

SOMMARIO ESTESO

L'acqua è da sempre uno dei beni più importanti esistenti sulla terra, fondamentale per la vita dell'uomo, nonché una preziosa risorsa da gestire responsabilmente, soprattutto da quando si è acquistata consapevolezza che essa non è inesauribile, ma che, al contrario, la sua disponibilità è limitata.

La nostra regione, fortunatamente, non risente in misura preoccupante della scarsità d'acqua, anzi, le risorse idriche in Basilicata rappresentano una delle ricchezze naturali più abbondanti. La Basilicata è interessata da una complessa e fitta rete idrografica, determinata dalla presenza della catena appenninica che attraversa il territorio occidentale della regione, ed incentrata su cinque fiumi principali con foce nel mar Jonio (Bradano, Basento, Cavone, Agri e Sinni) i cui bacini si estendono su circa il 70% del territorio regionale. La restante porzione è invece interessata dal bacino in Destra del fiume Ofanto, che sfocia nel mar Adriatico, e dai bacini del fiume Sele, Noce e Lao con foce nel mar Tirreno. Si tratta complessivamente di nove bacini idrografici, per un'estensione totale di 11.171,18 Km². L'idrologia dei bacini lucani assicura una buona disponibilità di risorsa idrica. Le principali fonti di approvvigionamento (invasi artificiali, sorgenti, fiumi e torrenti), infatti, sono in grado di garantire una disponibilità di acqua annua di circa 1.000 milioni di metri cubi, da utilizzare in più settori: il potabile, l'irriguo, l'idroelettrico e in minima parte l'industriale. La risorsa idrica dei principali corsi d'acqua lucani è stata intercettata mediante la realizzazione di grandi opere di accumulo, quali dighe e traverse, che ne hanno reso più agevole l'utilizzo.

Il presente lavoro di tesi ha per oggetto l'analisi della qualità delle acque superficiali della Basilicata destinate ad uso potabile, affrontando in particolare il problema inerente la qualità delle acque in ingresso al potabilizzatore della città di Potenza.

Ai fini di un'analisi dettagliata della qualità delle acque potabili che servono la città di Potenza e buona parte dei comuni della provincia è stato preso in considerazione uno specifico invaso lucano: *l'invaso del Camastra*.

La diga del Camastra si apre nella vallata tra Trivigno, Anzi, Laurenzana e Albano di Lucania, in località Ponte Fontanelle, ed è uno sbarramento artificiale del torrente Camastra, affluente del fiume Basento. Quest'invaso artificiale, che sottende un bacino imbrifero di 350 Km², ha una profondità di 54 metri ed è posto ad una quota di fondo alveo paria a 495.00 m s.l.m., ha una capacità utile di progetto di circa 32 milioni di m³ di acqua, ma a causa della tipologia del bacino, in cui è molto forte il fenomeno dell'interrimento, la sua capacità utile si è ridotta a 22 milioni di m³. La diga è stata costruita tra il 1962 e il 1970, realizzata in terra, zonata, con nucleo centrale impermeabile.

Le acque attinte dalla diga del Camastra soddisfano non solo i fabbisogni idropotabili della città di Potenza e del suo hinterland, ma anche le esigenze idriche dell'area industriale Val Basento in territorio materano e la richiesta, in periodi di siccità, per uso irriguo delle colture presenti lungo le fasce golenali del fiume

Basento. Le acque provenienti dall'invaso sono addotte al potabilizzatore di Masseria Romaniello (che deve il suo nome alla località in cui è situato a 930 m s.l.m.) dove subiscono un processo di potabilizzazione che, modificandone le caratteristiche chimico-fisiche, le rende idonee al consumo umano .

La portata d'acqua potabilizzata presso il potabilizzatore unitamente a quella proveniente dalla sorgente di Fossa Cupa, analizzata e trattata direttamente dall'Acquedotto Lucano, serve ad alimentare la rete idrica della città di Potenza e di altri 20 Comuni della provincia.

L'acqua in arrivo all'impianto di Masseria Romaniello viene invasata in una vasca di accumulo a cielo aperto, avente una capacità pari a 40000 m³, che funge da bacino di sedimentazione in cui si depositano per gravità i solidi sospesi. L'impianto ha una capacità di trattamento pari a 1000 l/s ed è fornito di un sistema informatico e di una stazione di filtrazione su carbone attivo granulare realizzata nel 2001 che permette il controllo dei sottoprodotti della disinfezione ai fini del D.Lgs 31/01 e il miglioramento delle caratteristiche organolettiche dell'acqua.

Sistematicamente l'Acquedotto Lucano effettua presso il potabilizzatore controlli sulla qualità sia dell'acqua grezza in entrata che dell'acqua trattata in uscita, monitorandone i parametri sia chimico-fisici che batteriologici. Vengono effettuati molti più prelievi di quelli obbligatori stabiliti dalla normativa (D.lgs. 152/2006), ad esempio solo nell'anno 2008 si contano 305 prelievi, a fronte dei 35 previsti dalla legislazione vigente, con la rilevazione di 7232 parametri chimici e 2745 parametri microbiologici.

I dati risultanti dalle analisi, sia per l'acqua grezza che per quella trattata, sono raccolti quotidianamente in tabelle e ogni mese sono puntualmente riassunti in una scheda indicante la media mensile e il valore massimo e minimo registrato per ogni parametro. Nelle schede riassuntive, per ciò che concerne l'acqua grezza, per le analisi chimiche sono presenti i valori numerici relativi a 31 parametri chimico-fisici, mentre per le analisi batteriologiche sono controllati 13 tipologie fisse di microrganismi, con l'aggiunta di eventuali patogeni nel caso ne venisse riscontrata la presenza.

Il processo di potabilizzazione dal punto di vista funzionale è rappresentato dal seguente ciclo tecnologico:

- Pre-disinfezione: disinfezione dell'acqua con biossido di cloro (ClO₂), che ossida le sostanze organiche ed i microrganismi per evitare che proliferino nelle altre unità dell'impianto.
- Chiariflocculazione: rimozione delle particelle colloidali di dimensioni inferiori a 1 µm attraverso la destabilizzazione della sospensione colloidale e la successiva aggregazione in fiocchi di fango delle sostanze da eliminare.
- Filtrazione: passaggio da parte dell'acqua attraverso un supporto poroso, sabbia quarzifera con granulometria assortita o carboni attivi, che consente di eliminare i solidi sospesi ancora presenti.
- Disinfezione finale: clorazione dell'acqua con ipoclorito di sodio (NaOCl) direttamente nella condotta di adduzione ai serbatoi di accumulo dell'acqua potabile.
- Trattamento fanghi: ispessimento per gravità, per incrementare la concentrazione dei solidi, e successiva disidratazione, per la riduzione del tenore di acqua.

A conclusione del suddetto ciclo di trattamento, la portata d'acqua trattata staziona nei serbatoi di accumulo dell'acqua potabile in attesa di essere immessa nella rete dell'acquedotto; mentre la parte solida, consistente nei fanghi di potabilizzazione e costituita dai residui solidi provenienti dalle varie fasi di

trattamento, dopo una fase di ispessimento e disidratazione è destinata allo smaltimento in discarica. Per valutare la qualità delle acque superficiali lucane, e in particolare quelle dell'invaso del Camastra, si è concentrata l'attenzione solo sulle analisi effettuate sull'acqua in ingresso al potabilizzatore, esaminando un campione di dati relativi ai valori dei parametri chimico-fisici e microbiologici monitorati dal 2002 al 2009. Dalle analisi chimico-fisiche sono stati estrapolati solo i valori relativi a 27 parametri, quali *portata*, *conducibilità*, *pH*, *temperatura*, *ammoniaca* e *nitriti*, vengono monitorati due volte al giorno, mentre *alcalinità P* e *alcalinità M*, *durezza*, *ossigeno disciolto*, *calcio*, *magnesio* e *cloruri* sono determinati una sola volta al giorno. Infine i metalli (*bario*, *rame*, *ferro*, *piombo*, *cadmio*, *manganese*, *cobalto*, *nicel*, *cromo*, *sodio* e *potassio*) sono analizzati una o due volte al mese. Controlli più frequenti sono svolti sull'*alluminio*, sui *floruri* e sul *carbonio organico totale*.

Per quanto riguarda le analisi batteriologiche delle acque, ci è soffermati sull'analisi di 13 parametri, tra cui i *coliformi totali* e *fecali*, gli *enterococchi* e le *colonie in agar a 37°C e 22°C* sono controllati due volte al giorno, gli *aeromonas* ed *escherichia coli* una volta al giorno, gli *anaerobi* ogni tre - quattro giorni, mentre gli altri parametri accessori di norma una volta al mese.

Naturalmente, qualora per uno o più parametri si riscontrasse un valore che si discosti troppo dalla media, le analisi su quel parametro vengono ripetute con maggiore frequenza, per verificare che le modifiche apportate al processo di trattamento risultino efficaci.

Sui dati a disposizione è stata condotta un'attenta indagine statistica, finalizzata a realizzare un'analisi statistica multivariata, che tiene conto delle diverse caratteristiche che meglio descrivono i campioni multidimensionali di dati, da tre - quattro sino a diverse centinaia di variabili.

Infine, con l'obiettivo di analizzare i dati del campione considerandone la sua multidimensionalità, questi sono stati elaborati con l'aiuto del software "Matlab", con cui è stata effettuata l'Analisi delle Componenti Principali per determinare le relazioni tra i diversi parametri e valutare quali tra questi meglio descrive la qualità delle acque superficiali avviate al processo di potabilizzazione.

Dall'analisi dei risultati ottenuti dall'ACP è stato possibile spiegare alcuni valori alterati rispetto alla media mensile e/o annuale per certi parametri, correlandola al livello dell'invaso del Camastra, che nei mesi in questione è risultato molto basso, con la presenza di periodi di siccità e di magra dei corsi d'acqua.

L'analisi dei dati a disposizione ha messo in evidenza la possibilità di monitorare la variazione di molti parametri in funzione di pochi fondamentali. Infatti, la torbidità e la temperatura possono essere considerati parametri indicatori della presenza nell'acqua grezza sia di metalli pesanti che di colonie microbiche. Per quanto riguarda i primi, riveste un ruolo fondamentale la conoscenza del livello dell'invaso, mentre per i secondi risulta estremamente vincolante anche la concentrazione di ossigeno disciolto in acqua.

A conclusione di questo lavoro di tesi, è possibile affermare che le acque provenienti dall'invaso del Camastra e potabilizzate presso l'impianto di Masseria Romaniello a Potenza sono di ottima qualità. L'acqua grezza addotta all'impianto viene classificata, secondo la normativa (Dlgs. 152/2006) come appartenente alla categoria A2, per cui necessita soltanto di un trattamento chimico-fisico tradizionale per rimuovere i solidi sospesi e i colloidali e di una disinfezione con ipoclorito di sodio per mantenere un effetto battericida nelle reti di distribuzione. Se si confrontano i valori dei parametri esaminati in questa

tesi con i valori limite stabiliti dal Dlgs. 152/2006 (tabella 1/A dell'allegato 2 alla parte terza), è possibile affermare che le acque superficiali attinte dalla diga del Camastra non rientrano nella categoria A1 solo per pochi parametri aventi valori leggermente diversi da quelli fissati dalla normativa.