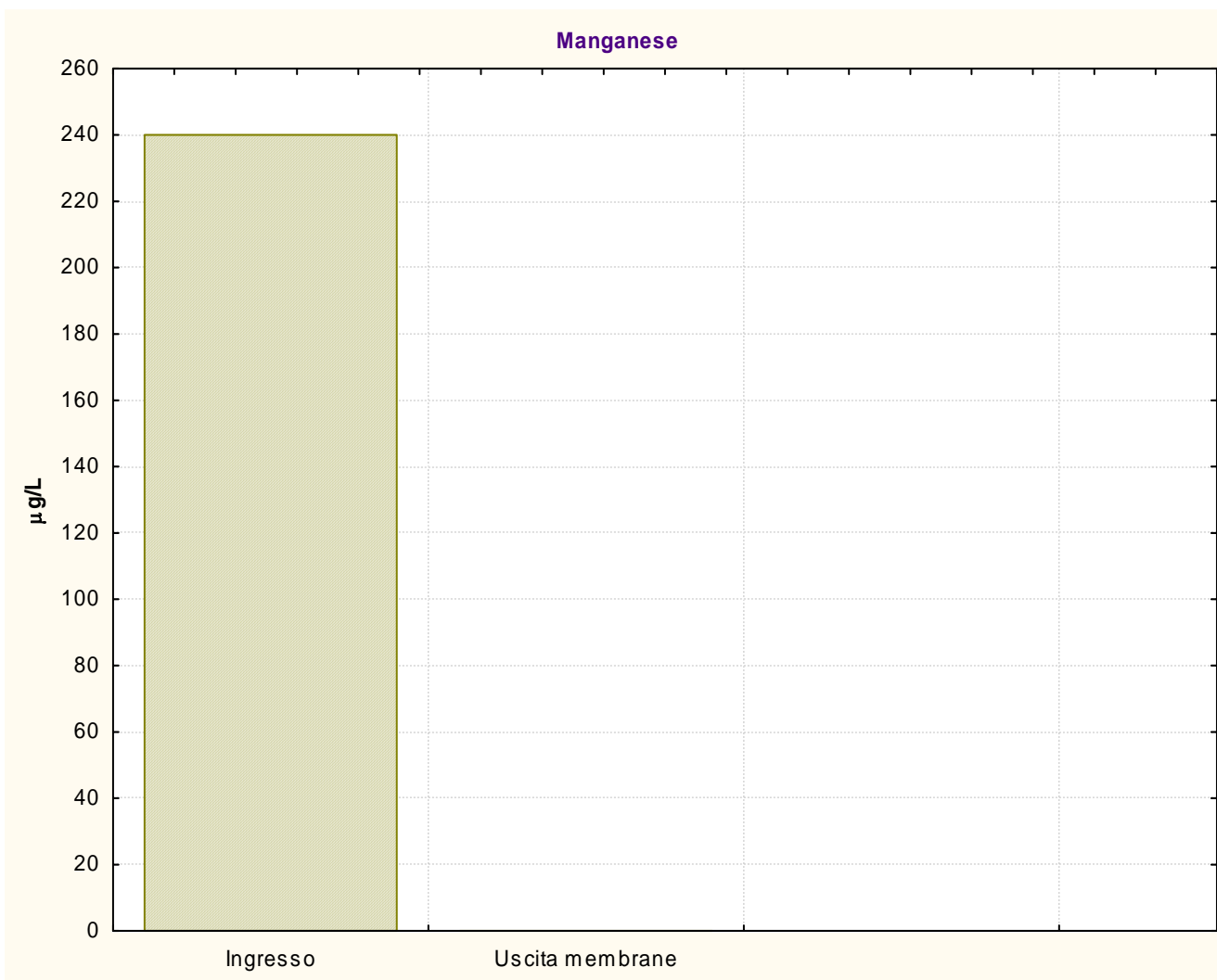
## 5.8 Alluminio

- **Valore di parametro:** 200  $\mu\text{g/L}$ .
- **Note monografiche:** la presenza di questo metallo nelle acque potabili ha una rilevanza legata all'accettabilità al consumo; da un punto di vista sanitario, per quanto l'alluminio sembri associato all'incidenza del morbo di Alzheimer, non esiste ancora alcuna evidenza convincente di tossicità per l'uomo collegata alla presenza dell'alluminio nell'acqua potabile.  
La presenza dell'alluminio nelle acque potabili distribuite è legata soprattutto all'utilizzo dei suoi sali, quali agenti di chiarificazione delle acque gregge.  
La presenza nell'acqua di alluminio a concentrazioni superiori a 0,2 mg/L può dare luogo a lamentele da parte del consumatore in conseguenza della deposizione di flocculi di idrossido di alluminio nei sistemi di distribuzione, e aumenta i problemi di colorazione associati al ferro.
- **Risultati:** l'acqua in uscita dalle membrane mostra un abbattimento del tenore del parametro di circa il 99,8%.



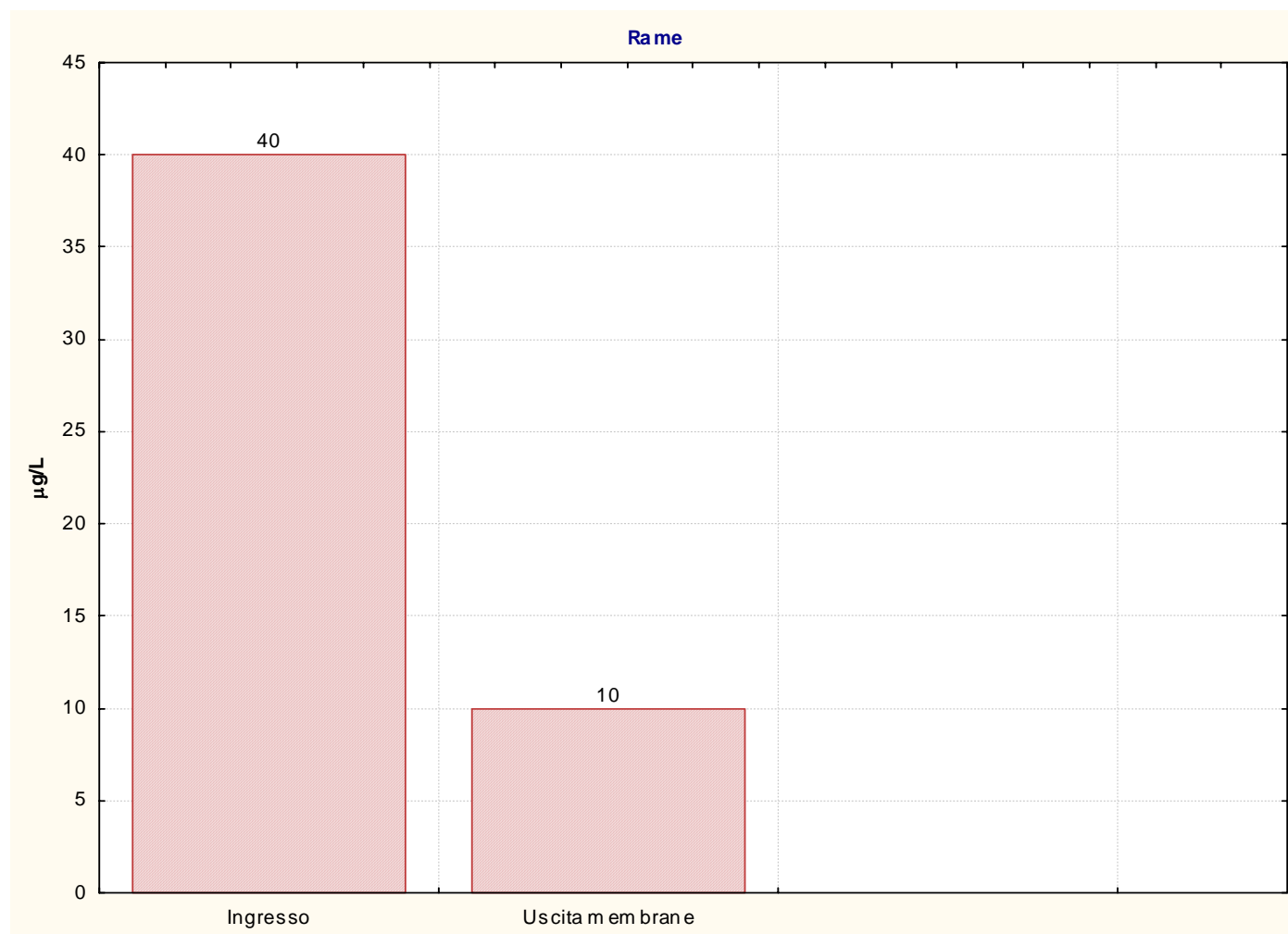
## 5.9 Manganese

- **Valore di parametro:** 50 µg/L.
- **Note monografiche:** la presenza di questo metallo nelle acque potabili ha una rilevanza legata all'accettabilità al consumo. Non esiste alcuna evidenza convincente di tossicità nell'uomo associata al consumo di manganese nell'acqua potabile, ma sono disponibili solo studi limitati.  
Concentrazioni di manganese superiori a 0,1 mg/L provocano macchie nel bucato e sui sanitari, oltre ad essere causa di sapori sgradevoli; inoltre, la presenza di manganese nell'acqua potabile, come nel caso del ferro, può portare all'accumulo di depositi nel sistema di distribuzione; a una concentrazione superiore a 0,02 mg/L il manganese spesso forma incrostazioni nelle tubazioni che possono distaccarsi come precipitati neri; inoltre, alcuni microrganismi possono impiegare il manganese provocando problemi di sapore, torbidità e odore nelle acque distribuite.
- **Risultati:** l'acqua in uscita dalle membrane mostra un abbattimento del tenore del parametro di circa il 100%.



## 5.10 Rame

- **Valore di parametro:** 1,0  $\mu\text{g/L}$ .
- **Note monografiche:** la presenza di questo metallo nelle acque potabili ha una rilevanza sanitaria, per quanto ancora non si dispongano di dati certi rispetto alla sua tossicità per l'uomo. Pertanto il valore di legge tiene conto di tutte le cautele del caso, essendo 2000 volte più piccolo di quello proposto come provvisorio dall'OMS/WHO (2 mg/L). Normalmente, il rame è presente nell'acqua potabile a bassi livelli (alcuni microgrammi per litro), ma il suo uso come componente dei materiali di costruzione degli impianti idraulici domestici può determinare un notevole innalzamento della sua concentrazione. A seguito di un periodo di ristagno nelle condutture, il rame può raggiungere concentrazioni di molti mg/L. Si noti come il processo di dissoluzione del rame è favorito da acque con pH < 6,5 e durezza inferiore a 6°F, ed è accelerato soprattutto alle alte temperature (linee dell'acqua calda). La presenza di rame in soluzione favorisce la corrosione delle reti e degli elementi di distribuzione in ferro galvanizzato e in acciaio; a livelli superiori a 5 mg/L il rame causa poi colorazioni anomale (bluastre) e sapore amaro all'acqua.
- **Risultati:** il trattamento a osmosi inversa mostra un abbattimento del tenore del parametro di circa il 75%.



## 5.11 Piombo

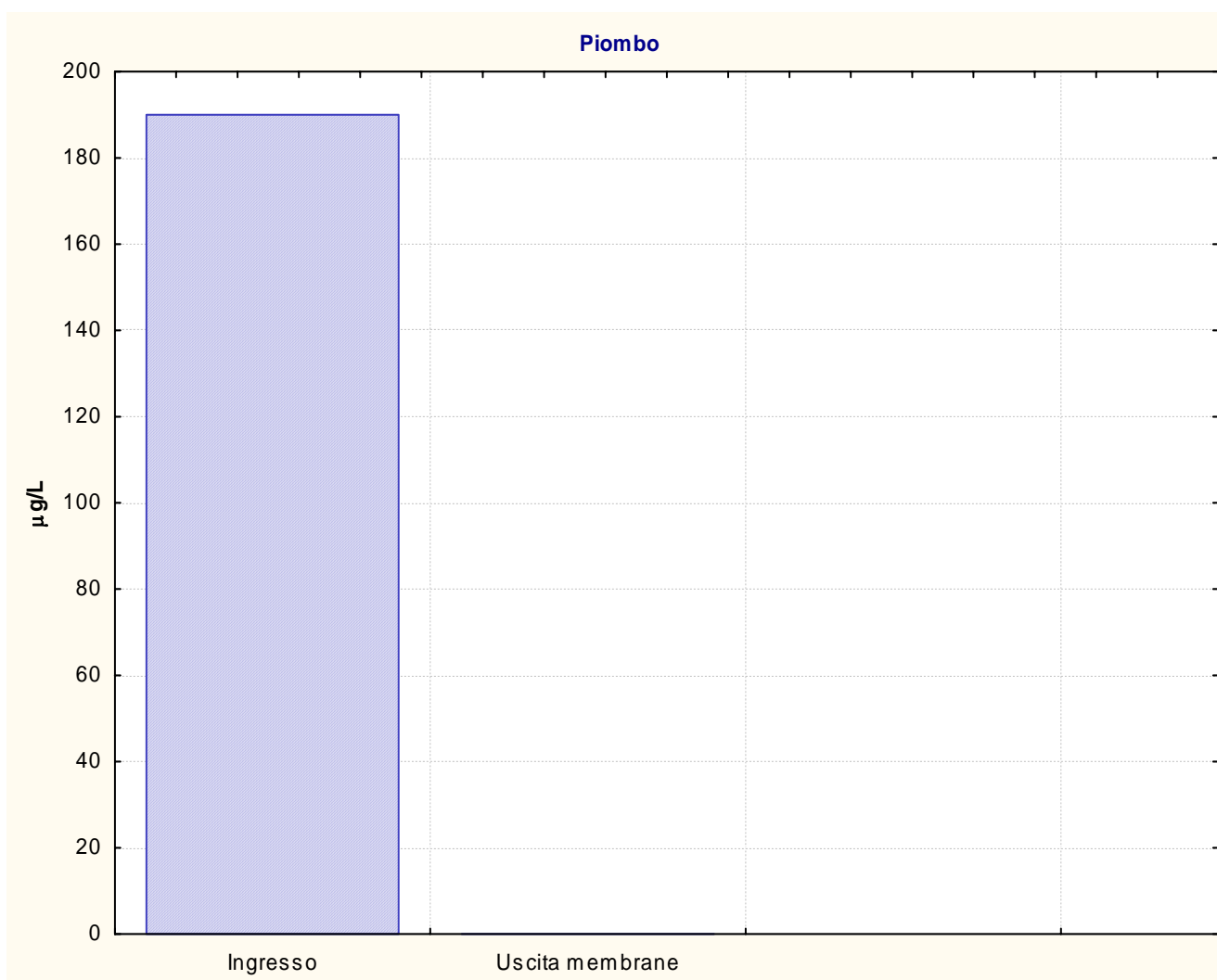
- **Valore di parametro:** 10 µg/L.
- **Note monografiche:** la presenza di questo metallo nelle acque potabili ha una rilevanza sanitaria; esso è un agente tossico ad azione generale e cumulativa (il suo accumulo principale è nello scheletro).

I neonati, i bambini fino all'età di 6 anni e le donne in gravidanza sono i soggetti più sensibili ai suoi effetti tossici; il piombo è inoltre un tossico sia per il sistema nervoso centrale che per quello periferico. L'*International Agency for Research on Cancer (IARC)* attualmente classifica il piombo come "possibile agente cancerogeno per l'uomo" (Gruppo 2 B).

A causa dell'abbandono dell'uso di additivi contenenti piombo nelle benzine e di leghe per saldature contenenti piombo nell'industria alimentare, le concentrazioni di piombo nell'aria e negli alimenti sono in diminuzione, pertanto l'assunzione attraverso l'acqua potabile attualmente costituisce la proporzione maggiore rispetto all'assunzione totale. Il problema del piombo nelle acque potabili è insolito in quanto la maggior parte della sua presenza nell'acqua potabile proviene dalla dissoluzione del metallo da reti domestiche di vecchia generazione con giunti o parti in piombo; in tal caso, il rimedio consiste nel rimuovere le parti delle condotte contenenti piombo, ma questa operazione richiede tempo e l'investimento di notevoli risorse economiche.

Si noti come il processo di dissoluzione è favorito dal ristagno dell'acqua nelle condotte e da acque con pH inferiore a 8,0 e durezza inferiore a 5°F.

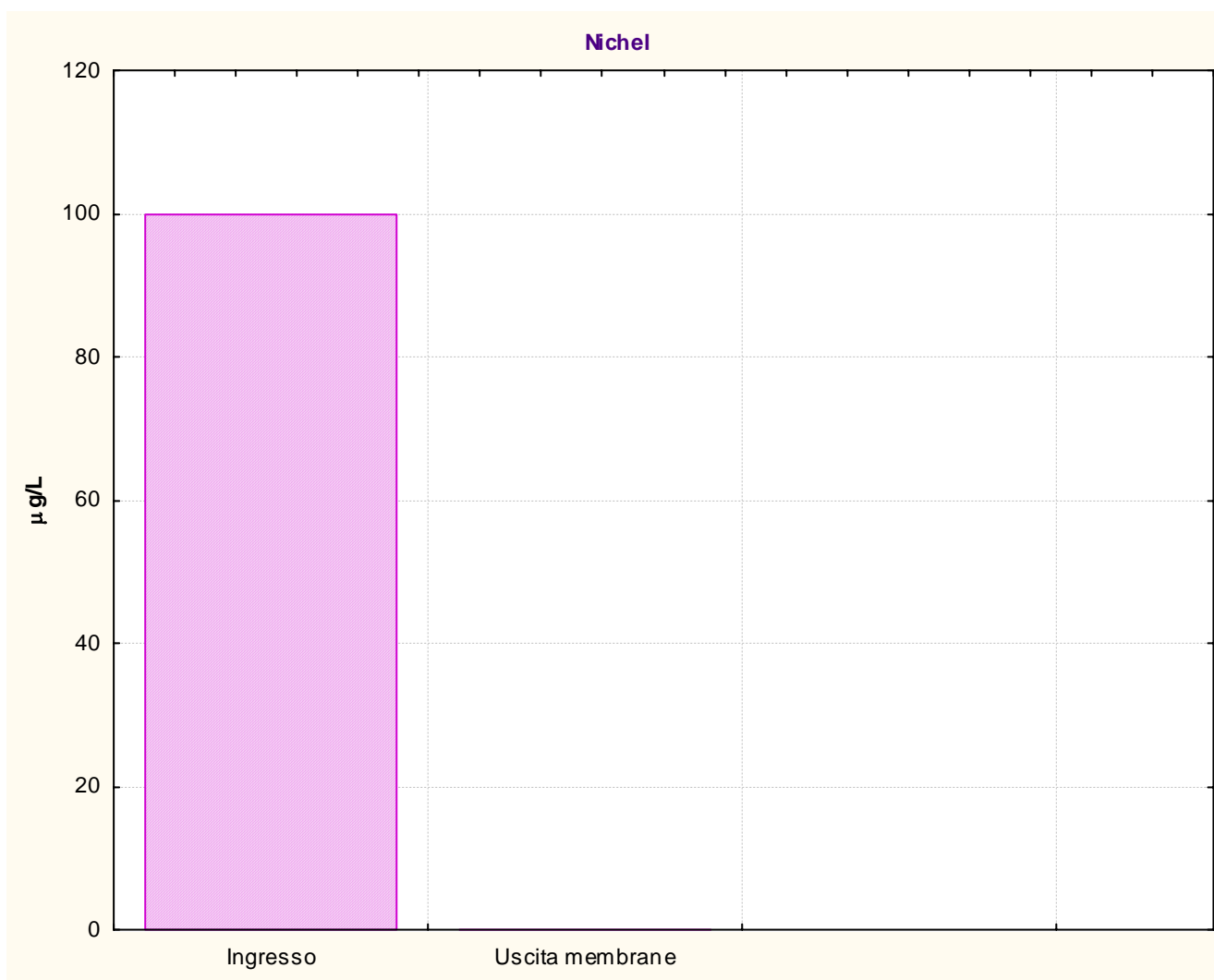
- **Risultati:** il trattamento a osmosi inversa mostra un abbattimento del tenore del parametro di circa il 100%.





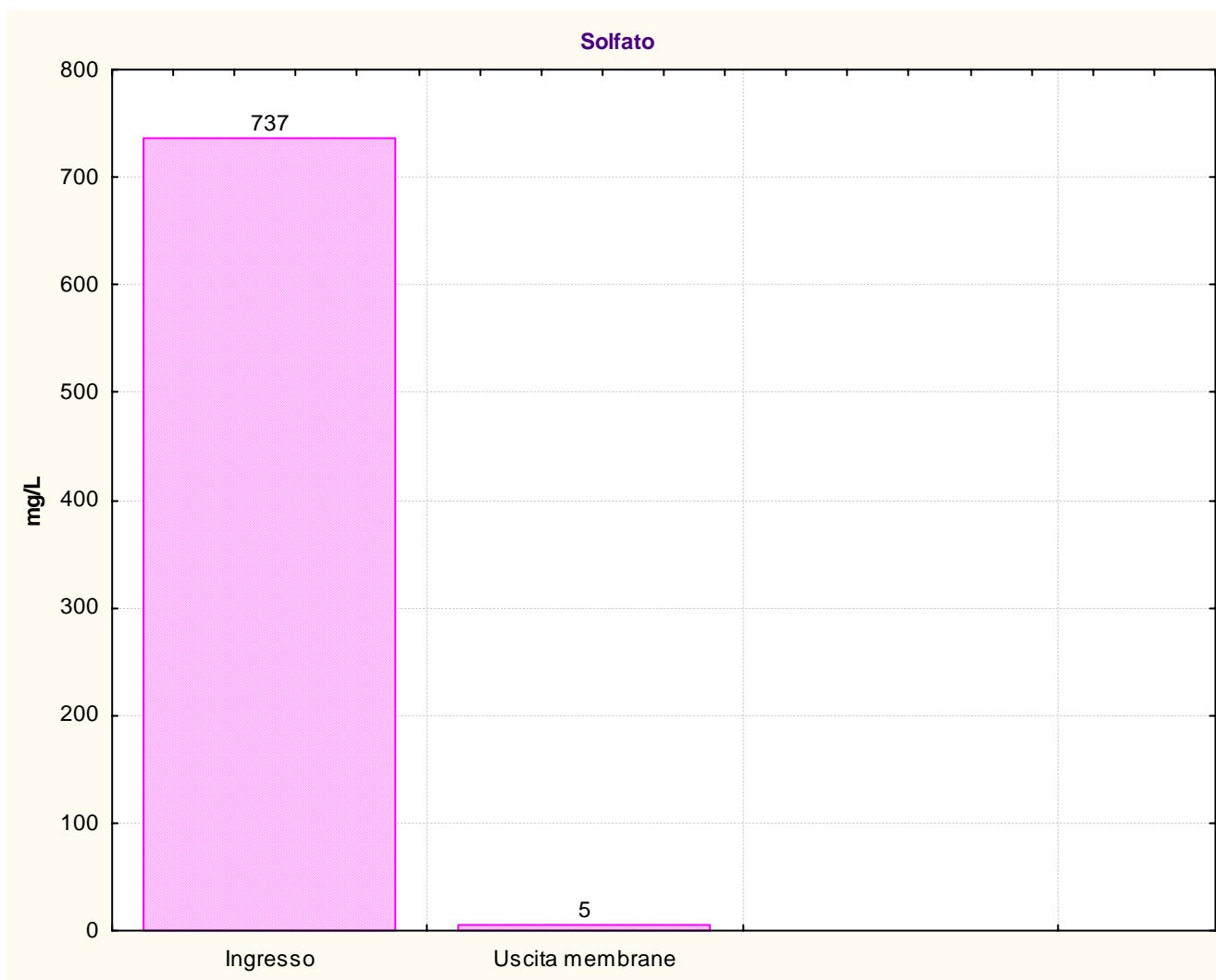
## 5.12 Nichel

- **Valore di parametro:** 20  $\mu\text{g/L}$ .
- **Note monografiche:** la presenza di questo metallo nelle acque potabili ha una rilevanza sanitaria, considerata la non ancora completamente studiata cancerogenicità per via orale di tale metallo, e che alcuni individui sono comunque sensibili per contatto (dermatiti per reazione allergica).  
La concentrazione di nichel nelle acque potabili è normalmente inferiore a 0,02 mg/L; tuttavia, in alcune situazioni, il nichel rilasciato dagli elementi idraulici delle abitazioni può contribuire fino a 1 mg/L.  
Il limite legale può inoltre essere superato per effetto di contaminazioni industriali degli approvvigionamenti.
- **Risultati:** il trattamento a osmosi inversa mostra un abbattimento del tenore del parametro di circa il 100%.



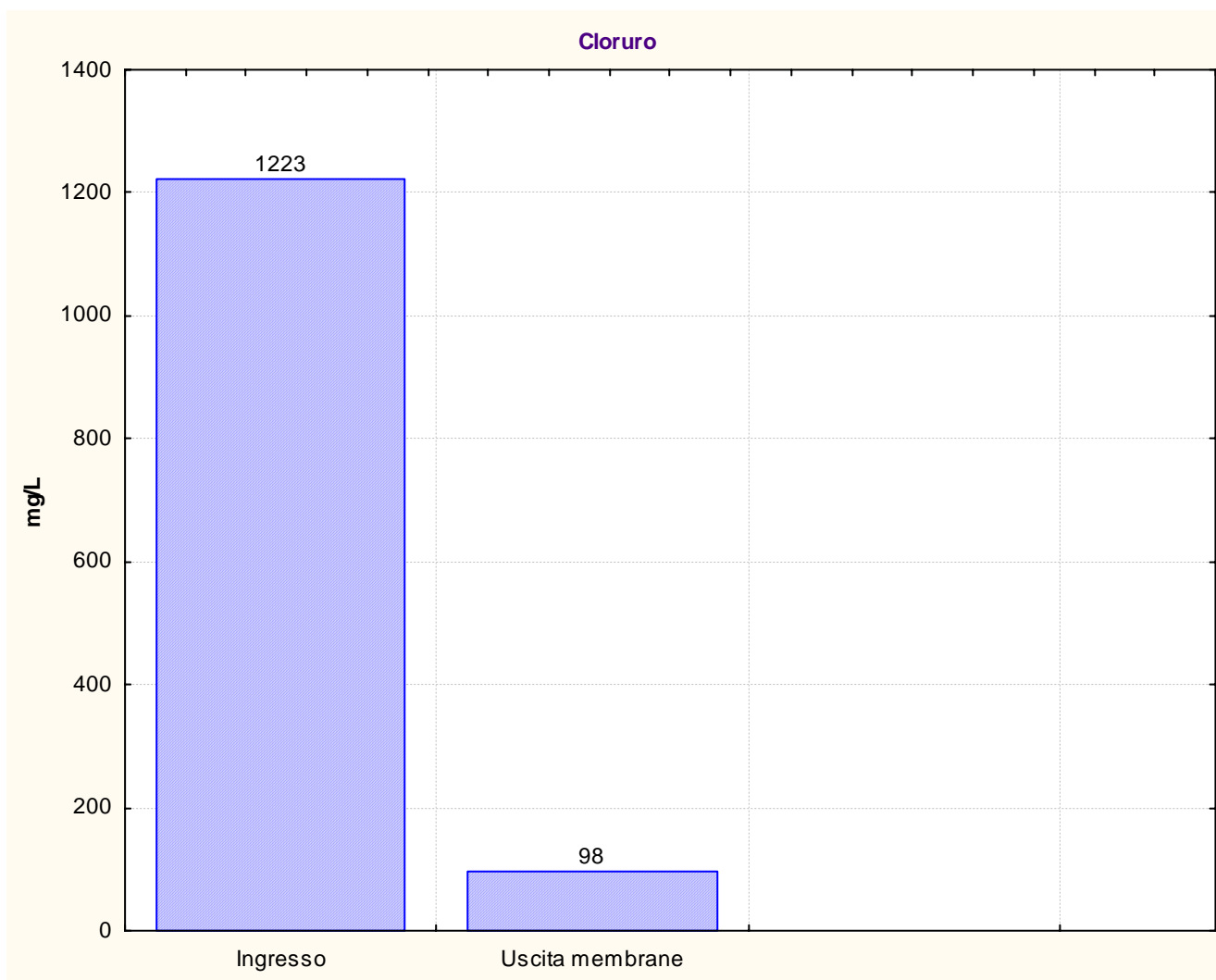
## 5.13 Solfato

- **Valore di parametro:** 250 mg/L.
- **Note monografiche:** la presenza di questo anione nelle acque potabili ha una rilevanza legata all'accettabilità al consumo. I solfati sono tra gli anioni meno tossici; tuttavia ad alte concentrazioni sono stati osservati effetto lassativo, disidratazione e irritazioni gastrointestinali. La presenza di solfati nell'acqua potabile può anche causare un sapore percettibile: la concentrazione cui appare la percezione del sapore è funzione del catione associato: 250 mg/L per il solfato di sodio; 1000 mg/L per il solfato di calcio: in genere si ritiene che a livelli inferiori a 250 mg/L l'alterazione del sapore sia minima. La presenza eccessiva di solfato può inoltre contribuire alla corrosione delle reti di distribuzione dell'acqua.  
La presenza dei solfati nell'acqua può essere dovuta ad effluenti industriali e alla deposizione atmosferica; i più alti livelli di solfato, tuttavia, si riscontrano generalmente nelle acque sotterranee o provengono da sorgenti naturali: nelle acque superficiali le concentrazioni di solfato sono strettamente legate alle caratteristiche litologiche del bacino drenato.
- **Risultati:** il trattamento a osmosi inversa mostra un abbattimento del tenore del parametro di circa il 99%.



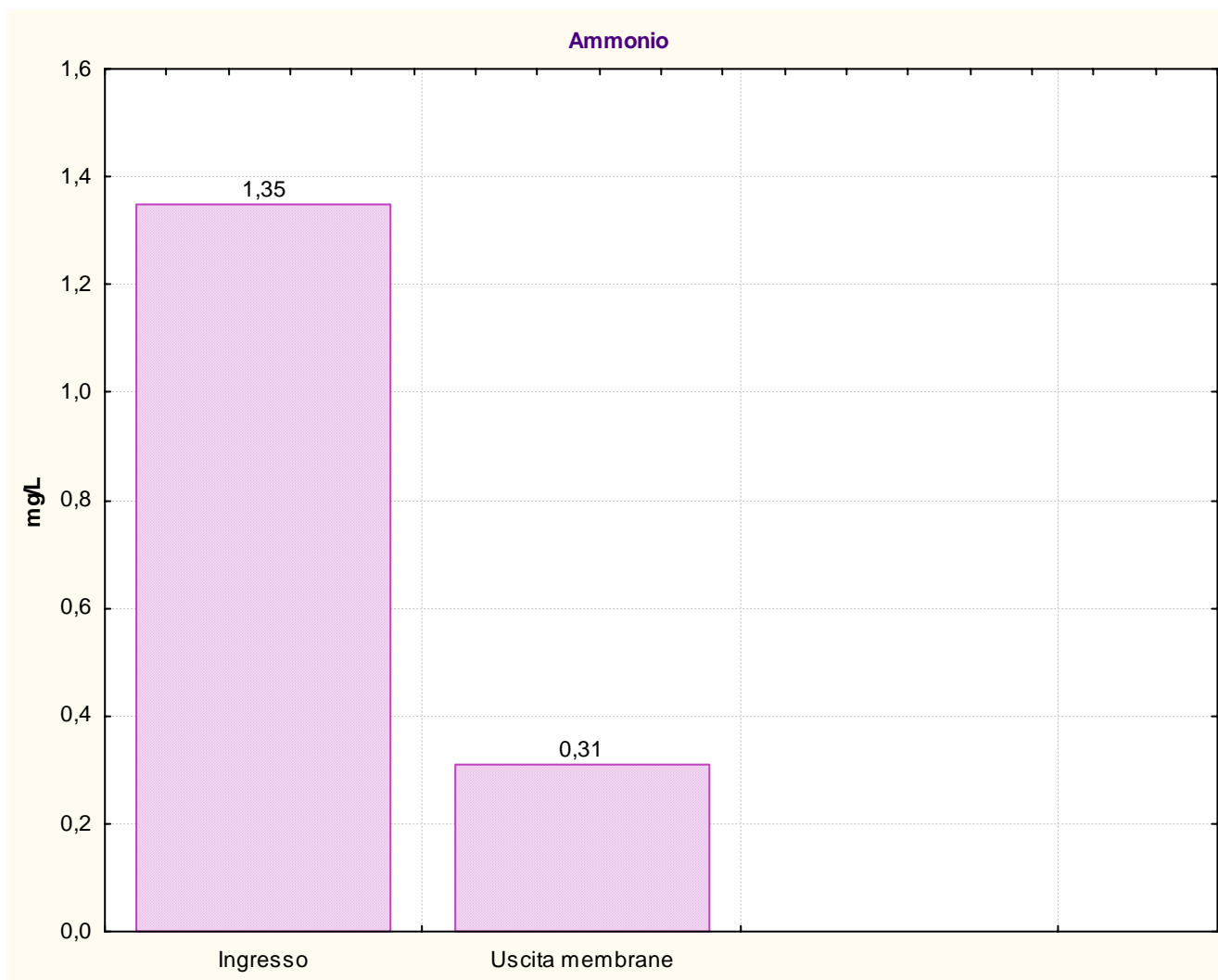
## 5.14 Cloruro

- **Valore di parametro:** 250 mg/L.
- **Note monografiche:** la presenza di questo anione nelle acque potabili ha una rilevanza legata all'accettabilità al consumo. La presenza di cloruri al di sopra di una determinata soglia di concentrazione può impartire all'acqua caratteristiche organolettiche negative; la soglia di sapore dei cloruri dipende dal catione associato ed è compresa nell'intervallo 200-300 mg/l per il sodio, potassio e calcio.  
Da un punto di vista tecnologico e impiantistico, concentrazioni eccessive di cloruri, anche in funzione dell'alcalinità dell'acqua, accelerano la corrosione dei metalli nei sistemi di distribuzione, che può condurre ad un aumento di alcuni metalli nell'approvvigionamento idropotabile; i cloruri sono dunque un indice di aggressività di un'acqua.
- **Risultati:** il trattamento a osmosi inversa mostra un abbattimento del tenore del parametro di circa il 92%.



## 5.15 Ammonio

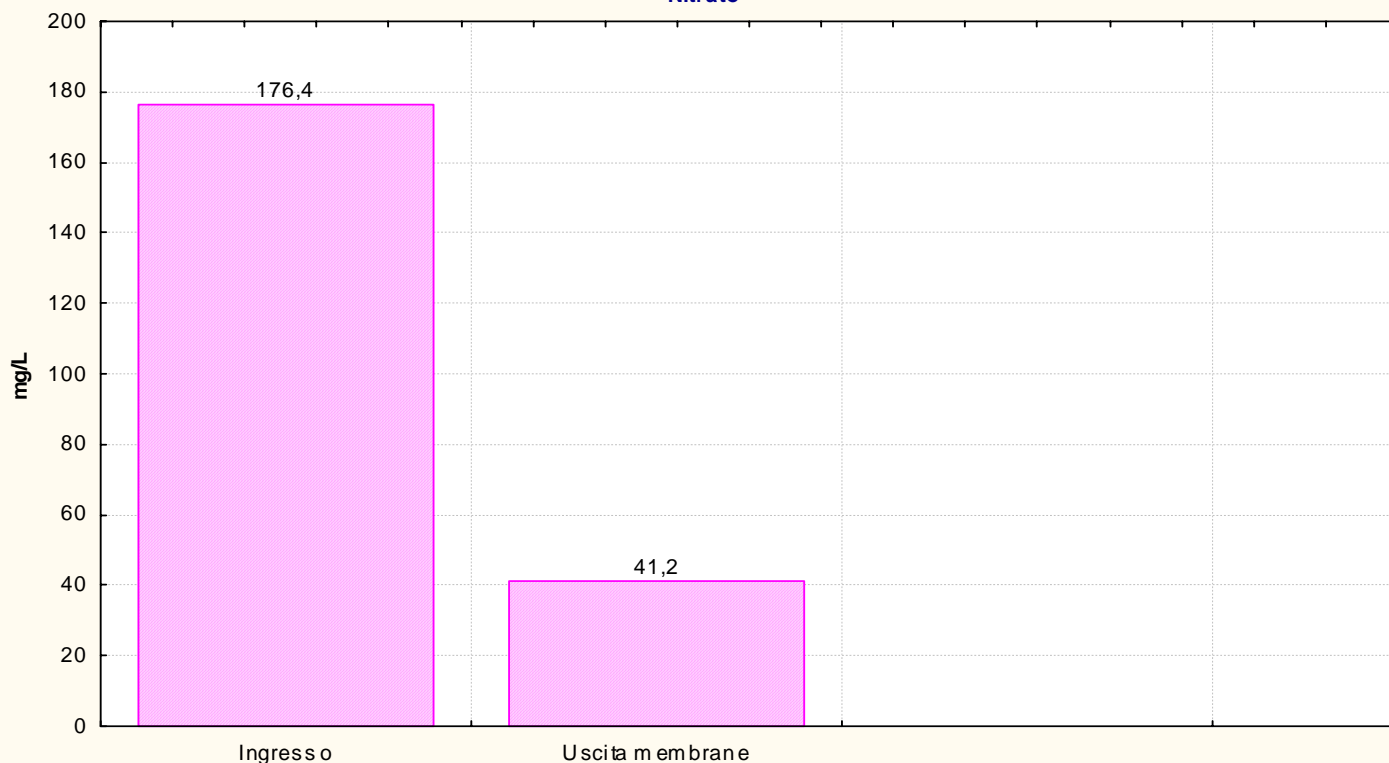
- **Valore di parametro:** 0,50 mg/L.
- **Note monografiche:** la presenza di ammoniaca in un'acqua potabile non possiede un'immediata rilevanza per la salute, pertanto non è stato proposto alcun valore limite basato su criteri di protezione per la salute; tuttavia, l'ammoniaca può compromettere l'efficacia della clorazione, dare origine a nitriti nei sistemi di distribuzione, danneggiare i filtri per la rimozione del manganese, causare problemi di sapore e odore. I livelli naturali di ammonio nelle acque di falda e in quelle di superficie sono generalmente minori di 0,2 mg/L; la presenza di allevamenti zootecnici intensivi o di sversamenti di reflui civili o industriali può dar luogo a livelli molto più elevati nelle acque superficiali. L'ammoniaca può avere anche origine minerale o geologica (in tal caso la sua presenza si associa a quella di altri elementi quali, ad esempio, ferro, manganese, magnesio); acquiferi ricchi di sostanza umiche, ferro, o che derivano da torbiere e foreste ancestrali possono presentare discreti contenuti di ammoniaca; acque sotterranee anaerobiche ne possono contenere fino a 3 mg/L (in alcune acque minerali, di origine molto profonda, si può giungere a titoli superiori a 64 mg/L).
- **Risultati:** il trattamento a osmosi inversa mostra un abbattimento del tenore del parametro di circa il 77%.



## 5.16 Nitrito

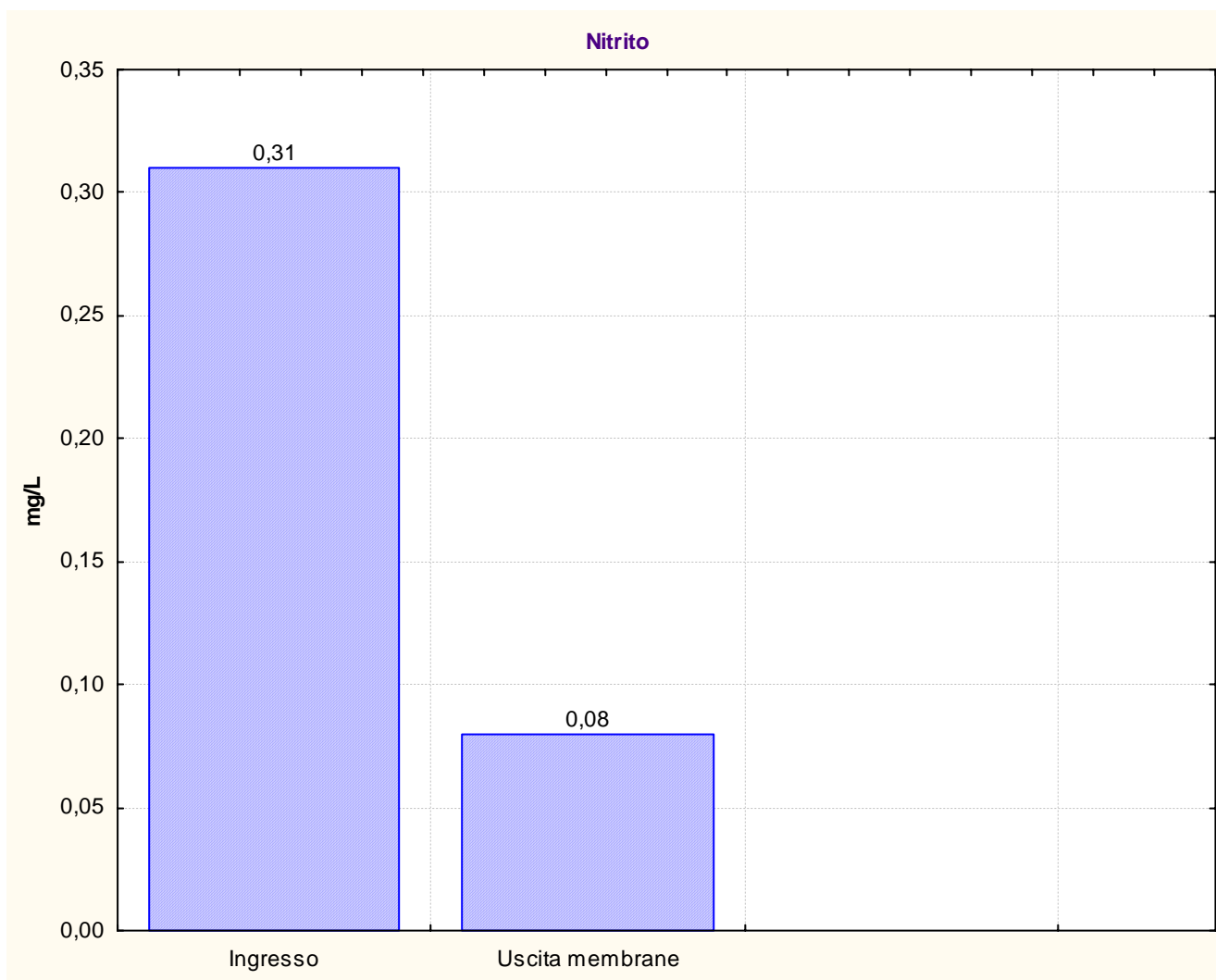
- **Valore di parametro:** 50 mg/L.
- **Note monografiche:** la presenza di questo anione nelle acque potabili ha una rilevanza sanitaria. Poiché allo stato attuale una certa evidenza epidemiologica di una associazione tra assunzione di nitrati con la dieta e cancro è insufficiente, il valore di linea guida per i nitrati nell'acqua potabile è stato stabilito soltanto per prevenire la metaemoglobinemia, che dipende dalla conversione endogena dei nitrati a nitriti: soprattutto i bambini fino a 3 mesi, alimentati artificialmente, sono molto sensibili (c.d. "malattia del bambino blu"), mentre negli adulti sono stati segnalati solo casi eccezionali. Essendo il ruolo patogeno dei nitrati legato alla loro trasformazione in nitriti, e potendo le acque contenere anche nitriti, si è pervenuti a stabilire un tenore massimo ammissibile per la presenza congiunta di entrambe le specie azotate, tale per cui la somma dei rapporti delle concentrazioni di ognuna delle specie chimiche con i rispettivi valori di linea guida non deve superare 1. La concentrazione di nitrati nelle acque superficiali o sotterranee nelle acque incontaminate è in genere di frazioni o di alcune unità di mg/L; livelli più alti possono essere raggiunti come conseguenza di apporti dovuti a diverse attività antropiche (fertilizzanti agricoli azotati, reflui domestici, interrimento dei fanghi di acque di rifiuto, scarichi industriali, lisciviazione dalle discariche, perdite della rete fognaria, ecc.). La contaminazione delle acque sotterranee è in genere associata soprattutto all'uso di fertilizzanti azotati in agricoltura, e poiché il processo di lisciviazione (infiltrazione profonda per dilavamento meteorico) può richiedere anche molti anni, i livelli attualmente riscontrati nelle falde acquifere probabilmente non corrispondono ai fronti più intensi dei flussi di contaminazione, e proseguirà nel tempo anche a seguito della cessazione delle contaminazioni antropiche. Inoltre, a causa del lento ricambio delle falde acquifere, un pieno recupero della loro qualità richiederà tempi necessariamente lunghi.
- **Risultati:** il trattamento a osmosi inversa mostra un abbattimento del tenore del parametro di circa il 77%.

Nitrato



## 5.17 Nitrito

- **Valore di parametro:** 0,50 mg/L.
- **Note monografiche:** la presenza di questo anione nelle acque potabili ha una rilevanza sanitaria. La loro presenza negli approvvigionamenti idrici è legata alla presenza dei nitrati, i quali in condizioni anaerobiche (es. falde profonde) possono essere ridotti e mantenuti a nitriti.  
Come già accennato, i nitriti sono gli agenti diretti dell'insorgenza della metaemoglobinemia, uno stato patologico conseguente a conversione eccessiva di emoglobina in metaemoglobina, che è incapace di legare e trasportare ossigeno ai tessuti; molti agenti possono essere responsabili di questa ossidazione, tra essi il nitrito e, in qualità di precursore, lo ione nitrato.  
I sintomi di metaemoglobinemia sono solitamente quelli relativi a consegna alterata di ossigeno (emicrania, debolezza, tachicardia e dispnea) e si sviluppano gradualmente a concentrazioni di metaemoglobina superiori al 20%. Per gli infanti, o gli individui che soffrono di anemia, malfunzionamento cardiaco o malattie polmonari, i sintomi di ipossia possono comparire ai livelli più bassi di percentuale di metaemoglobina.
- **Risultati:** il trattamento a osmosi inversa mostra un abbattimento del tenore del parametro di circa il 74%.



## 5.18 Triclorometano (cloroformio) (come vece dei trialometani, THM)

- **Valore di parametro:** 30  $\mu\text{g/L}$  (come somma di tutte le concentrazioni dei trialometani).

- **Note monografiche:** la presenza di questo composto nelle acque potabili ha una rilevanza sanitaria.

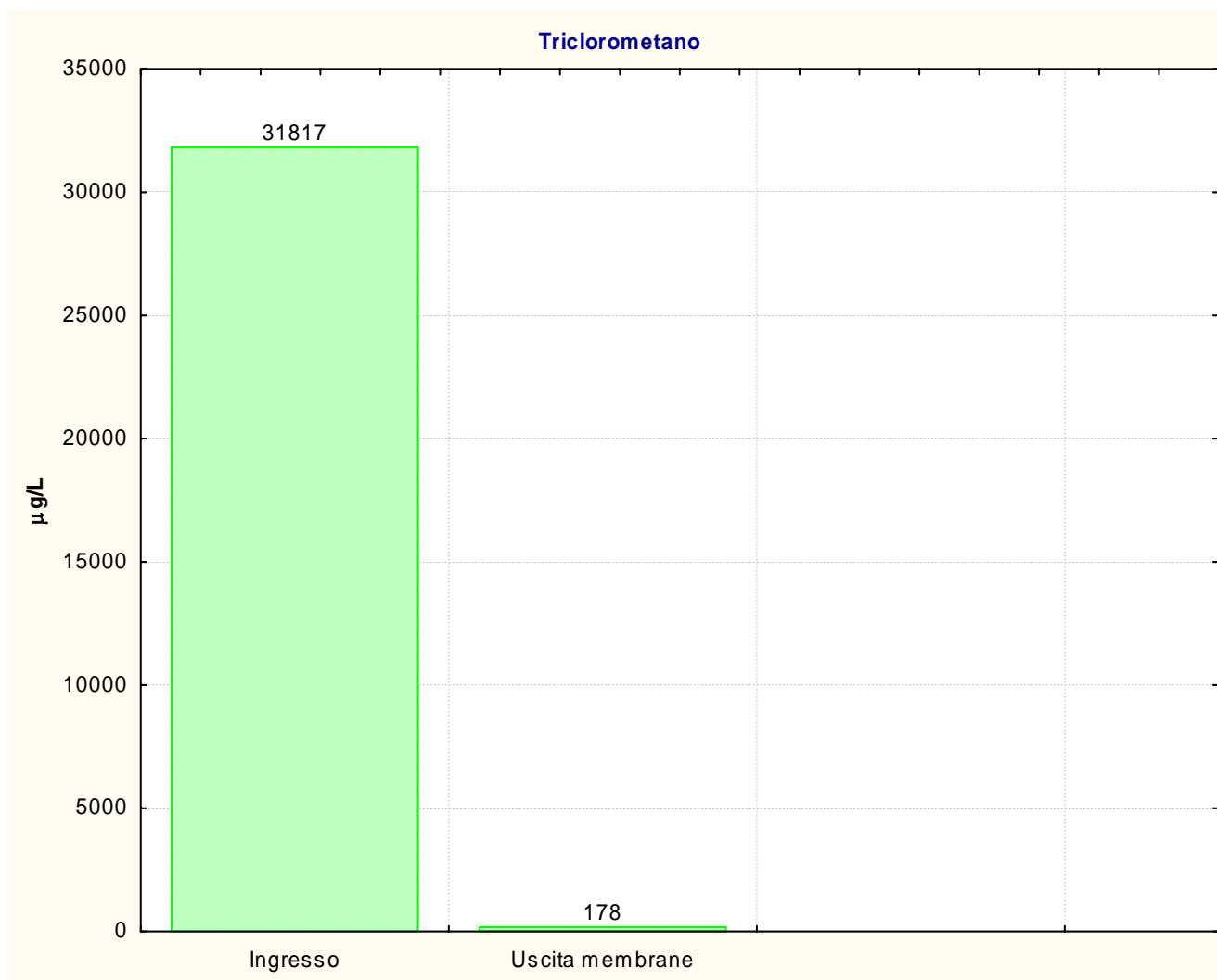
Il cloroformio è il più comune e importante rappresentante di una famiglia di composti organici costituiti da un singolo atomo di carbonio alogenossostituito (formula generale  $\text{CHX}_3$ ), denominati collettivamente "trialometani" (THM), che devono la loro origine quali sottoprodotti della clorazione delle acque, e ciò per effetto della reazione del cloro con la materia organica naturalmente presente, nonché con i bromuri, che pure possono essere presenti.

L'*International Agency for Research on Cancer (IARC)* attualmente classifica il cloroformio come "possibile agente cancerogeno per l'uomo" (Gruppo 2 B).

Veicolato dall'acqua, può essere assorbito dall'organismo umano oltre che per via orale, anche attraverso la via cutanea e inalatoria (acque da bagno e doccia).

Secondo l'OMS/WHO, la rimozione dei trialometani da un'acqua potabile può essere realizzata immediatamente prima del consumo attraverso passaggio su carboni attivi e/o membrane filtranti (osmosi inversa). Questo trattamento non deve tuttavia pregiudicare la qualità microbiologica dell'acqua.

- **Risultati:** il trattamento a osmosi inversa mostra un abbattimento del tenore del parametro di circa il 99,4%.



## 6. CONCLUSIONI

Come riferito dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO/OMS) nel "Guidelines for drinking-water quality. vol. 1. Recommendations (incorporating first addendum) - 3<sup>rd</sup> ed., 2006", i processi di trattamento a osmosi inversa delle acque sono in grado di rimuovere dall'acqua specie chimiche indesiderate o indesiderabili (soprattutto gli ioni monovalenti dei metalli e le molecole organiche di massa molecolare superiore a 50).

Sempre secondo le stesse linee guida, il trattamento a carboni attivi sono una soluzione alla rimozione dei sottoprodotti nocivi della clorazione delle acque, quali i trialometani (THM); i sistemi basati su carboni attivi granulari o in polvere sono inoltre in grado di rimuovere solidi sospesi, torbidità, colori, odori, sapori, contaminanti organici (quali pesticidi) e cloro (Volterra, *op. cit.*).

In generale, i dispositivi che utilizzano queste e altre tecnologie non possono intendersi come sostitutivi dei potabilizzatori, ma il loro impiego può migliorare la qualità di un'acqua potabile e servire da correttivo di alcune caratteristiche non gradite o scomode per l'utenza (Volterra, *op. cit.*).

I risultati di questo studio confermano tali acquisizioni, evidenziando come il sistema *Ecoline "Energy TD"*, destinato al ricondizionamento delle acque potabili, combinando i benefici del trattamento a osmosi inversa con quelli di una pretrattamento su filtro ad adsorbimento, porti nell'acqua potabile a una rimozione variabilmente compresa tra il 75% e il 100% delle specie chimiche indesiderate o indesiderabili qui studiate.

Inoltre, il processo finale di rimineralizzazione, quando regolato al valore massimo, consente all'acqua in uscita dalle membrane un ricondizionamento del tenore di sali minerali a valori che, per "Residuo secco a 180°C", sono paragonabili a quelli di un'acqua oligominerale; l'acqua in uscita dal sistema risulta, da un lato, notevolmente addolcita (basso potere incrostante), e dall'altro, caratterizzata da pH alcalino, protettivo contro fenomeni di corrosione delle reti idriche.

## 7. AVVERTENZE

Si sottolinea infine che, affinché le prestazioni del sistema *Ecoline "Energy TD"* siano mantenute ai più alti livelli qui dimostrati di efficacia prestazionale, nonché di igiene dell'acqua erogata, è indispensabile sottoporre l'apparecchiatura a regolare manutenzione semestrale, così come indicato dal costruttore/installatore.

## 8. DOCUMENTI E BIBLIOGRAFIA

- World Health Organization (2006), "Guidelines for drinking-water quality (incorporating first addendum third edition). Recommendations, vol. 1".
- Decreto Legislativo del 2 febbraio 2001, n. 31 - Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano. in: *Gazzetta Ufficiale n. 52 del 03 marzo 2001, S.O. n. 41*;
- Decreto Legislativo del 2 febbraio 2002, n. 27 - Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 2 febbraio 2001, n. 31, recante attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano. in: *Gazzetta Ufficiale n. 58 del 09 marzo 2002*;
- Funari E., Bastone A., Volterra A. - "Acque potabili. Parametri chimici, chimico-fisici e indesiderabili (parte prima)", Pitagora Editrice, Bologna, 1992.
- Volterra L. - "Apparati al punto d'uso per il miglioramento della qualità dell'acqua", in: "Acque potabili. I problemi microbiologici emergenti (parte seconda).", Pitagora Editrice, Bologna, 1995.