

Determinazione della salinità dell'acqua potabile attraverso la misura della conducibilità elettrica.

La situazione dell'acqua potabile nel distretto di Batticaloa in Sri Lanka è molto precaria a causa delle possibili infiltrazioni di acqua di mare nei pozzi che pescano dalla falda freatica o, più recentemente, a causa dell'onda di maremoto che ha invaso i pozzi della zona costiera. Una valutazione rapida e abbastanza precisa del grado di salinità dell'acqua è indispensabile per verificare le condizioni del pozzo. L'apparecchiatura più semplice che è disponibile sul mercato è il conduttimetro. Di seguito, riportiamo un metodo utilizzabile in emergenza per preparare una curva di taratura che permetta di valutare il contenuto di sale dell'acqua misurandone la conducibilità.

Principio

La determinazione del contenuto in cloruro di sodio di una sorgente di acqua potabile attraverso la misura della sua conducibilità elettrica è, probabilmente, il metodo più semplice ed immediato per valutare la qualità dell'acqua stessa e se è stata contaminata dall'acqua di mare.

Il reale problema è la taratura del conduttimetro con soluzioni a titolo noto di cloruro di sodio; problema che, spesso, in emergenza non è di facile soluzione.

Di seguito, viene riportata una semplice procedura che può essere utilizzata facilmente e che ricorre alla misura della conducibilità di soluzioni di sale a titolo noto. I dati riportati su una curva di taratura, permettono di leggere con buona precisione il contenuto in sale dell'acqua in esame. Naturalmente, per ogni conduttimetro dovrà essere fatta una curva di calibrazione.

Apparecchiatura

- Conduttimetro
- Bilancia analitica tascabile tipo Pocket Balance della Kern (max. 320 g; div. 0.1 g)
- Un contenitore di plastica da 1 litro (matraccio o caraffa)
- Un cilindro graduato (secondo disponibilità – 200ml o simile va bene) o, in alternativa,
- Una bilancia da cucina elettronica con divisione da 1 grammo o, qualsiasi cosa che permetta di misurare con buona approssimazione 1 litro di acqua.
- Bicchieri di plastica



Reagenti

- Sodio cloruro (sale da cucina commerciale)
- Acqua distillata (o potabile se non disponibile l'acqua distillata)
- Soluzione a conducibilità nota per la taratura del conduttimetro.

Procedura

Preparazione della soluzione madre

1. In un bicchiere di plastica pesare 5.0 grammi di sodio cloruro (sale da cucina).
2. A parte, pesare o misurare 1 litro di acqua (distillata, se possibile)
3. Aggiungere un po' di acqua del punto 2. al bicchiere che contiene il sodio cloruro e sciogliere il sale.

4. Travasare la soluzione in un contenitore pulito e asciutto che può contenere almeno un litro di soluzione facendo attenzione a non perdere neanche una goccia della soluzione di sale disciolto.
5. Utilizzando piccole porzioni successive di acqua al punto 2., lavare diverse volte il bicchiere e travasare ogni volta la soluzione nel contenitore al punto 4.- facendo attenzione a non perderne.
6. Continuare fino a quando tutta la soluzione al punto 2. è stata interamente utilizzata e trasferita nel contenitore al punto 4 senza perderne una goccia.
7. Miscelare la soluzione finale per renderla omogenea.

Preparazione delle soluzioni per la misura

1. Preparare 6 bicchieri di plastica puliti e asciutti
2. Contrassegnarli con un pennarello indicando il contenuto in cloruro di sodio della soluzione che si dovrà preparare.
3. Utilizzando la bilancia tascabile Kern (vedi figura), dosare nei bicchieri le seguenti quantità di soluzione preparata al paragrafo precedente, punto 7.- e la quantità di acqua distillata o di rubinetto relativa per portare la soluzione a 100 g. totali:

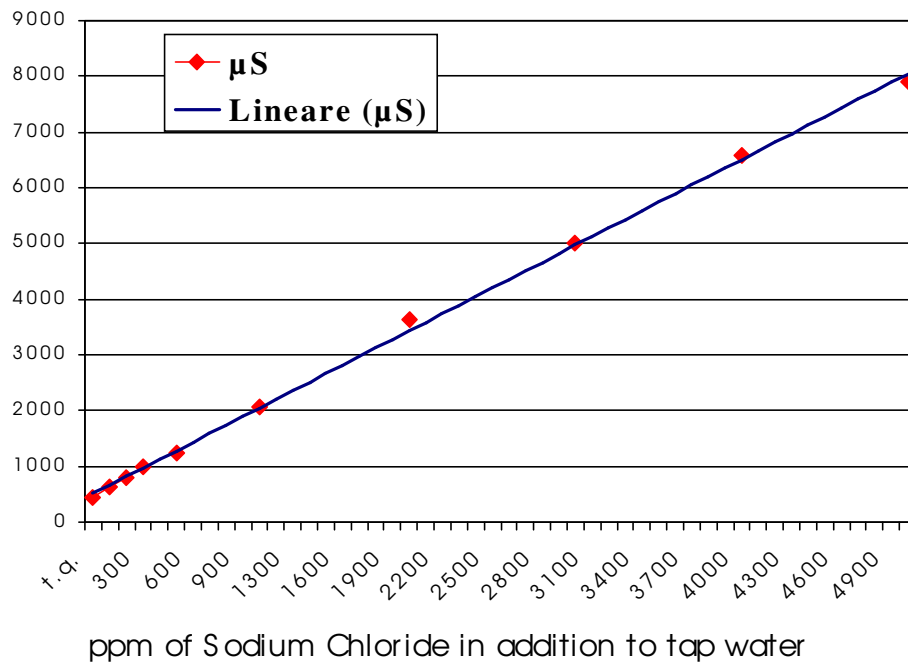
gr. Di soluzione da dosare	Acqua distillata o potabile da aggiungere (punto 2)	Contenuto in Sodio Cloruro (ppm)
0.0 (punto 2 del paragrafo precedente)	100 g	0 ppm
10 g	90	500
20 g	80	1000
40 g	60	2000
60 g	40	3000
80 g	20	4000
Solo soluzione come da punto 7.-	0	5000

I risultati di una curva sperimentale, preparata con acqua potabile perché non era disponibile acqua distillata, è riportata di seguito.

Oltre alle diluizioni suggerite sopra, a questa tabella sono state aggiunte soluzioni a basso tenore di cloruri (100, 200, 300 ppm) che si possono preparare pesando 2, 4, 6 g di soluzione al punto 7 e diluita a 100 g con acqua.

Contenuto in Cloruro di Sodio (ppm)	Conducibilità misurata in MicroSiemens
Acqua potabile	440
100	620
200	800
300	980
500	1250
1000	2060
2000	3620
3000	5000
4000	6570
5000	7910

I dati di conducibilità trovati, sono stati riportati sul grafico sottostante.



Esame dei campioni

- Prelevare i campioni di acqua da analizzare e misurarne la conducibilità.
- Utilizzando la curva preparata sopra, leggere il valore relativo di contenuto in cloruro di sodio presente in soluzione.

Attendibilità dei risultati

Generalmente, quando si lavora in emergenza, è molto difficile trovare il materiale necessario per una corretta gestione delle procedure analitiche che si devono utilizzare.

Uno di questi problemi può essere il reperimento di acqua distillata. Da esperienza personale, nonostante sia possibile reperire sul mercato acqua definita distillata, raramente lo è veramente e, spesso, si rischiano cantonate nell'espressione dei risultati a causa di questi dettagli.

In mancanza di acqua distillata, la procedura più semplice per determinare il contenuto di sale nell'acqua di un pozzo è il metodo delle “**aggiunte successive**”.

Il principio è molto semplice: all'acqua da analizzare si aggiungono in successione quantità note di sale e, dopo ogni aggiunta si misura la conducibilità della soluzione. Riportando i dati su una curva, è possibile calcolare a ritroso la quantità di sale che originariamente era presente nell'acqua in esame.



Metodo delle aggiunte successive: come operare.

Anche la curva di calibrazione riportata sopra è stata fatta con acqua di pozzo. Lo si capisce guardando l'intercetta della retta con l'asse delle Y (conducibilità) che non parte esattamente dallo 0.

In genere, con due aggiunte successive e tre misure di conducibilità, è possibile determinare con buona approssimazione il contenuto di sale dell'acqua in esame.

1. Prelevare 1 litro di acqua dal pozzo (o dalla fonte) da controllare. Misurarne il volume con la massima precisione possibile.
2. Misurarne la conducibilità con il conduttimetro (Conducibilità A)
3. Utilizzando la bilancia tascabile, pesare 1.0 grammi di sale da cucina. Versarlo nel litro di acqua in esame e scioglierlo accuratamente miscelando.
4. Misurare la conducibilità della soluzione (Conducibilità B).
5. Sempre con la bilancia tascabile, pesare ancora 1.0 grammi di sale da cucina e scioglierli nella soluzione come ai punti precedenti.
6. Misurare la conducibilità della soluzione (Conducibilità C).

Nota: 1 grammo di sale per litro equivale a 1000 ppm; 2 grammi di sale per litro equivalgono a 2000 ppm.

Calcolo

Supponiamo di aver trovato i seguenti valori per le 3 misure effettuate:

- Acqua di pozzo tal quale (conducibilità A): **2025 $\mu\text{S}/\text{cm}$**
- Acqua di pozzo più **1000 ppm di sale** (conducibilità B): **3645 $\mu\text{S}/\text{cm}$**
- Acqua di pozzo più **2000 ppm di sale** (conducibilità C): **5205 $\mu\text{S}/\text{cm}$**

Per cui, la conducibilità di 1000 ppm di sale dosato nella soluzione sarà:

$$\bullet \quad 3645 \mu\text{S}/\text{cm} - 2025 \mu\text{S}/\text{cm} = 1620 \mu\text{S}/\text{cm}$$

La conducibilità di 2000 ppm di sale dosato sarà:

$$\bullet \quad 5205 \mu\text{S}/\text{cm} - 2025 \mu\text{S}/\text{cm} = 3180 \mu\text{S}/\text{cm}$$

Calcolo utilizzando la misura di 1000 ppm:

$$\frac{1000 \text{ ppm} \times 2025 \mu\text{S}/\text{cm}}{1620 \mu\text{S}/\text{cm}} = 1250 \mu\text{S}/\text{cm} \text{ di sodio cloruro nell'acqua del pozzo}$$

Calcolo utilizzando la misura di 2000 ppm:

$$\frac{2000 \text{ ppm} \times 2025 \mu\text{S}/\text{cm}}{3180 \mu\text{S}/\text{cm}} = 1273 \text{ ppm di sodio cloruro nell'acqua del pozzo}$$

Effettuando due o tre determinazioni (nel nostro caso 2), è possibile ridurre la possibilità di errore e fare una media dei valori trovati.

Con ogni probabilità, il contenuto di sale nel nostro pozzo sarà di 1261 ppm (media tra 1250 e 1273 ppm).

Note importanti:

1. Nel metodo, la conducibilità misurata viene attribuita esclusivamente alla presenza di sodio cloruro. Cosa che non è reale perché, di solito, sono presenti anche altri sali. Operando in questo modo si commette un errore che, quando la salinità è bassa, può diventare rilevante. Questo errore diventa insignificante quando la salinità è molto elevata. Ritengo che, in emergenza, ci si possa permettere di commettere questi errori; basta esserne consapevoli.
2. I limiti di contenuto di cloruro di sodio nelle acque potabili sono riportati di seguito:
 - a. OMS (WHO) e Comunità Europea danno un valore massimo di 250 ppm
 - b. In emergenza si possono accettare per brevi periodi di utilizzo dell'acqua valori che possono arrivare fino a 2000 ppm. Va ricordato che un eccesso di sale ha un effetto negativo sull'ipertensione arteriosa.
 - c. Non è possibile rimuovere facilmente il sale dall'acqua da bere. Le tecniche disponibili sono: o molto dispendiose o tecnologicamente sofisticate o entrambe le cose. Le tecniche più comuni sono: la distillazione, le resine a scambio ionico e l'osmosi inversa. Tecnologie che, in emergenza, difficilmente sono disponibili. Nel caso si trovi un eccesso di sodio cloruro nell'acqua, se possibile, è meglio cambiare pozzo o sorgente di prelievo.

Lista di distribuzione

- 1.- Croce Rossa Italiana - Batticaloa (Sri Lanka)
- 2.- Sala operativa per l'Emergenza (Roma)
- 3.- 3 CIE di Verona
- 4.- Comitato CRI di Codogno
- 5.- Comitato Provinciale CRI di Lodi
- 6.- CAP Gestione di Milano
- 7.- Comitato provinciale CRI di Milano