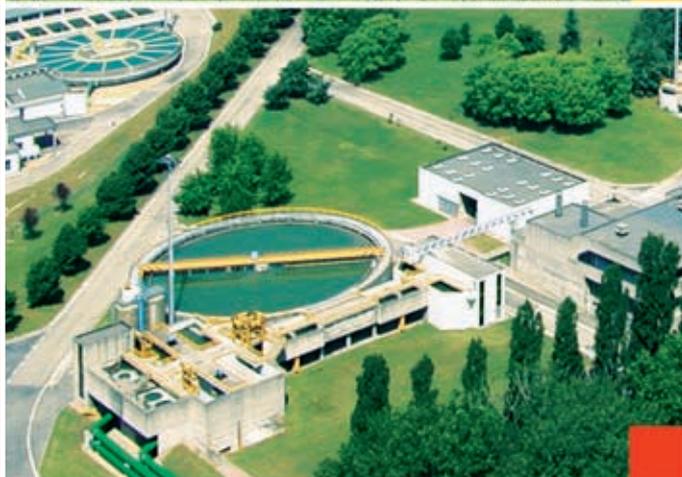
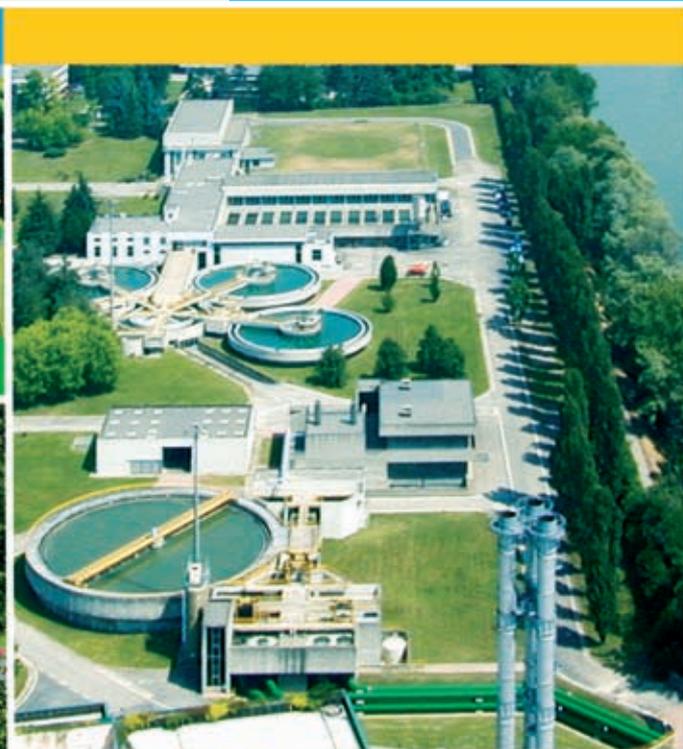


GLI IMPIANTI DI POTABILIZZAZIONE DEL FIUME PO



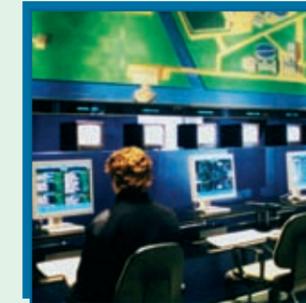


Società Metropolitana Acque Torino S.p.A.

GLI IMPIANTI DI POTABILIZZAZIONE DEL FIUME PO

Sommario

Gli impianti di potabilizzazione del fiume Po	01
Le fasi del processo di potabilizzazione	04
Il processo di potabilizzazione dell'impianto Po 3	
Opera di presa fluviale - Primo sollevamento	06
Predecantazione - Dosaggio carbone in polvere	07
Disinfezione con biossido di cloro - Ozonazione	08
Cyclofloc	09
Doppia filtrazione su carbone attivo granulare	10
Serbatoi di compenso e disinfezione finale	11
Stazione di secondo sollevamento	12
Impianti di potabilizzazione Po 1 e Po 2	13
Il controllo e il monitoraggio della qualità delle acque	
Sala controllo - Monitoraggio e controllo della qualità delle acque	14
Allegato A . Schema generale dell'impianto Po 3	16
Allegato B . Schema opere di presa	18
Allegato C . Schema prima sedimentazione	19
Allegato D . Schema produzione ozono	20
Allegato E . Schema chiarificazione Cyclofloc	21
Allegato F . Schema di filtrazione a doppio strato	22
Allegato G . Schema generale trattamento PO 1 e Po 2	23
Allegato H . Scheda tecnica I laboratori SMAT	24



La SMAT (Società Metropolitana Acque di Torino) gestisce reti idriche, impianti di potabilizzazione e di trattamento delle acque reflue fra i più grandi e tecnologicamente avanzati in Europa.

La SMAT è stata la prima in Italia ad utilizzare acqua di origine fluviale per la produzione di acqua potabile e oggi gestisce un impianto riconosciuto come punto di riferimento di assoluta avanguardia che può potabilizzare fino a 2.500 litri al secondo di acqua prelevata dal fiume Po.

Gli impianti di potabilizzazione del fiume Po coprono il 16 % dell'acqua prodotta e distribuita da SMAT attraverso una rete di circa 6.300 chilometri in grado di erogare una portata media giornaliera di 7.000 litri al secondo nel giorno di massimo consumo.

Questa pubblicazione illustra in modo sintetico il funzionamento dell'impianto SMAT per il trattamento delle acque superficiali del fiume Po, con lo scopo di far comprendere come l'applicazione di tecnologie innovative alla produzione di acqua potabile consenta di ottenere un'acqua eccellente e di qualità costante.





Gli impianti di potabilizzazione del Po sono situati sulla sponda sinistra del fiume in zona Millefonti, nella parte sud di Torino, alla confluenza col torrente Sangone.

Il complesso dispone di tre impianti:

- **Po1 e Po2**, realizzati tra il 1959 e il 1964 con una capacità produttiva totale di 86.400 m³/giorno (1 m³/sec)
- **Po3**, entrato in servizio nel 1981, con una capacità produttiva di 130.000 m³/giorno (1,5 m³/sec).

SMAT opera in un territorio in cui si trovano numerose sorgenti e pozzi, purtroppo sempre più a rischio di inquinamento.

SMAT realizzando questi impianti, ha saputo e voluto precorrere i tempi, dotandosi così di tecnologie in grado di assicurare un regolare flusso di acqua potabile, anche in caso di emergenza o siccità.

Nel dicembre 1994 ha avuto inizio la prima fase della sperimentazione di un processo di "lagunaggio" finalizzato al miglioramento



della qualità delle acque derivate dal fiume Po e successivamente potabilizzate presso gli impianti SMAT in Torino.

La presa fluviale si sposta a circa 10 chilometri a monte rispetto all'originaria captazione.

Rilocalizzando l'opera di presa fluviale si evita il carico inquinante apportato dagli insediamenti abitativi e produttivi del Comune di Moncalieri, nonché degli affluenti compresi in questo territorio (torrenti Chisola, Tepice, Banna).

L'esito positivo del programma di monitoraggio attuato da SMAT ha evidenziato come il "lagunaggio" permetta di ottenere un ulteriore miglioramento delle caratteristiche qualitative dell'acqua potabilizzata e contemporaneamente un risparmio dei reagenti chimici impiegati nei processi di trattamento.

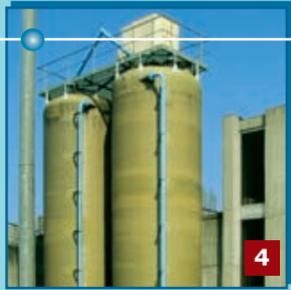
La nuova opera di presa è in grado di sviluppare una capacità produttiva di 2.700 litri al secondo.

Per ottenere questo risultato sono impiegate due elettropompe da 1 m³/sec più una da 0,7 m³/sec asservite da avviatori a frequenza variabile.

SMAT . Ripartizione dell'approvvigionamento idrico



LE FASI DEL PROCESSO DI POTABILIZZAZIONE



4 dosaggio carbone in polvere



5 ozonazione



7 ossidazione con ipoclorito di sodio



8 chiarificazione "cyclofloc"



9 doppia filtrazione di carbone attivo granulare



10 serbatoi di compenso e disinfezione finale



11 stazione di secondo sollevamento



3 predecantazione



6 disinfezione con biossido di cloro

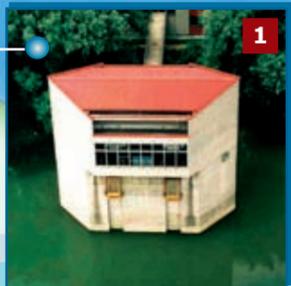
12 IMPIANTO PO 1
13 IMPIANTO PO 2



13



2 primo sollevamento



1 presa fluviale



14 laboratori di analisi



15 sala controllo

LEGENDA

- | | | | |
|---|-------------------------------------|----|--|
| 1 | PRESA FLUVIALE | 9 | DOPPIA FILTRAZIONE DI CARBONE ATTIVO GRANULARE |
| 2 | PRIMO SOLLEVAMENTO | 10 | SERBATOI DI COMPENSO E DISINFEZIONE FINALE |
| 3 | PREDECANTAZIONE | 11 | STAZIONE DI SECONDO SOLLEVAMENTO |
| 4 | DOSAGGIO CARBONE IN POLVERE | 12 | IMPIANTO PO 1 |
| 5 | OZONAZIONE | 13 | IMPIANTO PO 2 |
| 6 | DISINFEZIONE CON BISSIDO DI CLORO | 14 | LABORATORI DI ANALISI |
| 7 | OSSIDAZIONE CON IPOCLORITO DI SODIO | 15 | SALA CONTROLLO |
| 8 | CHIARIFICAZIONE "CYCLOFLOC" | | |

• vedi allegato A



OPERA DI PRESA FLUVIALE

L'acqua del Po è prelevata attraverso un'opera di presa fluviale, a forma di torre esagonale, costruita nell'alveo stesso del fiume poco a monte della confluenza col torrente Sangone.

La captazione avviene attraverso quattro bocche di presa profonde protette da griglie, paratoie e sgrigliatori automatici.

Successivamente l'acqua è fatta passare attraverso filtri a nastro di rete metallica, con maglie di 6 mm², che trattengono le impurità più grossolane.

Il lavaggio automatico, effettuato con potenti getti di acqua, provvede a rimuovere le impurità trattenute dai filtri.

L'alveo è collegato, mediante una passerella pedonale e due gallerie sotterranee, alla successiva stazione di primo sollevamento.

Le due gallerie hanno un diametro di 1.600 millimetri.

• vedi allegato B



PRIMO SOLLEVAMENTO

La stazione di primo sollevamento è equipaggiata attualmente con:

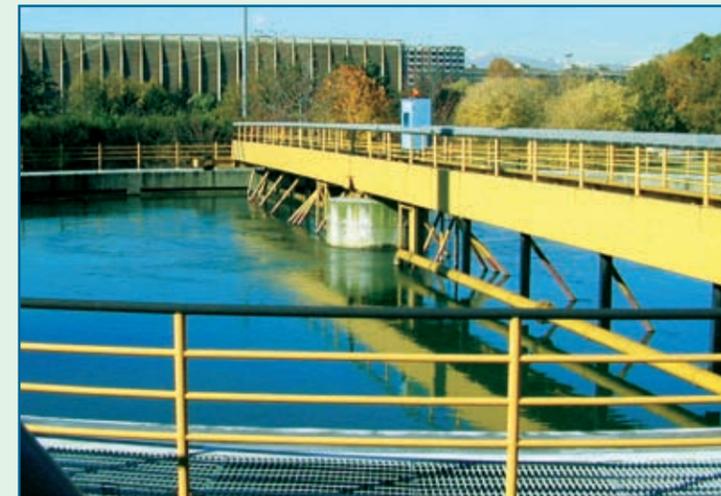
- due elettropompe verticali della portata di 1 m³/sec
- due elettropompe della portata 0,5 m³/sec
- una elettropompa da 0,6 m³/sec

Gli impianti di presa e di primo sollevamento, comuni agli impianti Po1, Po2 e Po3, sono dimensionati per la portata complessiva finale di circa 3,6 m³/sec.

Dalle elettropompe di primo sollevamento l'acqua passa in un collettore e da questo a quattro condotte in acciaio:

- una del diametro di 800 mm
- una del diametro di 900 mm
- due del diametro di 1100 mm

Le condotte attraversano il torrente Sangone su un ponte canale e si collegano al successivo fabbricato di predecantazione.



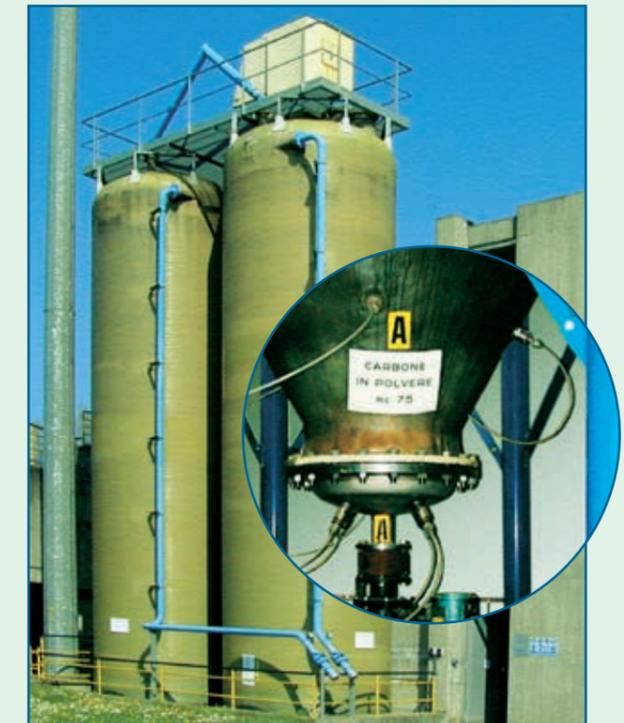
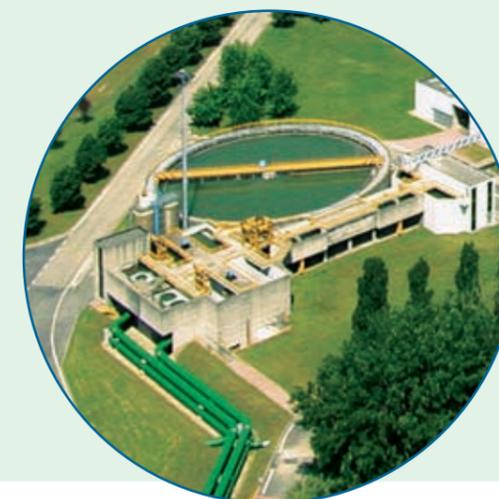
PREDECANTAZIONE

Il predecantatore statico a flusso orizzontale, predisposto per la portata di 2 m³/sec, è costituito da un bacino circolare del diametro di 33 m e della superficie utile di circa 850 m².

Il predecantatore è equipaggiato con un raschiatore di fondo rotante per la rimozione meccanica dei fanghi.

La sua funzione è quella di alleggerire il carico in arrivo al chiarificatore durante le punte di trasporto solido in corrispondenza alle piene del fiume.

In questi casi è anche prevista la possibilità di aggiungere un additivo atto a favorire la decantazione (sali di ferro o di alluminio).



DOSAGGIO CARBONE IN POLVERE

Recentemente è stato realizzato un impianto per il dosaggio di carbone attivo in polvere da immettere nell'acqua all'ingresso degli impianti di trattamento.

Il carbone in polvere svolge la funzione di rimozione dei microinquinanti organici presenti nell'acqua greggia e di abbattimento delle molecole responsabili di gusti e odori sgradevoli.

Tutte le fasi del processo, dallo stoccaggio del carbone in polvere, alla preparazione della sospensione da dosare nell'acqua da trattare, sono supervisionati da un controllore programmabile, che permette l'inserimento o la modifica di tutti i dati di processo.

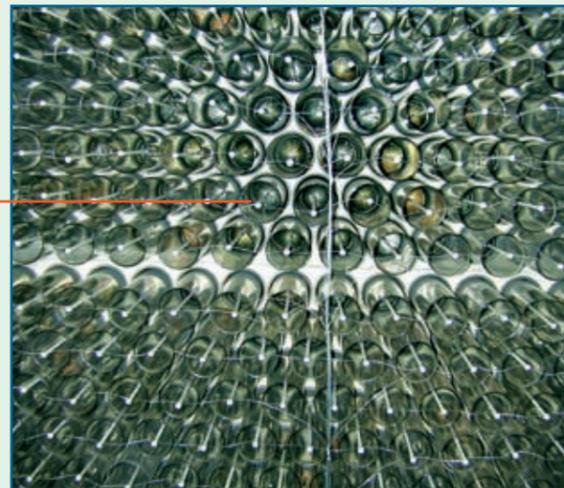
• vedi allegato C



DISINFEZIONE CON BISSIDO DI CLORO

Nella camera di carico all'uscita del predecantatore può essere attuata, in alternativa all'ozonazione, una fase di ossidazione a biossido di cloro ottenuto in un impianto di produzione che utilizza clorito di sodio e acido cloridrico.

● vedi allegato C



OZONAZIONE

L'ozono esplica una efficace azione disinfettante nei confronti di batteri e virus e inoltre porta all'ossidazione e alla conseguente rimozione del ferro e del manganese, nonché alla distruzione di molti microinquinanti come pesticidi, fenoli, detergenti.

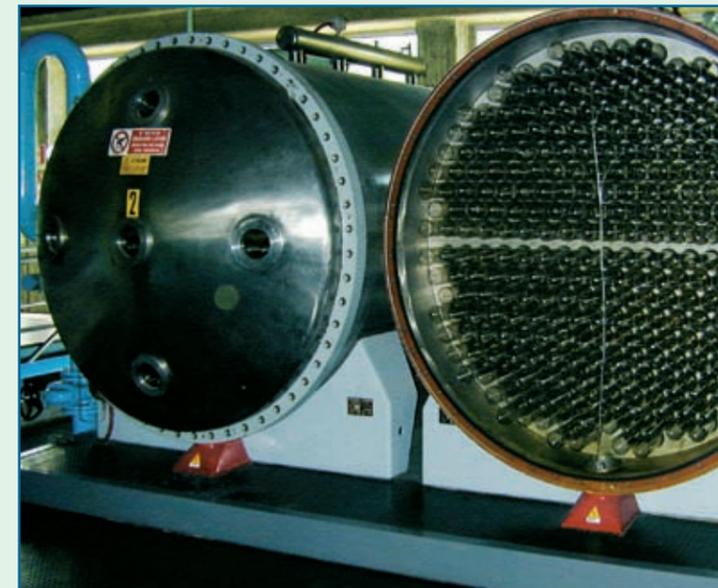
Per conseguire questi risultati l'ozono deve essere utilizzato con una concentrazione in acqua pari a 1-2 mg/l e con un tempo di contatto di 5-10 minuti.

L'impianto di produzione di ozono comprende 4 generatori di ozono composti da 558 tubi dielettrici, con capacità di produzione di 8 kg/h ciascuno.

L'aria prelevata dall'atmosfera è sottoposta ad un trattamento spinto di deumidificazione prima per condensazione e successivamente per percolazione su alluminia attivata.

All'interno del generatore di ozono l'aria così trattata circola negli spazi compresi fra elettrodi metallici tubolari sottoposti a corrente elettrica alternata a 15 kV.

In seguito all'azione esplicita sull'ossigeno dall'effluvio elettrico l'aria si arricchisce di



ozono sino ad una concentrazione di 20 mg/mc di aria.

L'aria ozonata è quindi introdotta nell'acqua da trattare per insufflaggio, attraverso una rete di piastre in ceramica porosa collocate sul fondo delle camere di contatto.

Il contatto tra acqua e aria ozonata con la conseguente soluzione dell'ozono nell'acqua avviene sulla superficie delle innumerevoli bollicine che si formano sul fondo delle vasche e che quindi risalgono in superficie.

La parte di aria ozonata in eccesso, è recuperata dalle camere di contatto nella parte superiore e rimessa in ciclo.

● vedi allegato D



● vedi allegato E

CYCLOFLOC

La fase finale del progetto dell'impianto prevede una portata di 3 m³/sec mediante la messa in funzione di cinque chiarificatori tipo CYCLOFLOC disposti a stella attorno ad un partitore centrale.

Nella fase attuale con portata da 1,5 m³/sec sono attivi tre bacini, capaci ciascuno di una portata di circa 700 l/sec.

Ogni CYCLOFLOC è preceduto da un torrino di miscelazione ove avviene l'introduzione del polisoro di alluminio ed eventualmente dell'ossidante.

Il diametro massimo del bacino, di forma tronco conica rovesciata, è di 24 m, e la velocità ascensionale in condizioni di marcia normale è pari a 6,5 m/h con un tempo di detenzione di circa 1 ora.

Il sistema CYCLOFLOC consiste nell'aggiunta di microsabbia che appesantisce i fiocchi di idrossido di alluminio e facilita la precipitazione dei fanghi sul fondo del bacino, equipaggiato con raschiatori metallici rotanti a 4 braccia.

Dal fondo del bacino i fanghi misti alla microsabbia vengono asportati mediante elettropompe che li spingono in speciali dispositivi a cono detti idrocycloni, ove, per effetto della forza centrifuga, la parte argillosa più leggera viene separata dalla



• vedi allegato E

microsabbia più pesante che precipita sul fondo dove viene recuperata e rimessa in ciclo.

Dopo la separazione i reflui vengono pompati al grande impianto di trattamento delle acque reflue della SMAT sito a circa 20 chilometri.

I pregi principali del sistema CYCLOFLOC consistono in un elevato rendimento del processo di chiarificazione, con acqua in uscita assolutamente limpida e di qualità costante.

Il dosaggio del policloruro di alluminio è attuato da pompe dosatrici a portata variabile, regolate automaticamente in base alla portata dell'acqua da trattare, con un tasso di prodotto che può variare da 20 a 300 mg/l.

Durante la chiariflocculazione un ulteriore trattamento di ossidazione mediante ipoclorito di sodio consente l'eliminazione dell'ammoniaca e dei composti azotati derivati.

Recentemente l'applicazione di tale trattamento è stato ridotto in modo sostanziale favorendo l'introduzione nel ciclo di potabilizzazione di processi biologici naturali, che non richiedono l'intervento di reagenti chimici.

Tali processi si svolgono sia nei bacini di chiarificazione, sia prevalentemente all'interno dei filtri a carbone, ed hanno il vantaggio di non formare composti del cloro indesiderati per la salute umana.



DOPPIA FILTRAZIONE SU CARBONE ATTIVO GRANULARE

La filtrazione dell'acqua avviene su due batterie filtranti a letti sovrapposti di sei unità.

Ogni unità è a sua volta composta da due celle elementari a pianta rettangolare di 13,6 per 3,1 metri.

La velocità apparente di filtrazione è di 6 m/h, in senso verticale.

I filtri superiore e inferiore, costituiti ciascuno da uno strato filtrante di carbone granulare di altezza di 0,80 m, sono destinati a completare il processo di chiarificazione, assicurando il trattenimento



delle particelle in sospensione ancora eventualmente presenti nell'acqua decantata.

In aggiunta, la filtrazione permette l'affinamento della qualità dell'acqua attraverso l'eliminazione di gusti e odori sgradevoli, la rimozione delle sostanze organiche microinquinanti e l'abbattimento di un'eventuale colorazione residua.

I filtri sono dotati di un sifone innescabile con comando a distanza per la distribuzione e ripartizione dell'acqua da filtrare.

Un altro sifone in uscita, con immissione d'aria regolata da un dispositivo a galleggiante, serve ad assicurare la continuità del valore di portata al variare delle perdite di carico nel filtro.

Il lavaggio del filtro a carbone superiore è previsto di norma ogni 24 ore; il lavaggio avviene in controcorrente, con aria e acqua e dura circa 15 minuti.

Per il filtro inferiore il lavaggio è previsto ogni 6 giorni di funzionamento, con durata e modalità uguali a quello superiore.

• vedi allegato F



SERBATOI DI COMPENSO E DISINFEZIONE FINALE

Dopo la filtrazione l'acqua passa in un primo serbatoio della capacità di circa 3400 m³ dal quale attingono le pompe di lavaggio dei filtri.

Le pompe di sollevamento alla rete di distribuzione, prelevano l'acqua dal serbatoio di compenso, posto in serie al primo e di capacità pari a 10800 mc.

Nel serbatoio di compenso viene effettuata la disinfezione finale con biossido di cloro tale da determinare nell'acqua erogata un contenuto di cloro attivo compreso tra 0,2 e 0,3 mg/l.

Questa disinfezione è necessaria per garantire che non si possano formare colonie batteriche lungo la rete di distribuzione.



STAZIONE DI SECONDO SOLLEVAMENTO

La stazione per il sollevamento in rete dell'acqua resa potabile comprende due elettropompe ad asse verticale da 1 m³/sec e una da 0,5 m³/sec.

Le prime due hanno prevalenza di 85 m e sono azionate da motori asincroni a 6 kV con potenza da 1200 kW.

La regolazione della portata può essere effettuata mediante una grossa valvola a fuso, oppure variando la velocità dell'elettropompa da 0,5 m³/sec si realizza un considerevole risparmio di energia elettrica.

Attualmente il complesso degli impianti del Po può fornire acqua potabile per oltre 2500 l/sec.

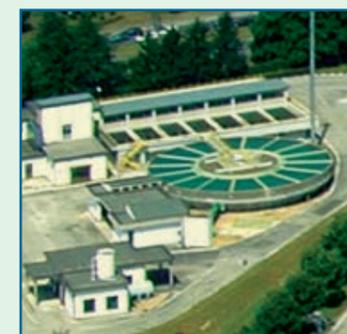
Il collegamento alla rete di distribuzione avviene mediante due condotte in acciaio del diametro di 1200 mm.

Tutte le apparecchiature di sollevamento sono ospitate in un grande edificio a pianta rettangolare.

L'edificio si articola sostanzialmente su tre piani di cui il più basso ospita le pompe e le tubazioni di mandata ed aspirazione, l'intermedio serve per l'accesso ai motori, mentre il più alto, a livello del piano di campagna, contiene i trasformatori e i quadri elettrici di distribuzione e comando in media e bassa tensione.



• vedi allegato G



Lo schema di trattamento degli impianti Po1 e Po2, progettati prima degli anni '60 comprendeva inizialmente le seguenti fasi:

- preclorazione con cloro gas
- chiarificazione in bacini a ricircolazione di fanghi del tipo "Accelator"
- filtrazione su sabbia
- neutralizzazione e disinfezione finale con cloro gas

Lo schema originario già negli anni '70 ha subito alcune modifiche per adeguarlo allo sviluppo tecnologico e all'evoluzione scientifica.

In particolare è stata aggiunta una fase di ossidazione a biossido di cloro per ottenere una migliore precipitazione del ferro e del manganese.

Successivamente, per aumentare la sicurezza nei confronti della presenza dei microinquinanti organici, la filtrazione su carbone attivo granulare ha sostituito quella su sabbia.

Tale intervento si è rivelato determinante agli effetti di una maggior sicurezza di funzionamento degli impianti e di una miglior qualità dell'acqua prodotta.

Gli impianti Po1 e Po2 saranno adeguati in un prossimo futuro con l'introduzione del trattamento ad ozono.



SALA CONTROLLO

La complessità dei cicli di potabilizzazione richiede un sistema di supervisione e controllo, gestito interamente dal calcolatore, che si pone i seguenti obiettivi:

- controllare in tempo reale la qualità dell'acqua prelevata dal fiume e dell'acqua potabile erogata
- ricercare il dosaggio ottimale dei reattivi chimici da immettere nel trattamento adeguandoli alla qualità dell'acqua
- gestire in modo totalmente automatico tutte le operazioni inerenti al funzionamento degli impianti
- garantire un migliore controllo degli impianti da parte degli operatori
- rendere disponibili i dati relativi alla conduzione degli impianti mediante la creazione di archivi storici, utilizzabili per fini statistici.

Il sistema è del tipo distribuito con un'unica stazione centrale di controllo, situata nella sala comando, e 10 unità periferiche, ubicate nelle diverse sezioni dell'impianto e collegate alla sala comando.

Le misure e gli allarmi più significativi sono inoltre inviati, attraverso opportuna interfaccia, al Telecontrollo dell'azienda sito presso la sede centrale.



MONITORAGGIO E CONTROLLO DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE

La qualità dell'acqua potabile richiede un costante monitoraggio in grado di prevenire qualsiasi rischio causato dalla presenza di eventuali inquinanti dannosi per la salute umana.

L'affidabilità e la precisione dei risultati prodotti dai laboratori di analisi della SMAT sono garantite da un'équipe di più di 40 specialisti, fra chimici e biologici, che eseguono oltre 200.000 analisi ogni anno sull'intero ciclo delle acque, dal prelievo da fiumi, pozzi e sorgenti, ai vari stadi di trattamento degli impianti di potabilizzazione, ai punti di erogazione dell'acqua potabile nelle reti di distribuzione dei comuni serviti, e infine all'ingresso e all'uscita degli impianti di depurazione delle acque reflue.

Particolare attenzione è stata posta proprio agli impianti di potabilizzazione del Po, in quanto la variabilità e la vulnerabilità delle acque superficiali rende necessario un continuo controllo rivolto alla deter-

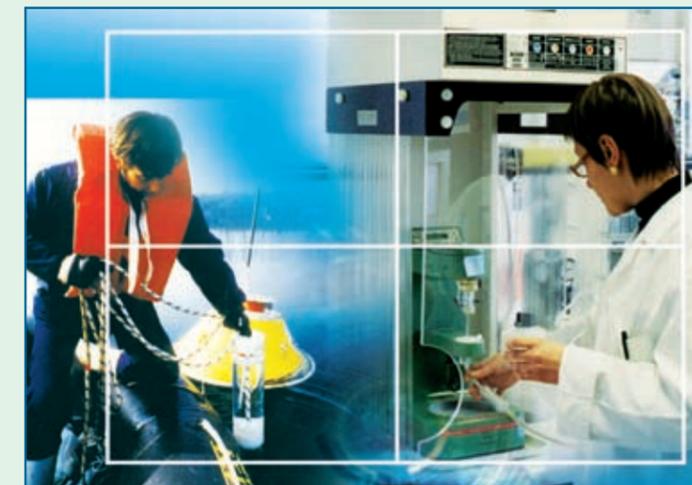
minazione sia degli inquinanti tipici del fiume, come l'ammoniaca, il ferro e la torbidità, sia di quelli rinvenuti occasionalmente, quali pesticidi, idrocarburi, solventi clorurati e metalli pesanti.

Per questi motivi già agli inizi degli anni '60 fu realizzata una specifica unità operativa con il compito di sorvegliare l'acqua in ingresso al trattamento, i vari stadi dei processi e l'acqua potabile immessa nella rete cittadina.

I controlli di laboratorio spaziano da analisi di tipo routinario a indagini più complesse, svolte con tecniche e strumenti avanzati, in grado di ricercare la presenza degli inquinanti a livello di tracce, ossia di milionesimi di grammo per litro d'acqua.

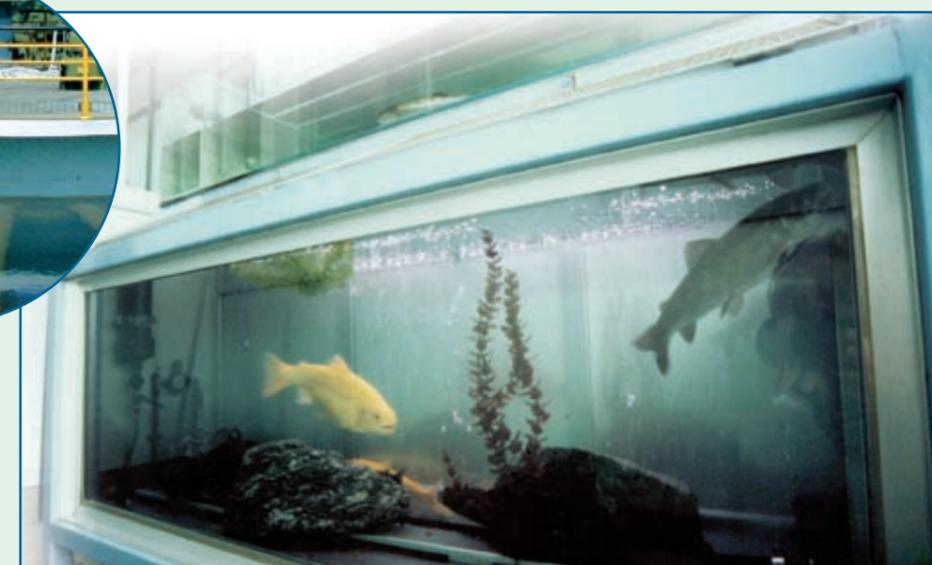
Lo scopo dei controlli è assicurare che l'acqua immessa nella rete cittadina sia perfettamente rispondente ai requisiti di legge previsti per il consumo umano e che ogni sforzo venga fatto per migliorarne la gradevolezza, riducendo il più possibile la quantità di cloro nell'acqua che esce dai rubinetti.

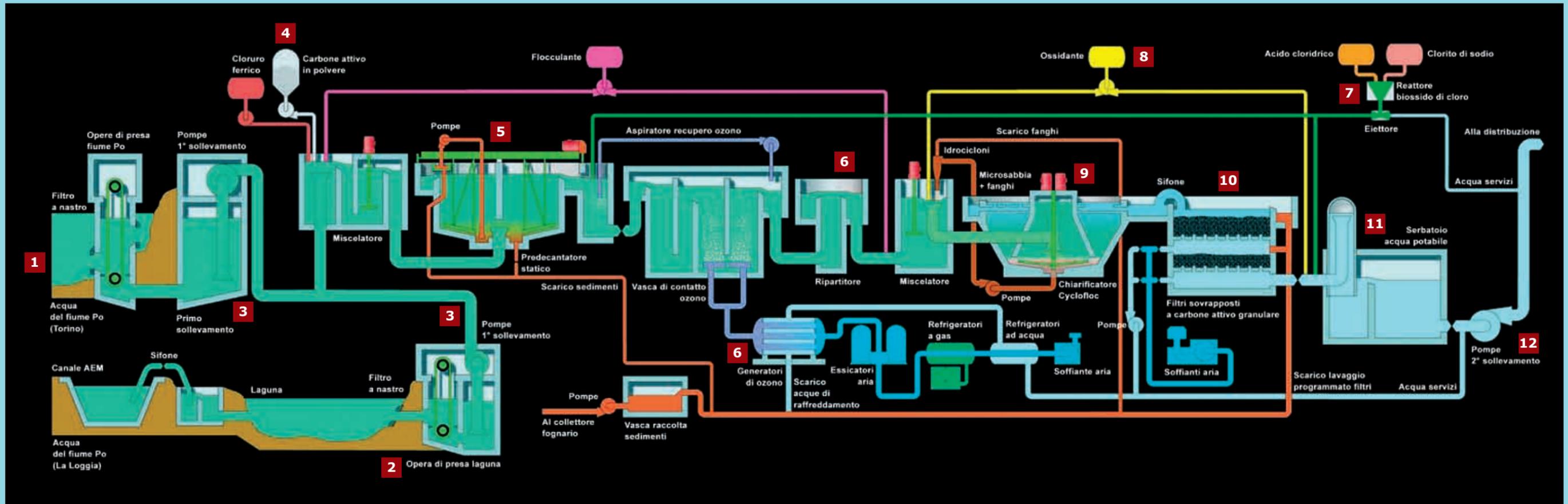
La stazione di monitoraggio in continuo della qualità dell'acqua del fiume Po in ingresso agli impianti di potabilizzazione, fra le più evolute in Europa, garantisce la



verifica in ogni istante della eventuale presenza di sostanze pericolose, in modo da poter predisporre in tempi brevissimi interventi correttivi sul processo, inviare allarmi e addirittura fermare la produzione nei casi estremi.

Mediante sofisticati strumenti completamente automatici, vengono controllati, oltre alle più comuni caratteristiche di qualità dell'acqua quali ad esempio il pH, la temperatura e la conducibilità, anche alcuni parametri di tipo chimico, come l'ammoniaca e i nitrati, e altri di tipo biologico, ossia l'attività di organismi superiori quali la trota iridea e un mollusco autoctono del Po, che possono essere considerati quasi delle sentinelle che vigilano sulla qualità dell'acqua del fiume.

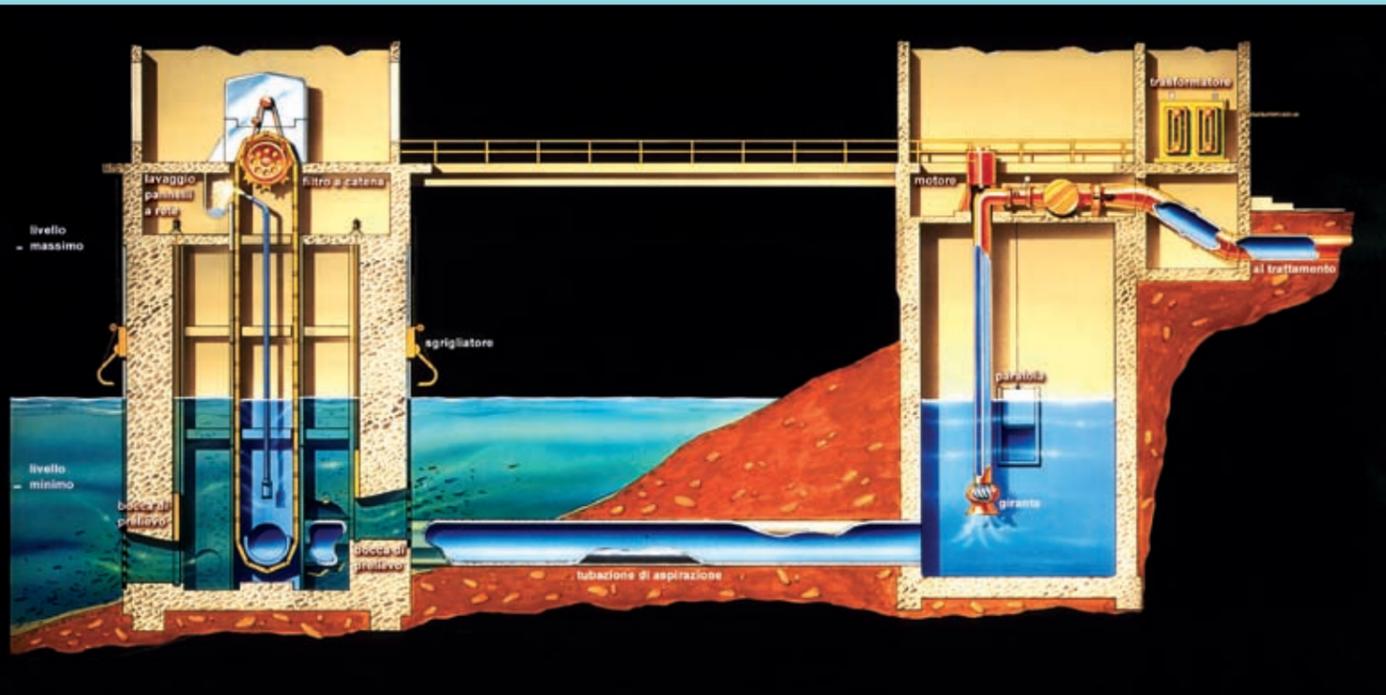




- | | | | | | |
|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--|--|--|
| 1 PRESA FLUVIALE | 3 PRIMO SOLLEVAMENTO | 5 PREDECANTAZIONE | 7 DISINFEZIONE CON BISSIDO DI CLORO | 9 CHIARIFICAZIONE "CYCLOFLOC" | 11 SERBATOI DI COMPENSO E DISINFEZIONE FINALE |
| 2 PRESA LAGUNARE | 4 DOSAGGIO CARBONE IN POLVERE | 6 OZONAZIONE | 8 OSSIDAZIONE CON IPOCLORITO DI SODIO | 10 DOPPIA FILTRAZIONE DI CARBONE ATTIVO GRANULARE | 12 STAZIONE DI SECONDO SOLLEVAMENTO |

L'efficacia dell'impianto è tale da garantire acqua potabile di ottima qualità anche in presenza di valori elevati di inquinamento

Nella tabella illustrata nell'**Allegato H**, relativo ai laboratori di analisi SMAT, sono riportati alcuni significativi valori di abbattimento degli inquinanti



Su due lati dell'edificio ubicato nell'alveo del fiume vi sono quattro bocche di prelievo dell'acqua di 160x170 cm, protette da griglie verticali distanziate di 4 cm.

Le griglie impediscono il passaggio dei materiali grossolani trasportati dal fiume.

Il livello del fiume varia da un minimo in periodo di magra di 213,30 m s.l.m. ad un livello massimo di 220,50 m s.l.m. in condizioni di piena.

Quattro sgrigliatori montati sulle rispettive bocche d'immissione, hanno la funzione di asportare il materiale più grossolano trasportato durante le piene che, addensandosi contro le griglie, ostruirebbe il passaggio dell'acqua.

Quattro paratoie d'intercettazione permettono la manutenzione straordinaria delle bocche di prelievo e dei filtri a nastro.

Due filtri a nastro posti a valle delle griglie sottopongono l'acqua ad una fase di filtrazione meccanica attraverso una maglia filtrante di 2,5 per 2,5 mm di lato.

I filtri a nastro hanno le seguenti caratteristiche:

- Altezza 15 m
- Sono composti di 67 pannelli 40x120 cm

- I pannelli avanzano di 9 m/min
- Portata 2 m³ /sec
- Perdita di carico massima 1 m

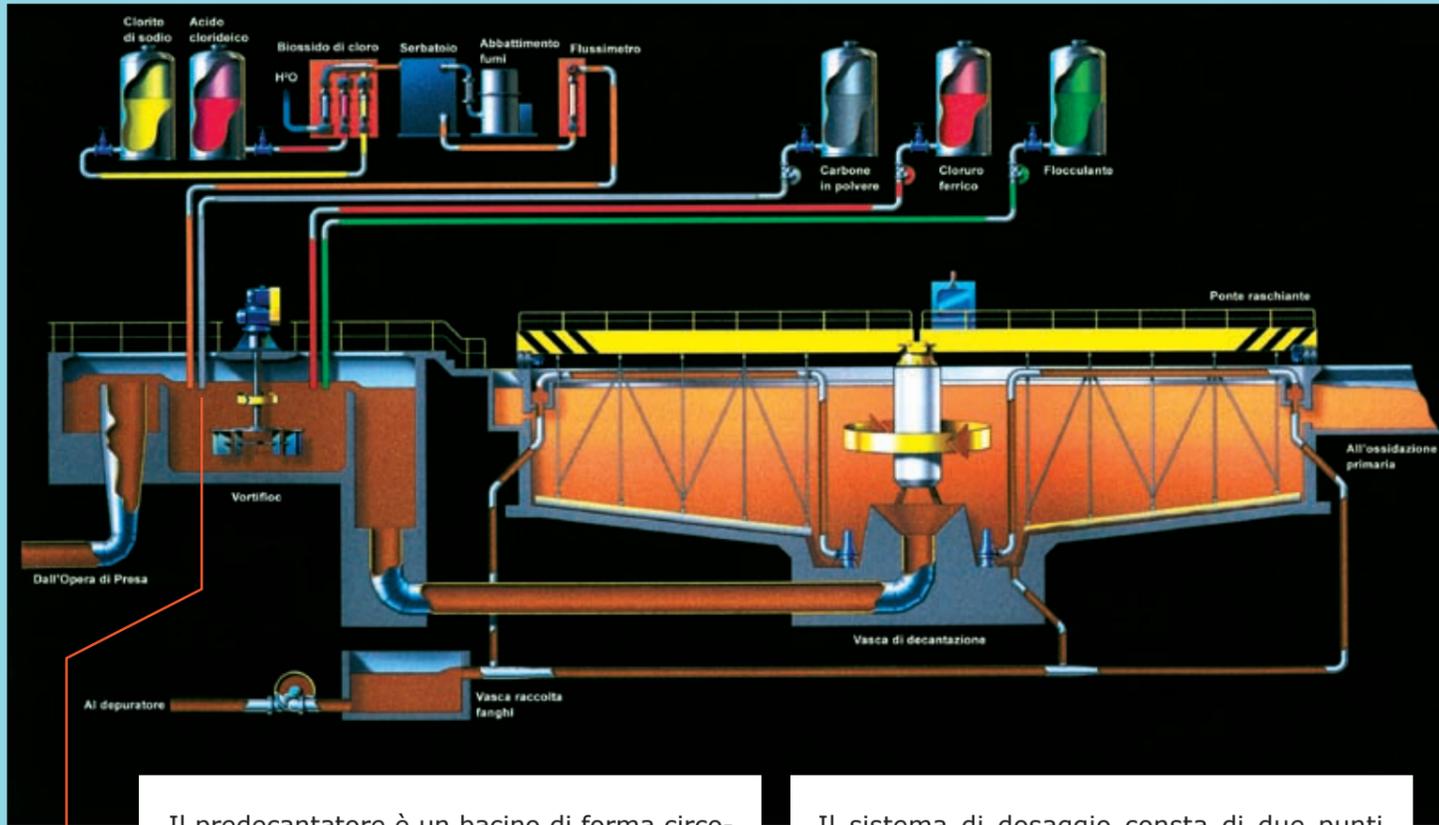
Una perdita di carico di circa 30 cm determina l'inizio del ciclo di lavaggio.

La pulizia dei filtri a nastro è ottenuta facendo ruotare i pannelli e contemporaneamente lavandoli in controcorrente con l'acqua prelevata da due pompe sommerse da 5,5 l/sec; in tal modo si rimuovono i sedimenti sulla superficie esterna della griglia.

Le elettropompe installate nel fabbricato di sollevamento hanno le seguenti caratteristiche:

- | | |
|--------------------|-----------------------|
| N. 2 elettropompe: | Prevalenza 18,64 m |
| | Portata 1000 l/sec |
| | Potenza motore 250 kW |
| N. 1 elettropompa: | Prevalenza 16,50 m |
| | Portata 500 l/sec |
| | Potenza motore 125 kW |
| N. 2 elettropompe: | Prevalenza 16 m |
| | Portata 650 l/sec |
| | Potenza motore 150 kW |

L'elettropompa con portata di 500 l/s è asservita ad un avviatore a frequenza variabile per modulare il flusso d'acqua necessario al trattamento di potabilizzazione.



Il predecantatore è un bacino di forma circolare con diametro di 33 m ed un'altezza di 5,15 m, la capacità totale risulta di 4300 m³.

Il predecantatore è munito di un ponte rotante con raschiatore di fondo, le cui lame convogliano i fanghi verso il centro del bacino.

Due elettropompe da 35 l/sec a funzionamento temporizzato evacuano i fanghi accumulati sul fondo.

Una serie di paratoie intercettano l'acqua incanalata in arrivo dall'opera di presa e mediante opportune manovre possono escludere dal ciclo di trattamento la predecantazione consentendo l'esecuzione dei lavori di manutenzione.

Adsorbimento con carbone in polvere (Powdered Activated Carbon, PAC)

Lo stoccaggio del carbone attivo in polvere è realizzato in due silos della capacità complessiva di 100 m³.

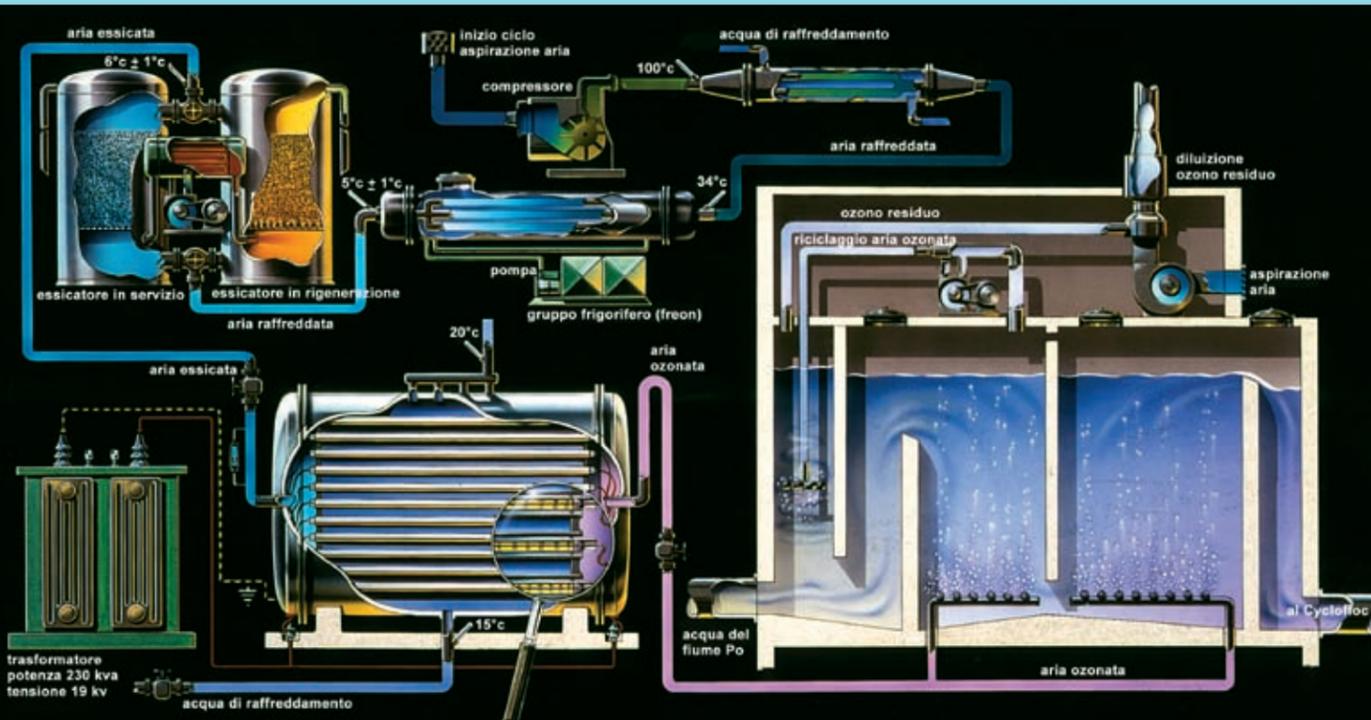
La preparazione della sospensione di carbone in polvere, nella densità voluta, avviene in una vasca miscelatrice e mediante tre celle di carico che controllano il dosaggio della polvere nella fase di miscelazione.

Il sistema di dosaggio consta di due punti d'immissione indipendenti, uno in ingresso al predecantatore, l'altro in uscita.

Il prodotto ottenuto nella vasca di miscelazione è inviato ai coni di dosaggio, di capacità nota; l'alternanza di riempimento/svuotamento regola il dosaggio in relazione alla portata d'acqua e alla concentrazione voluta.

Dimensionamento dell'impianto:

- Massima dose di carbone attivo in polvere 50 ppm
- Dose media 15 ppm
- Massima portata acqua grezza per ogni linea 2.5 m³/sec
- Massima concentrazione di PAC nella sospensione 15%
- Minima concentrazione di PAC nella sospensione 1%



L'aria è prelevata dall'atmosfera tramite un compressore e quindi raffreddata da un refrigeratore a circolazione d'acqua.

Ulteriormente raffreddata da un gruppo frigorifero, entra in un essiccatore e avendo raggiunto la massima deumidificazione possibile, è inviata all'ozonizzatore dopo essere passata attraverso un filtro a secco che elimina anche eventuali corpuscoli trascinati dall'aria.

Nell'ozonizzatore, sotto l'azione di una scarica elettrica ad alta tensione, l'ossigeno contenuto nell'aria è trasformato in "ozono".

L'aria ozonata, è indotta nell'acqua sotto forma di bollicine generate da piastre porose poste sul fondo della camera di contatto; le bollicine esplicano l'azione ossidante risalendo verso l'alto.

Caratteristiche delle macchine installate:

- **Soffianti**
 - due da 250 m³/h
 - uno da 1030 m³/h
 - uno da 750 m³/h
- **Refrigeratore**
 - portata aria da refrigerare 1100 m³/h
 - temperatura aria in ingresso 90-100 °C
 - temperatura aria in uscita 30-35 °C
 - portata acqua raffreddamento 8600 l/h
- **Gruppo frigorifero**
 - portata d'aria 1100 m³/h

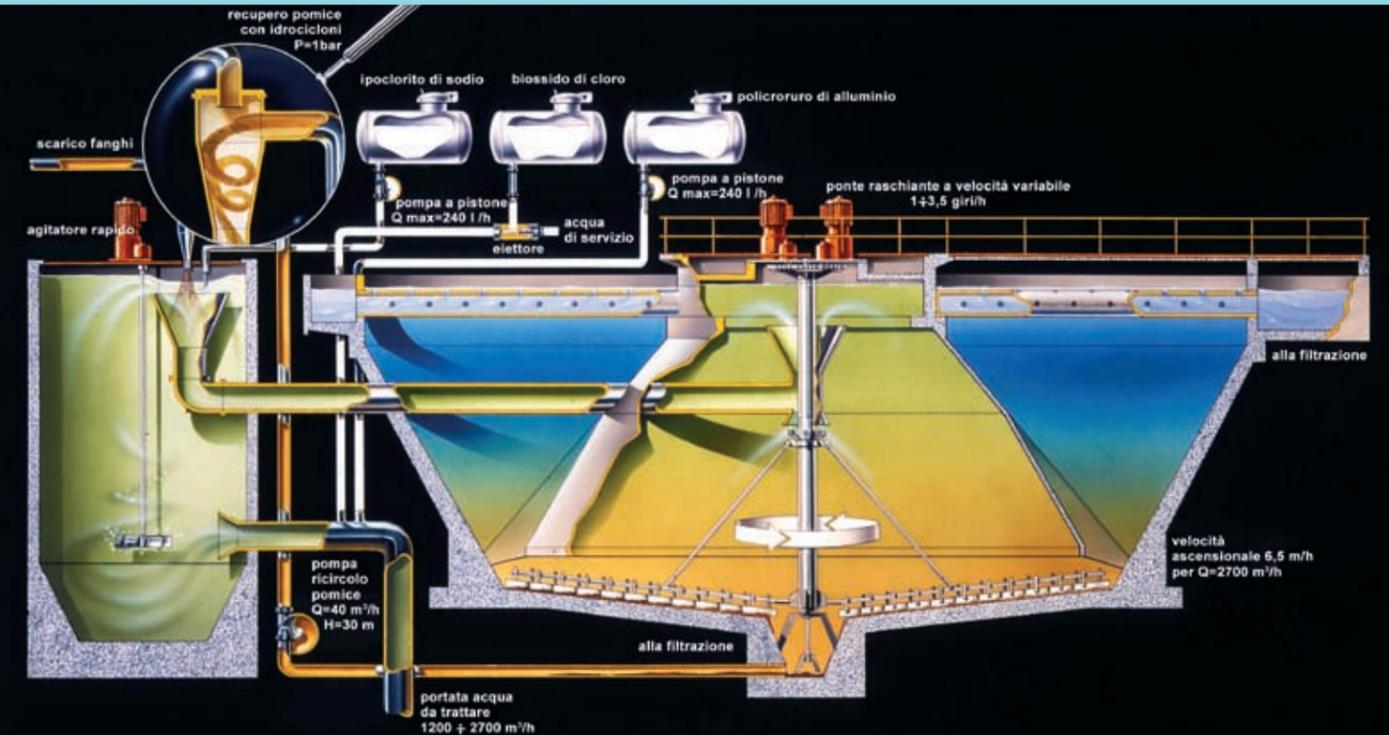
- temperatura aria in ingresso 30-35 °C
- temperatura aria in uscita 1-5 °C
- **Essiccatore**
 - portata aria 1350 m³/h
 - ciclo riscaldamento 4 h
 - ciclo raffreddamento 4 h
 - portata acqua di raffreddamento 3,5 m³/h
- **Ozonizzatore**
 - tubi dielettrici 558
 - massima produzione di ozono 8 kg/h
 - tensione applicata 15 kV a 50 Hz

Biossido di cloro

Il biossido di cloro è prodotto facendo combinare Acido Cloridrico con Clorito di Sodio. Il contatto avviene in appositi reattori, con capacità produttiva di 12 Kg/h.

Il biossido di cloro prodotto è inviato nei vari punti d'immissione degli impianti di potabilizzazione attraverso una rete di distribuzione in PVC.

L'acido cloridrico e il clorito di sodio sono conservati in cisterne in vetroresina. Ogni cisterna è dotata di una propria vasca di contenimento. Tutti i locali interessati alla produzione di biossido di cloro sono protetti da un impianto di sicurezza per l'abbattimento di eventuali fughe di gas.



Il cyclofloc è munito di un ponte raschiante che convoglia il flocculante e la sabbia al centro del chiarificatore, il fango è aspirato da opportune pompe di ricircolo e trasportato agli idrocycloni.

L'idrociclone è un dispositivo che separa il flocculato dalla microsabbia ed è costituito da una camera cilindroconica con la punta rivolta verso il basso.

La miscela fango-microsabbia arriva tangenzialmente nella parte cilindrica e le particelle più pesanti (ossia la microsabbia) sono recuperate sotto l'azione della forza centrifuga. Ogni cyclofloc è dotato di:

- due pompe di microsabbia
- due batterie di idrocycloni
- un ponte raschiante, azionato da due motori regolati sulla stessa velocità variabile
- una pompa per il flocculante
- una pompa per l'ipoclorito

Caratteristiche Cyclofloc

- diametro 24 m
- superficie 414 m²
- volume 3150 m³
- velocità ascensionale massima 6-7 m/h
- portata massima 700 l/s
- idrocycloni installati 8

- pressione di esercizio idrocycloni 1,2-1,5 bar
- portata elettropompe microsabbia 42 m³/h
- velocità ponte raschiante 1-3 giri/h

Ipoclorito di sodio

L'ipoclorito di sodio acquistato dalle ditte fornitrici è conservato in dieci cisterne in vetroresina; ogni cisterna è dotata di propria vasca di contenimento.

Il reagente è immesso nel ciclo di trattamento tramite elettropompe dosatrici a pistone, mediante una rete di distribuzione in PVC.

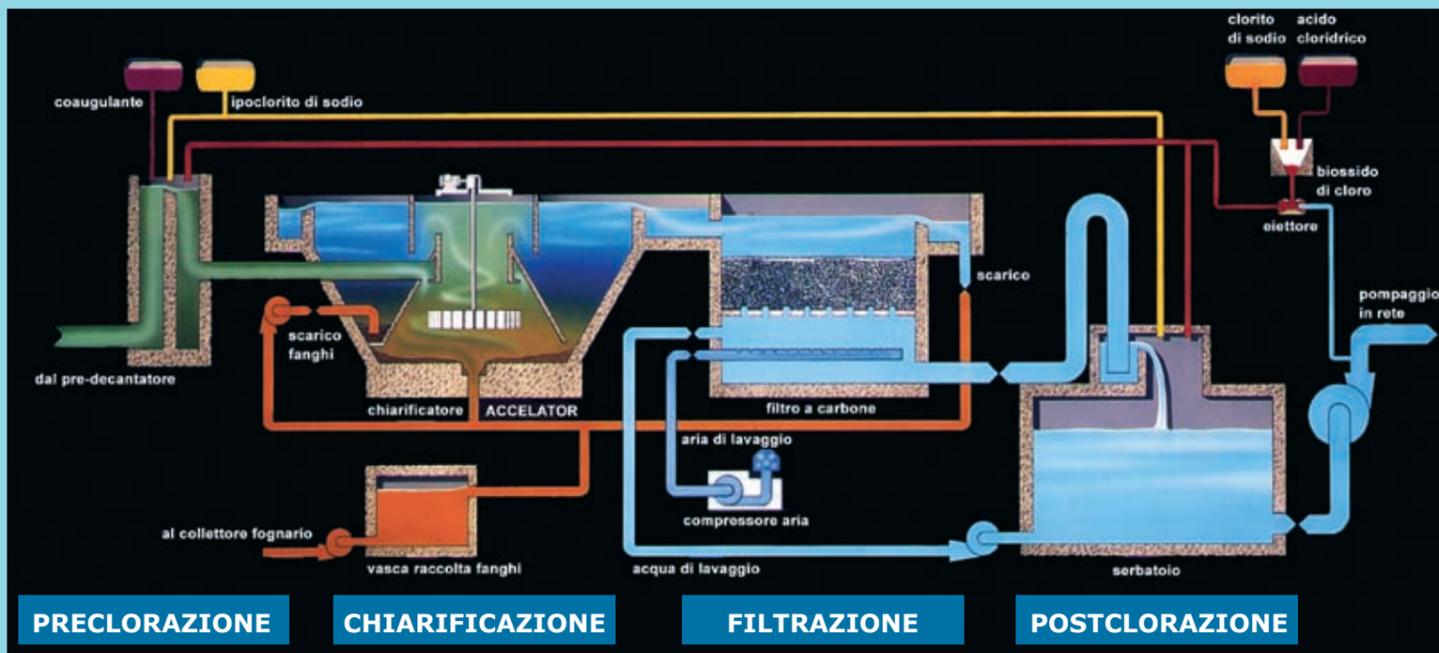
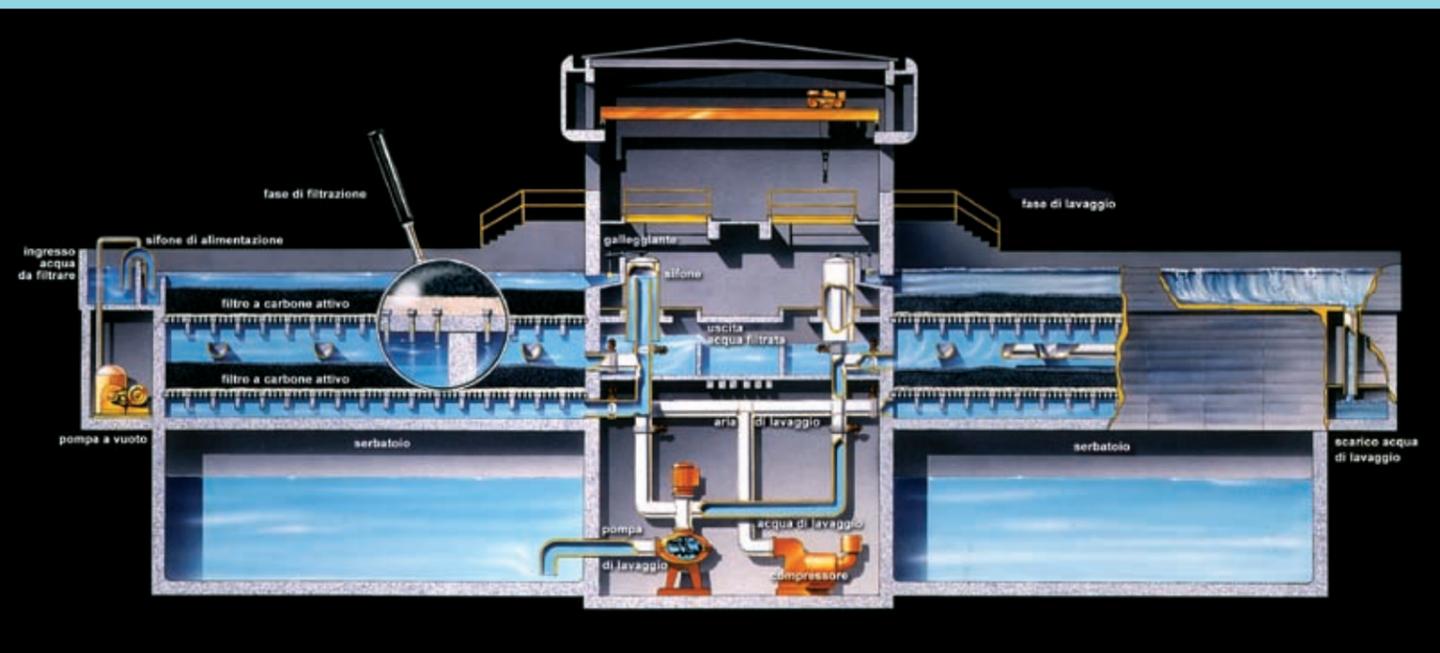
Tali elettropompe hanno una portata massima di 240 l/h.

Policloruro di alluminio

Il flocculante è conservato in otto cisterne, con capacità di 45 m³ cadauna.

Le elettropompe dosatrici hanno portata variabile da 75 a 750 l/h.

La necessità di ottimizzare le quantità di flocculante da immettere nell'impianto ha indotto i tecnici SMAT a creare tre curve caratteristiche, ricavate sperimentalmente sull'impianto Po3 e utilizzate come riferimento che consente l'adeguamento del dosaggio più efficace alla variabilità del parametro torbidità.



Il carbone attivo granulare (Granular Activated Carbon, GAC) è prodotto utilizzando materie prime d'origine vegetale o minerale, mediante un particolare trattamento termico che induce lo sviluppo, all'interno della sua massa, di una notevolissima quantità di cavità sub-microscopiche aumentando in tal modo la superficie specifica del carbone.

Su tale superficie avviene l'adsorbimento delle molecole organiche.

L'acqua, dopo aver attraversato gli strati di GAC, è immessa nel serbatoio attraverso un sifone che ha lo scopo di mantenere la portata di filtrazione pressoché costante.

Sul sifone è collocata una presa d'aria regolata da un sistema di leve, facenti capo ad un galleggiante, quest'ultimo con l'intasamento progressivo del filtro, tenderà a sollevarsi occludendo proporzionalmente la presa d'aria e permettendo così di compensare con una maggiore aspirazione la perdita di carico, mantenendo costante la portata d'acqua trattata.

Il grado d'intasamento del filtro è proporzionale al vuoto creato dal sifone; quando esso raggiunge un valore predeterminato, si procederà al lavaggio del filtro.

Tenuto conto che gli strati di filtrazione sono due, il primo filtro (ossia lo strato superiore) sarà quello che maggiormente tratterrà le particelle ancora in sospensione, esplicando quindi anche un'azione di filtrazione meccanica che comporta la necessità di contro lavaggi più frequenti.

Caratteristiche della filtrazione a doppio strato:

- Superficie 88 m²
- Altezza strato filtrante a carbone attivo granulare 0,8 m
- Velocità 6 - 7 m/h
- Carbone attivo granulare 60.000 kg
- Coduli filtranti 7.000
- Rigenerazione carbone attivo circa ogni 2 anni
- Portata aria lavaggio 3600 m³/h x 5 min
- Portata acqua lavaggio 600 l/sec x 15 min

L'acqua grezza addizionata con il biossido di cloro, con ipoclorito di sodio e con policloruro d'alluminio, è immessa nel bacino chiari-floculatore di tipo "Accelerator".

Un particolare dispositivo d'agitazione e circolazione, facilita la flocculazione delle sostanze colloidali e la successiva sedimentazione delle parti sospese in apposite zone del bacino.

Attraverso scarichi temporizzati sono evacuati i reflui alle vasche di raccolta.

La permanenza dell'acqua in questo bacino di chiarificazione è di circa un'ora.

L'acqua chiarificata è distribuita ad una batteria di filtri a singolo strato di carbone attivo granulare.

L'acqua filtrata è raccolta in un serbatoio d'accumulo, nel quale è immesso biossido di cloro per la disinfezione finale, prima dell'immissione nella rete di distribuzione.

Caratteristiche della chiarificazione "accelerator" Po1 e Po2:

- Accelerator Po1**
- diametro 24 m
 - volume 1600 m³
 - portata massima trattamento 500 l/s
 - velocità ascensionale massima 4 m/h

- Accelerator Po2**
- diametro 26 m
 - volume 1800 m³
 - portata massima trattamento 600 l/s
 - velocità ascensionale 4 m/h

Il sollevamento Po1 Po2
Sull'impianto Po1 sono installate due elettropompe caratterizzate da:

- portata 250 l/s
- prevalenza 85 m
- potenza 280 kW

Nell'impianto Po2 sono installate tre elettropompe caratterizzate da:

- portata 250 l/s
- prevalenza 80 m
- potenza 300 kW

Unità Operative:

- Laboratori Chimico e Biologico – Divisione Acquedotto, Corso Roma - Moncalieri (TO)
- Laboratorio Controllo Processi, presso gli impianti di potabilizzazione del Po, Corso Unità d'Italia - Torino
- Laboratorio Chimico-Biologico - Divisione Fognatura e Depurazione, Via Po – Castiglione Torinese (TO)

288,329 parametri/anno determinati complessivamente (acque potabili e acque reflue), di cui:

Acque Potabili

- Campioni/anno prelevati 13.000
- Punti di campionamento per acque potabili: 530
- Parametri/anno determinati su acque potabili: 140.000

Controlli effettuati sugli impianti di potabilizzazione del PO

- Parametri/anno determinati: 25.000
- Punti di prelievo: 85
- Campioni/anno prelevati: 2.500
- Controlli/anno sui reattivi utilizzati nei processi: 500
- Parametri controllati in modo routinario: 30

Strumentazione specialistica di laboratorio disponibile presso gli impianti di potabilizzazione del PO:

- 3 gascromatografi interfacciati a vari tipi di detectors quali spettrometro di massa, detector a cattura di elettroni, detector a ionizzazione di fiamma e detector selettivo per composti azotati e fosforati, per la determinazione di microinquinanti organici volatili e semi-volatili quali organoalogenati, idrocarburi aromatici, pesticidi etc.
- 1 cromatografo liquido ad alta pressione interfacciato a due rivelatori, uno a strip di fotodiodi ed uno spettrofotometrico, per la determinazione di composti organici semivolatili ed altobollenti quali idrocarburi policiclici aromatici, tossine algali, fenoli e derivati, etc.
- 1 misuratore di sostanze organiche totali (Carbonio Organico Totale) quale parametro aspecifico ma di notevole importanza per la rilevazione di minime variazioni della qualità dell'acqua
- 1 polarografo per la determinazione di metalli pesanti tossici in tracce (in particolare piombo, cadmio, etc.)
- 1 cromatografo ionico per la determinazione di anioni classici, quali cloruri, nitrati, solfati etc., e di anioni specifici quali i sottoprodotti di formazione dei trattamenti di ossidazione, ossia cloriti, bromati, clorati, etc.
- 2 spettrofotometri UV-visibile per la determinazione dei parametri di routine (ammoniaca, nitrati, ferro, etc.)
- 1 jar test e 1 contaparticelle per l'effettuazione di prove di chiariflocculazione batch

- 1 luminometro per la determinazione della tossicità acuta mediante batteri marini bioluminescenti e apparecchiature varie per l'effettuazione di sperimentazioni su impianti pilota (generatore di ozono, sistemi di disinfezione a raggi ultravioletti, unità filtranti, etc.).

Stazione di monitoraggio on-line della qualità dell'acqua del fiume Po

Le risorse idriche di origine superficiale sono spesso vulnerabili alla contaminazione, sia per cause naturali che per inquinamenti accidentali.

Il miglior approccio al controllo della qualità dell'acqua è il cosiddetto monitoraggio on-line, che consiste nel controllo continuo delle caratteristiche dell'acqua, effettuato in modo completamente automatico mediante sofisticate apparecchiature.

Tale controllo fornisce informazioni in tempo reale per poter adottare contromisure tempestive per contenere l'eventuale fronte inquinante e per superare situazioni di emergenza.

La stazione di monitoraggio in continuo sita presso gli impianti di potabilizzazione del Po è dotata di strumentazione all'avanguardia per un elevato numero di parametri, idonei sia alla misura degli indicatori generali di qualità dell'acqua, sia per la rilevazione precoce di eventi di inquinamento.

Parametri monitorati

	Parametri monitorati
Chimici	Ammoniaca
	Sostanze organiche (Carbonio Organico Totale)
	Nitrati
Chimico-fisici	pH
	Conducibilità
	Ossigeno disciolto
	Potenziale Redox
	Radioattività γ (I131, Co60, Cs137, Pb214, Bi214)
Tossicità	Attività specie ittiche (fish-test)
	Comportamento molluschi (mossel-monitor)

Il monitoraggio dei parametri chimico-fisici ha lo scopo di valutare variazioni delle caratteristiche di qualità dell'acqua del fiume dovute a fenomeni naturali (variazioni meteorologiche) o di natura antropica.

La rilevazione dei parametri chimici quali ammoniaca e carbonio organico totale serve ad adeguare in tempo reale la gestione dei trattamenti di potabilizzazione.

La variazione del parametro nitrati può essere indice di fenomeni di contaminazione agricola, mentre il monitoraggio della radioattività segnala la contaminazione che potrebbe avere luogo sia in tempo di pace che durante i conflitti armati.

Gli indicatori biologici, e nella fattispecie la trota iridea (*Onchorhynchus mykiss*) ed un mollusco d'acqua dolce autoctono in questo tratto del fiume (*Unio pictorum*), permettono di valutare l'effetto che l'eventuale presenza di contaminanti potrebbe avere sugli esseri viventi.

Parametro e Unità di Misura	Valore massimo ammesso per le acque destinate al consumo umano (DI 31/2001)	Fiume Po			Fiume Po		
		Valore medio	Valore minimo	Valore massimo	Valore medio	Valore minimo	Valore massimo
Concentrazione ioni idrogeno Unità pH	6,5<pH<9,5	7,7	6,9	8,1	7,5	7,0	7,6
Conducibilità $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 20 °C	2500	420	230	500	450	240	520
Torbidità NTU	Np (1 per acque superf.)	10	2	2000	0,2	0,1	0,5
Temperatura °C	Np	10	4	24	9	5	23
Carbonio Organico Totale (TOC) mg/L C	Np	2,0	0,8	10,0	1,2	0,4	3,0
Ossigeno disciolto mg/L	Np	9,5	7,5	11,4	9,1	7,5	11,0
Ammonio mg/L NH_4^+	0,50	0,40	0,08	2,00	Assente	Assente	0,07
Nitrito mg/L NO_2^-	0,50	0,16	0,10	0,40	Assente	Assente	0,04
Nitrato mg/L NO_3^-	50	13	6	22	14	7	23
Ferro $\mu\text{g}/\text{L}$	200	90	40	400	Assente	Assente	40
Alluminio $\mu\text{g}/\text{L}$	200	Assente	Assente	20	20	Assente	40
Cloruro mg/L	250	16	9	22	26	19	33
Fosforo $\mu\text{g}/\text{L}$ P2O5	Np	300	Assente	1150	Assente	Assente	Assente
Biossido di Cloro mg/L	Np (valore consigliato 0,2)	Assente	Assente	Assente	0,20	0,12	0,40
Manganese $\mu\text{g}/\text{L}$	50	60	Assente	100	Assente	Assente	Assente
Durezza °F	Np	23	16	27	22	15	26
Alcalinità °F	Np	18	16	20	17	13	19
Calcio mg/L	Np	76	48	87	69	46	85
Magnesio mg/L	Np	12	8	16	14	9	18
Solfati mg/L	250	55	42	83	48	32	63
Silice mg/L SiO_2	Np	9	6	11	9	6	11
Nichel $\mu\text{g}/\text{L}$	20	3	2	5	2	1	3
Rame $\mu\text{g}/\text{L}$	1000	3	1	8	10	4	20
Cadmio $\mu\text{g}/\text{L}$	5	0	0	0	0	0	0
Cromo $\mu\text{g}/\text{L}$	50	4	2	11	2	2	3
Piombo $\mu\text{g}/\text{L}$	25	1	0	5	0	0	1
Antiparassitari-Totale $\mu\text{g}/\text{L}$	0,50	0,17	0,01	0,43	0,03	0,01	0,07
Triometani-Totale $\mu\text{g}/\text{L}$	30	Assente	Assente	Assente	2	1	4
Batteri coliformi a 37°C Numero/100 mL	0	70000	600	300000	0	0	0
Escherichia coli Numero/100 mL	0	10000	90	50000	0	0	0
Enterococchi Numero/100 mL	0	3000	500	110000	0	0	0
Conteggio colonie a 22°C Numero/mL	Np	90000	300	600000	0	0	10

Np: non previsto

