

Capitolo 2

CASO DI STUDIO: LA POTABILIZZAZIONE DELLE ACQUE PROVENIENTI DALL'INVASO DEL CAMASTRA

2.1 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.



Figura 2.1: Diga del Camastra

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 pari 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.

Quota di massima regolazione	536,50 m s.l.m.
Quota di massimo invaso	539,50 m s.l.m.
Volume di invaso utile	32,15 Mm ³

Tabella 2.1: Caratteristiche progettuali invaso del Camastra

Le opere di scarico presenti nell'invaso sono:

- lo sfioratore superficiale a soglia fissa di lunghezza pari a 40 m capace di smaltire una portata massima di 400 m³/s;
- lo sfioratore a calice (Figura 2.2) capace di smaltire una portata massima di 300 m³/s;
- lo scarico di mezzofondo, regolato da quattro paratoie in parallelo a strisciamento tipo saracinesca e proporzionato per una portata massima di 185,40 m³/s;
- lo scarico di fondo, regolato da una coppia in serie di paratoie a strisciamento tipo saracinesca e proporzionato per una portata massima di 70,60 m³/s.



Figura 2.2: Sfiatore a calice della diga

L'acqua prelevata dall'invaso del Camastra, sollevata e potabilizzata, va ad integrare le disponibilità idriche a servizio di Potenza e di altri 20 comuni: Acerenza, Albano, Banzi, Brindisi di Montagna, Campomaggiore, Cancellara, Castelmezzano, Forenza, Genzano di Lucania, Irsina, Maschito, Oppido Lucano, Pietragalla, Pietrapertosa, Pignola e Rifreddo, San Chirico Nuovo, Tolve, Tricarico, Trivigno e Vaglio di Basilicata.

2.2 Impianto di Masseria Romaniello

L'impianto di potabilizzazione di Masseria Romaniello (Figura 2.3), ubicato nel territorio del comune di Potenza, è stato realizzato dall'Ente Autonomo per l'Acquedotto Pugliese in due lotti, il primo costruito tra il 1983 e il 1986 entrato in funzione nel 1986, il secondo invece tra il 1989 e il 1991 entrato in esercizio proprio nel 1991.



Figura 2.3: Impianto di potabilizzazione di Masseria Romaniello

L'impianto, che deve il suo nome alla località in cui è situato a 930 m s.l.m., potabilizza le acque derivanti dall'invaso del Camastra. L'acquedotto del Camastra è stato realizzato per integrazione idrica dell'acquedotto del Basento secondo le previsioni del Piano Regolatore Generale degli Acquedotti della Basilicata, delibera della Giunta Regionale n°5200 dell'8.09.1988 pubblicato dalla Gazzetta Ufficiale n°35 del 12.05.1989.

L'acqua da trattare viene addotta all'impianto di potabilizzazione mediante un impianto di sollevamento, costruito negli anni 1983-1985, che consente il prelievo delle acque dell'invaso. Il sistema di adduzione dell'acqua della diga comprende la torre di presa, la galleria di derivazione e l'insieme di manufatti che dalle bocche di presa convogliano l'acqua prelevata alla stazione di pompaggio a valle dello sbarramento.



Figura 2.4: Stazione di pompaggio

La torre di presa (Figura 2.5) è costituita da un cilindro di cemento armato alto circa 36 m, avente 6 bocche di presa allocate a varie altezze, approssimativamente ogni 5 metri a partire dal fondo.



Figura 2.5: Torre di presa

Il piede della torre si trova a 504 m s.l.m., mentre la ritenuta normale della diga è di 531,6 m s.l.m. Alla base della torre di presa ha origine una galleria a sezione policentrica di circa 30 m² di superficie e lunghezza pari a 520 metri, in essa è posta la tubazione di derivazione in acciaio del diametro di 2000 mm. A valle della diga, dove termina la galleria di derivazione, sono ubicati a quota 500 m s.l.m. la sottostazione elettrica di trasformazione e l'impianto di sollevamento vero e proprio, costituito da una condotta in acciaio lunga 24 km e del diametro di 850 mm. Nell'edificio di sollevamento sono installate 6 elettropompe, di cui due da 440 l/s e quattro da 200 l/s ciascuna, con motori elettrici rispettivamente da 3000 Kw e 1500 Kw. La portata massima sollevabile è di 1015 l/s alla prevalenza manometrica totale di 513 m. L'acqua in arrivo al potabilizzatore 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 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. Alla fine del processo di potabilizzazione, l'acqua trattata viene raccolta in un serbatoio coperto, da cui viene poi immessa nella rete acquedottistica che serve la città di Potenza e il suo hinterland.

2.3 Processo di potabilizzazione

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

- pre-disinfezione;
- chiariflocculazione;
- filtrazione;
- disinfezione finale;
- trattamento fanghi.

L'acqua grezza che arriva all'impianto staziona nella vasca di accumulo (Figura 2.6) per diversi giorni, in quanto in essa sono presenti dei setti che costringono l'acqua a seguire un percorso più lungo al fine di aumentarne il tempo di residenza in vasca per poter eliminare la maggiore quantità possibile di solidi sedimentabili. Il livello massimo della vasca è di 450 cm, ma non viene quasi mai riempita oltre i 400 cm (Figura 2.7) .



Figura 2.6: Vasca di accumulo acqua grezza



Figura 2.7: Livello massimo capienza vasca di accumulo

La portata d'acqua in ingresso al trattamento è quantificata da un misuratore elettromagnetico ed è regolata da una valvola a farfalla. L'acqua passa dalla vasca di sedimentazione al bacino di testa del torrino che alimenta le linee di trattamento.

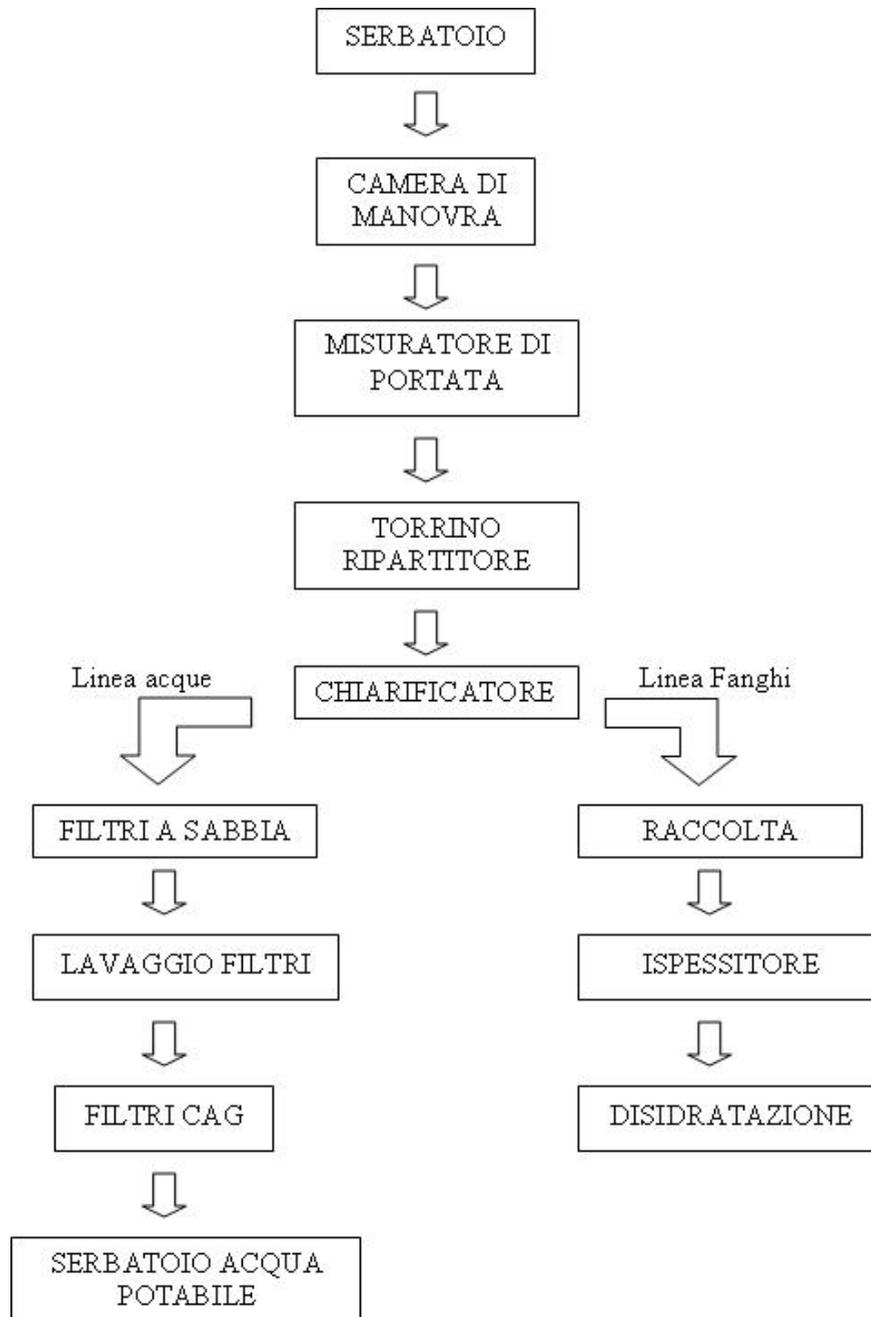


Figura 2.8: Schema funzionale del processo di potabilizzazione

2.3.1 Pre-disinfezione

L'acqua proveniente dalla vasca di accumulo, prima di confluire nel torrino di ripartizione, subisce un

trattamento di correzione del pH mediante l'insufflaggio di CO_2 . La regolazione del pH è importante per l'influenza che questo parametro ha nei confronti della coagulazione e della solubilità degli ioni.

Nel torrino ripartitore (Figura 2.9) l'acqua viene disinfettata con biossido di cloro (ClO_2), che ossida le sostanze organiche ed i microrganismi per evitare che proliferino nelle altre unità dell'impianto. Il torrino è detto "di ripartizione" perché è dotato di tre paratoie che dividono il flusso di acqua in entrata in tre parti, ognuna delle quali destinata ad un chiariflocculatore della capienza massima di 2700 m^3 d'acqua. Per aumentarne la flocculazione, in corrispondenza dei setti distributori del torrino avviene il dosaggio del flocculante primario: il policloruro di alluminio, un agente coagulante utile a destabilizzare i colloidali, responsabili della torbidità.



Figura 2.9: Torrino di ripartizione

2.3.2 Clariflocculazione

Dal torrino di ripartizione l'acqua giunge al chiariflocculatore dove avvengono tre processi distinti: coagulazione, flocculazione e sedimentazione o chiarificazione.

La chiariflocculazione ha la finalità di rimuovere le particelle colloidali (di dimensioni inferiori a $1 \mu\text{m}$) dotate per lo più di carica negativa che ne impedisce l'agglomerazione.

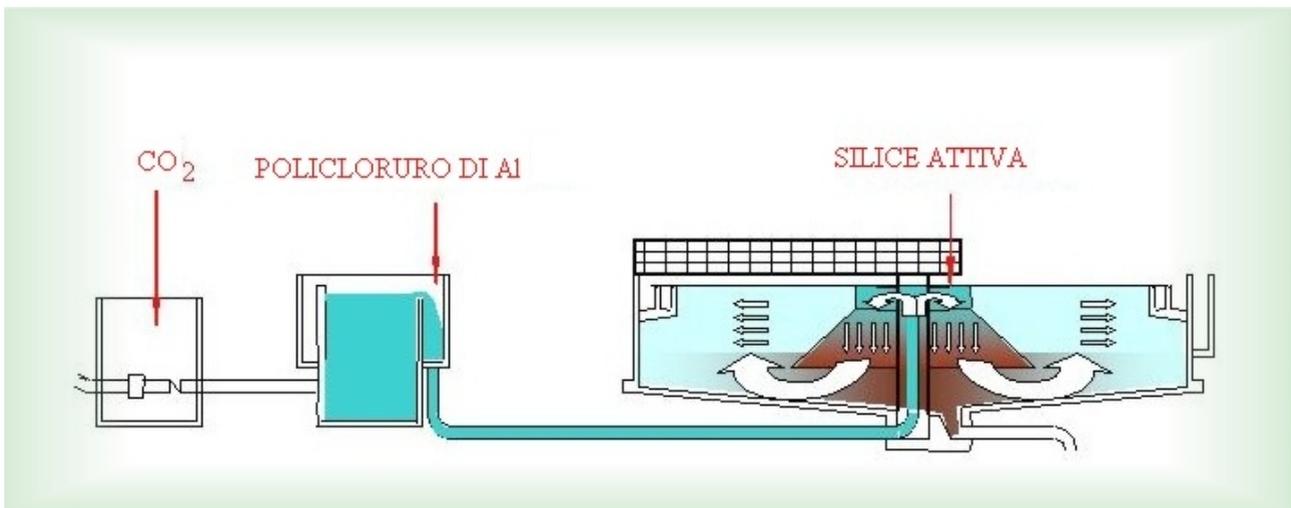


Figura 2.10: Processo di chiariflocculazione

Nella prima fase avviene la destabilizzazione della sospensione colloidale favorita dalla elevata turbolenza che permette il contatto reagente-colloidi. Nella fase successiva le particelle destabilizzate si aggregano formando fiocchi di fango; questo processo richiede una prima zona, ad elevata turbolenza per la collisione tra particelle che iniziano ad addensarsi, ed anche una seconda zona a bassa turbolenza, per l'accrescimento dei fiocchi. Nella fase di sedimentazione, detta anche chiarificazione, avviene la separazione per gravità dei fiocchi dall'acqua. Questo processo ha bisogno di condizioni laminari affinché il flusso dell'acqua non interferisca con le particelle in via di decantazione, e può avvenire in un unico o in distinti reattori.

Unità	3
Portata	1200 m ³ /h
Velocità ascensionale	2 m/h
Tempo di ritenzione	130 min
Superficie	616 m ²
Diametro	28 m
Volume	2600 m ³
Raschiafanghi	rotante a due bracci
Stramazzo	periferico doppio

Tabella 2.2: Caratteristiche progettuali chiariflocculatori

La prima particolarità relativa ai tre chiariflocculatori è che questi, a differenza della maggior parte degli impianti di potabilizzazione, si trovano in una struttura coperta (Figura 2.11), al riparo dalla contaminazione di acque meteoriche e/o altri agenti atmosferici.



Figura 2.11: Struttura di copertura chiariflocculatori

Inoltre, si tratta di chiariflocculatori “ a campana”, cioè dotati al centro di una campana di acciaio, all’interno della quale vi è la camera di reazione primaria. L’acqua perviene alla campana centrale, dove viene aggiunta come additivo di flocculazione la silice attiva che agevola la formazione dei fiocchi. Successivamente l’acqua attraversa la parte anulare di chiarificazione liberando dei fiocchi di fango e sfiora dagli stramazzi periferici ormai limpida (Figura 2.13).



Figura 2.12: Chiariflocculatore a campana



Figura 2.13: Sfioratore a pettine

Questa fase di trattamento comporta la produzione di fanghi che vengono scaricati ad intervalli predeterminati, in base alla produzione, ed inviati all'impianto di trattamento dove vengono disidratati, previo condizionamento con polielettrolita.

2.3.3 Filtrazione

L'acqua in uscita dalla sezione di chiariflocculazione è successivamente sottoposta al trattamento di filtrazione su letti di sabbia, con la finalità di eliminare i solidi sospesi ancora presenti. L'efficienza delle apparecchiature usate nei processi di chiariflocculazione e di sedimentazione non è mai del 100%; ciò comporta che una certa quantità di solidi sarà ancora contenuta nell'acqua. Per questo motivo si esegue la filtrazione che elimina i solidi sospesi residui. Il processo di filtrazione consiste nel passaggio da parte dell'acqua attraverso un supporto poroso (sabbia quarzifera con granulometria assortita) che trattiene parte dei solidi.



Figura 2.14: Letto a sabbia

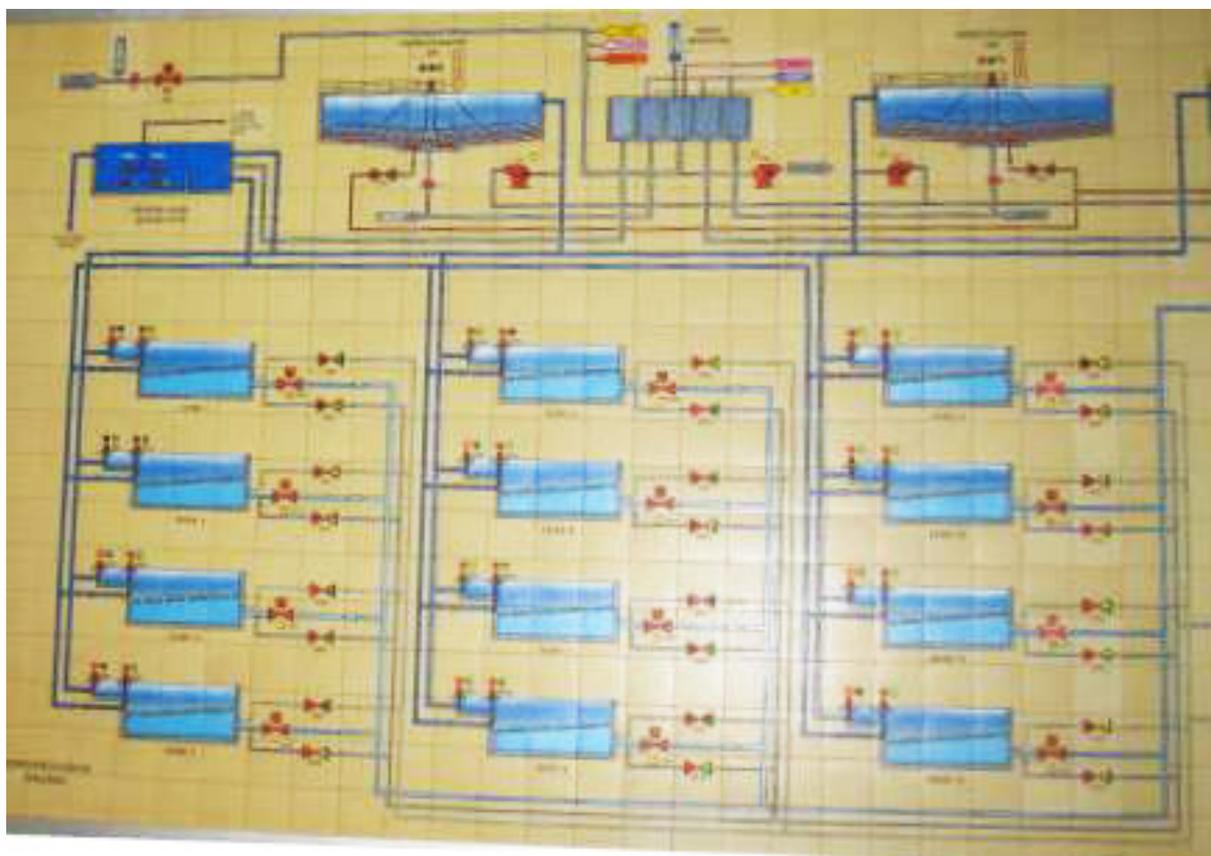


Figura 2.15: Particolare del quadro sinottico (letti a sabbia)

Unità	12
Portata	300 m ³ /h
Velocità di filtrazione	6 m/h
Superficie di filtrazione	50 m ²
Materiale filtrante	Sabbia
Dimensione	0,7-0,8 mm
Altezza strato	900 mm
Volume	45 m
Materiale di supporto	Ghiaia
Dimensione	2-3 mm
Altezza strato	100 mm
volume	5 m ³

Tabella 2.3: Caratteristiche progettuali letti a sabbia

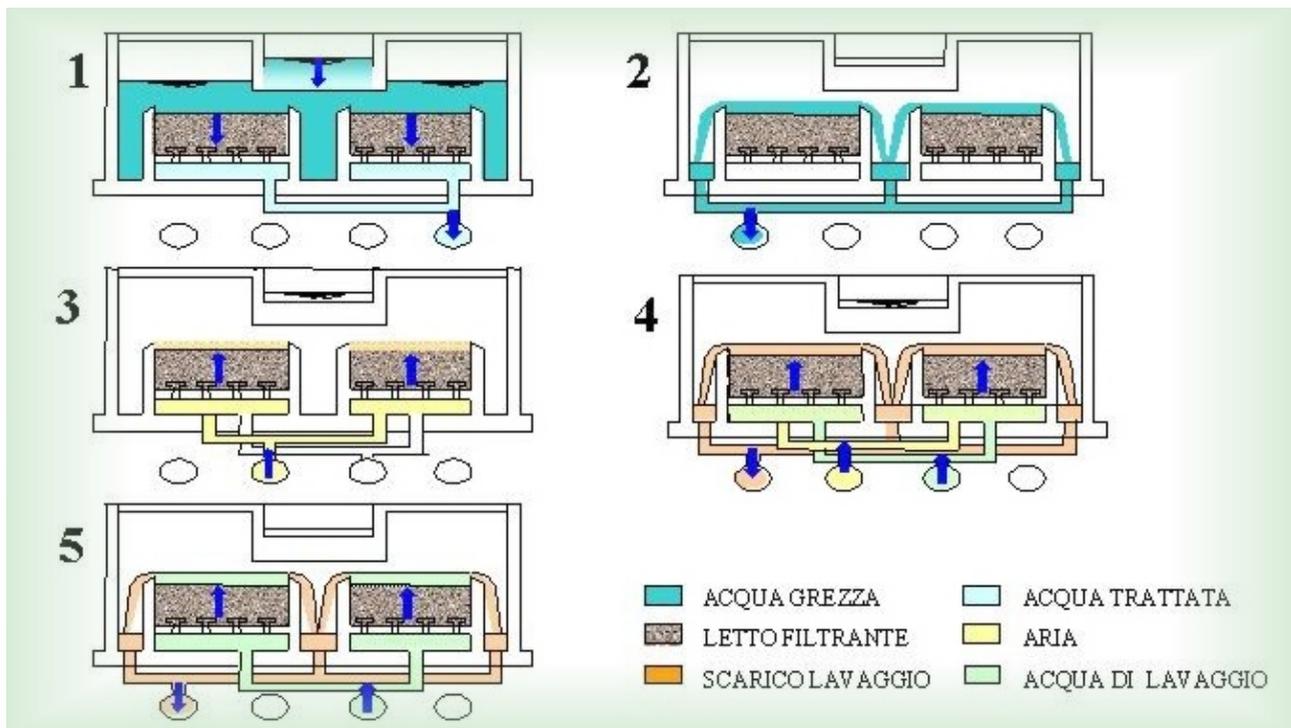


Figura 2.16: Processo di filtrazione con letti a sabbia

I letti a sabbia sono soggetti ad intasamento da parte delle particelle rimosse, pertanto periodicamente i filtri vengono lavati in controcorrente con aria e acqua già potabilizzata. Una volta puliti, i filtri tornano ad essere riutilizzati per un numero finito di cicli, raggiunto il quale non possono essere più rigenerati, ma sostituiti del tutto. Dopo la filtrazione sui letti a sabbia, l'acqua subisce un affinamento di trattamento su letti a carbone attivo, in cui il clorito viene ridotto a cloruro e vengono eliminati ulteriori elementi chimici indesiderati, quali, Trialometani (THMs) eventualmente presenti, cloroammine, solventi, olii, pesticidi e altre sostanze che provocano cattivi odori o sapori (Geosmina, M.I.B., Mercaptani, aldeidi, ecc.). I filtri a carboni attivi svolgono un'azione adsorbente di tipo chimico-fisico nei riguardi degli elementi trattenuti. Il carbone attivo è un materiale microporoso attivato in forni ad altissime temperature, può essere di natura vegetale o minerale e si può presentare sotto forma di granuli (Carboni Attivi Granulari). Nel caso specifico dell'impianto di potabilizzazione del Camastra l'unità di filtrazione è costituita da 16 filtri contenenti 35 m³ di carbone di cocco di granulometria variabile tra 8-30 Mesh. L'altezza del letto filtrante è di 3 m e l'area della superficie di contatto è pari a 1050 m²/grammo.

I filtri C.A.G. (Figura 2.17) vengono alimentati a gravità fino ad una portata di 600 l/s, mentre per portate d'acqua maggiori è necessario l'utilizzo di una pompa.

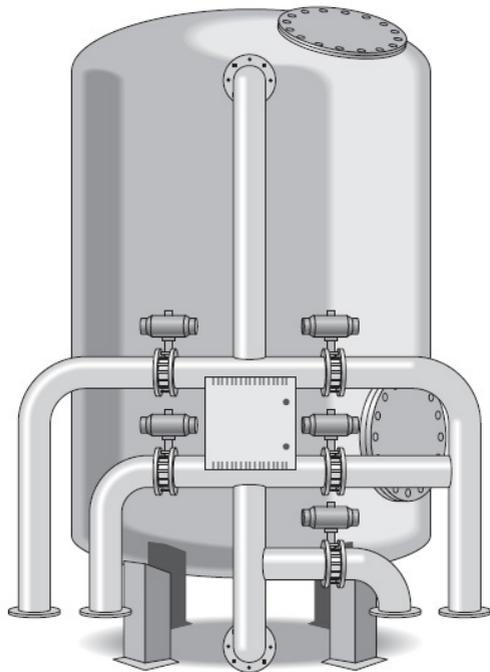


Figura 2.17: Serbatoi filtri a Carbone Attivo Granulare

La capacità di adsorbimento dei filtri C.A.G. dipende dalle sostanze che in essi vengono trattate; come i letti a sabbia, anche i carboni attivi perdono di efficacia dopo un certo periodo di trattamento e devono essere rigenerati. La batteria di filtri presente nell'impianto di Masseria Romaniello è stata messa in esercizio nel Marzo del 2002 e non è mai stata rigenerata, grazie alla qualità dell'acqua in ingresso ad essa e ad un accurato programma di lavaggio. La portata d'acqua in ingresso ai filtri è suddivisa equamente in quanto è importante che il tempo di contatto sia mantenuto uguale in tutti i filtri e sia il più alto possibile al fine di ottenere un migliore grado di adsorbimento.

2.3.4 Disinfezione

Dopo il trattamento con i filtri C.A.G., l'acqua viene clorata con ipoclorito di sodio (NaOCl), direttamente nella condotta di adduzione ai serbatoi di accumulo dell'acqua potabile, con un dosaggio idoneo a garantire a tutta la rete di distribuzione un contenuto di cloro residuo di 0.2 mg/l.

2.3.5 Trattamento fanghi

I solidi sedimentati nel fondo dei chiariflocculatori, convogliati dai raschiatori nelle tubazioni di scarico, pervengono ad un pozzetto di raccolta da cui, previo condizionamento con polielettrolita, vengono estratti

ed avviati all'unità di trattamento fanghi, costituita da due ispessitori a gravità (Figura 2.19-2.20) e due nastri presse (Figura 2.21-2.22). Negli ispessitori a gravità avviene la decantazione, che incrementa la concentrazione dei solidi dallo 0.5% al 2-3% in peso. Infatti, di solito, i fanghi, hanno un tenore d'acqua pari all'incirca al 97-98%. Da qui, i fanghi vengono trasferiti alla stazione di disidratazione, dove vengono resi ancora più compatti dalle nastropresse. La nastropressa prevede le seguenti fasi: riempimento delle camere, pressione dei fanghi con pompe, apertura ed espulsione del pannello di fango formatosi. Infine, i pannelli di fango fin qui ottenuti, attraverso un nastro trasportatore, vengono raccolti in bio-containers che, una volta riempiti, vengono portati in discarica.

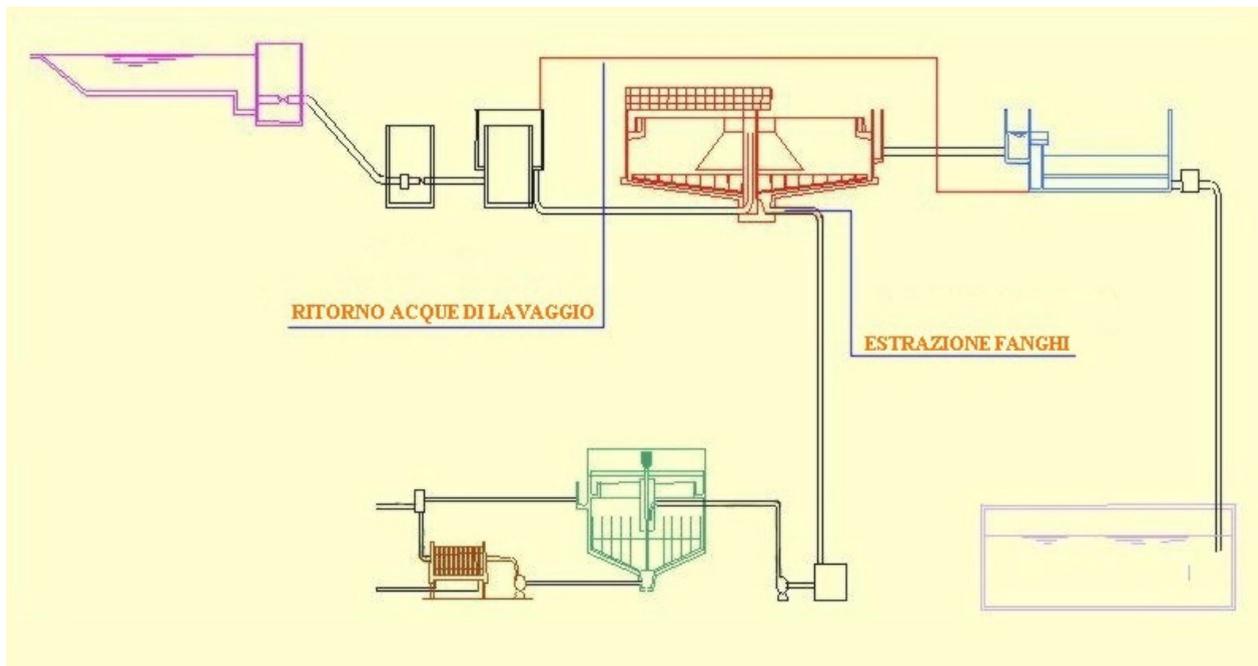


Figura 2.18: Schema processo trattamento fanghi

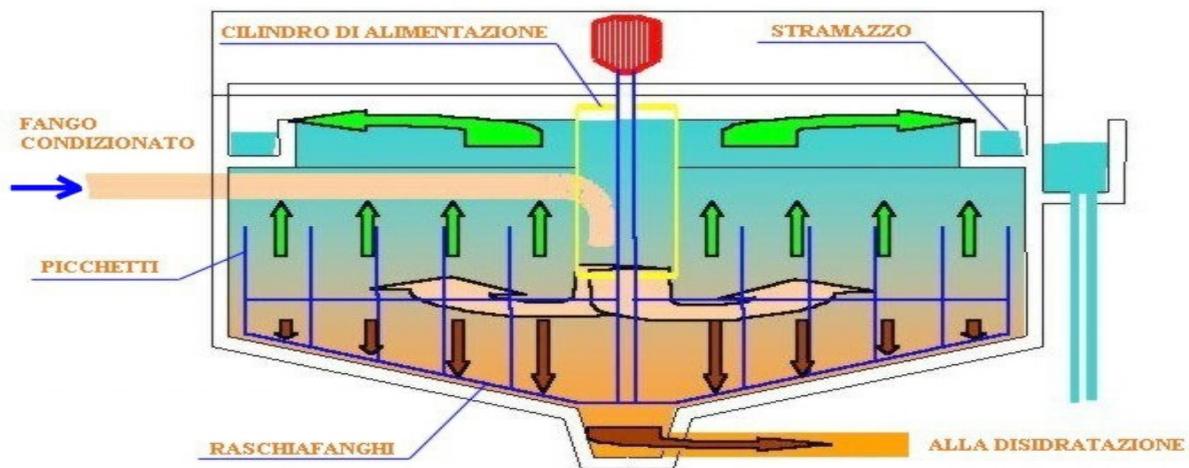


Figura 2.19: Schema ispessitore fanghi

Unità	2
Portata	15 m ³ /h
Altezza	3 m
Superficie	78,5 m ²
Diametro	10 m
Volume	240 m ³

Tabella 2.4: Caratteristiche progettuali ispessitore



Figura 2.20: Foto ispessitore fanghi

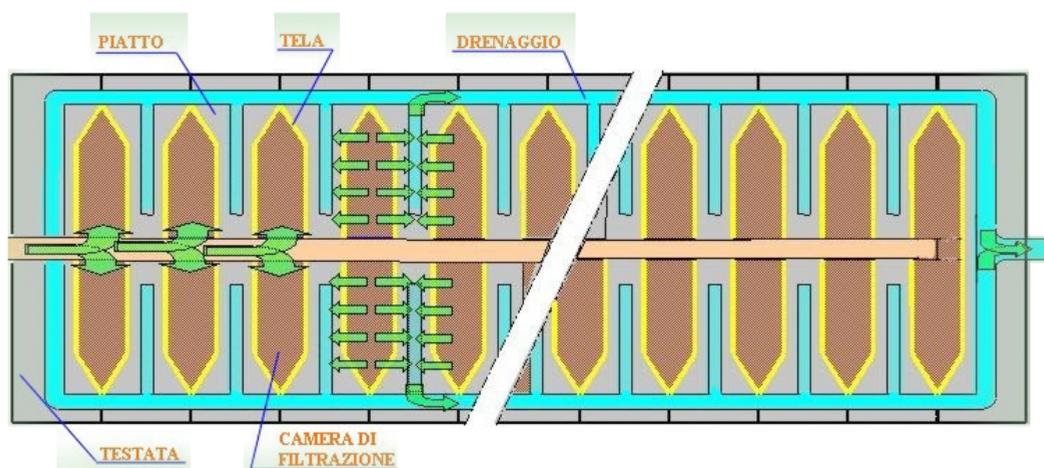


Figura 2.21: Schema nastro pressa

Unità	2
Piastre	50
Chiusura	idraulica
Pressione massima	15 bar
Superficie filtrante	30 m ²
Volume dei pannelli	0,3 m ³

Tabella 2.5: Caratteristiche progettuali nastropressa



Figura 2.22: Foto dettagli nastropressa