

Gestione avanzata delle acque depurate



Atakoy WWTP (Fisia & Alkatas, s.d.)

Studio di un progetto d'avanguardia

Il caso dell'impianto di Atakoy in Turchia per il trattamento delle acque reflue

Emanuele De Mattia, Responsabile di Processo per il Trattamento delle Acque Fisia Italimpianti

L'impianto di trattamento acque reflue municipali di Ataköy è stato costruito da Fisia Italimpianti tra il 2016 e il 2019 nella zona sud-occidentale di Istanbul, nei pressi dell'aeroporto internazionale Atatürk International Airport.

Obiettivo del progetto è stato quello di rimodernare l'impianto esistente (Stage I), che era ormai in servizio dal 2010, con una revisione completa delle apparecchiature

Obiettivo del progetto è stato quello di rimodernare l'impianto esistente, in servizio dal 2010, con una revisione completa delle apparecchiature e la realizzazione di una nuova linea di trattamento

ture meccaniche, e il rifacimento dei pre-trattamenti. Inoltre, lo stesso progetto ha

incluso la realizzazione di una nuova linea di trattamento (stage II) e di una sezione di trattamento biologico avanzato con tecnologia MBR per scopo riuso. L'area totale occupata dalla nuova costruzione del secondo stadio incluso il comparto MBR è di 100.000 m².

Descrizione dell'impianto

L'impianto di trattamento delle acque di Atakoy era in origine costituito da un unico stadio di capacità 360.000 m³/g, che comprende la linea fanghi per l'intero impianto. Ad esso è stato affiancato un nuovo impianto con capacità di design di 240.000 m³/g. Nello stesso progetto è stato eseguito un ampliamento della linea fanghi in modo da poter trattare il fango prodotto dall'intero impianto. Questo intervento ha incluso la realizzazione di due linee di essiccamento termico dei fanghi con tecnologia a letto fluido, che complessivamente garantiscono una capacità di trattamento di 450 ton/g di fango in alimento, e in grado di restituire fango con contenuto secco al 90% in peso.

Oltre al secondo stadio è stata realizzata una sezione MBR (Membrane Bio Reactor), con capacità di progetto di 20.000 m³/g, ampliabile attraverso la fornitura delle apparecchiature elettromeccaniche a 30.000 m³/g. La nuova linea di trattamento è stata messa in funzione nel 2019.

Lo schema sotto mostra le fasi di trattamento dell'impianto di depurazione di Atakoy. I due stadi principali di trattamento seguono la medesima filiera, mentre l'impianto avanzato presenta un processo diverso a partire dai pretrattamenti.

Il pretrattamento consiste in una sezione di grigliatura, composta da tre stadi con maglia progressivamente più fine, al fine di ottenere la rimozione richiesta dei solidi più grossolani. Segue

poi una fase di dissabbiatura, che permette di separare sabbie e flottanti (schiume e grassi).

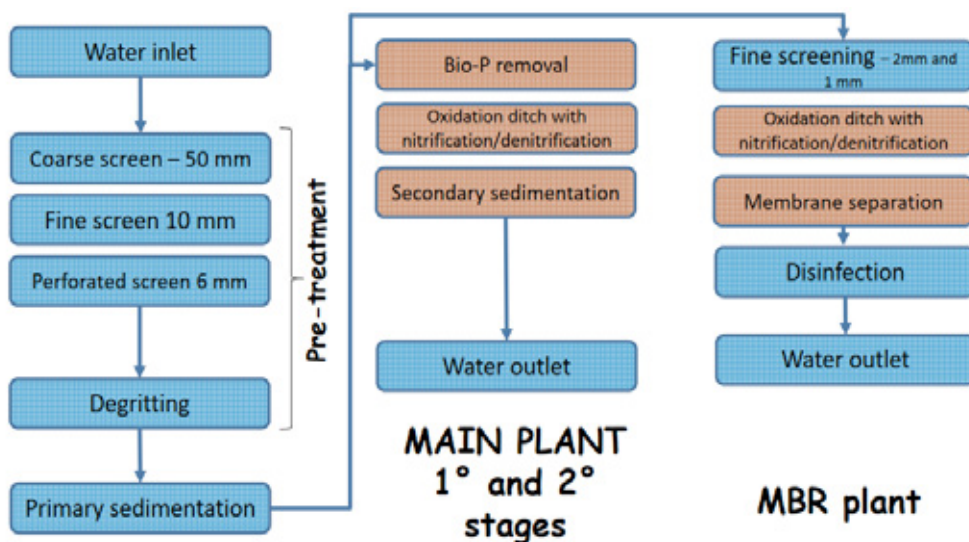
A valle dei pretrattamenti è presente la sedimentazione primaria, che consente una prima rimozione dei solidi sospesi; il comparto è bypassabile consentendo un controllo del BOD, alimentato alla sezione biologica, che è necessario per rimozione biologica del fosforo e denitrificazione.

Il trattamento secondario è composto da uno stadio anaerobico di Bio-P per la rimozione biologica del fosforo, e quindi dal trattamento biologico convenzionale (rimozione BOD con nitrificazione/denitrificazione) attraverso le vasche di ossidazione, che sono un processo a fanghi attivi che sfrutta un elevato tempo di ritenzione del fango (SRT) per rimuovere la materia biodegradabile. Nel caso particolare, il processo biologico è di tipo con bacino di ossidazione (tipo "Carrousel"), in cui le fasi anossiche e aerobiche si alternano all'interno dello stesso reattore in cui il mixed liquor viene mantenuto in movimento. Il processo presenta alcuni vantaggi, tra cui la eliminazione del ricircolo dei nitrati.

Successivamente, a valle di disinfezione di emergenza, l'acqua viene scaricata in corso idrico superficiale secondo gli standard di qualità dell'acqua della Turchia, tenendo conto che il primo e il secondo stadio non sono destinati al riuso.

Impianto biologico avanzato

La sezione di trattamento biologico avanzato del secondo stadio di Atakoy è invece dedicata al riutilizzo dell'acqua trattata. L'acqua prodotta può essere infatti avviata per usi irriguo e industriale. Viene utilizzata infatti come acqua di servizio per l'impianto principale, oltre che ad uso antincendio. Il dimensionamento del sistema è stato eseguito seguendo i valori indicati a contratto che vengono



Schema a blocchi delle Linee acque dei due impianti e del comparto MBR

riportati di seguito. La tabella riporta le caratteristiche previste in ingresso di progetto nella sezione MBR:

Temperatura	15-28	°C
Capacità totale di trattamento	30.000 design 20.000 fornitura elettromeccanica	m ³ /g
Portata giornaliera (per linea)	10.000	m ³ /g
COD	534	ppm
BOD	314	ppm
Solidi sospesi totali - TSS	290	ppm
Azoto totale - TN	71	ppm
Fosforo totale - TP	10	ppm

Tabella 1. Caratteristiche di progetto del comparto MBR

Di seguito invece si elencano le caratteristiche richieste all'uscita dell'impianto MBR, come richiesto dal Contratto:

Temperatura	15 – 28	°C
Capacità totale di trattamento	30.000 design 20.000 fornitura elettromeccanica	m ³ /g
pH	6-9	-
BOD	≤ 20	ppm
TSS	≤ 35	ppm
Torbidità	≤ 2	NTU
Azoto totale - TN	≤ 10 (8 mg/l N-NO ₃)	ppm
Fosforo totale - TP	≤ 1	ppm

Tabella 2. Qualità richiesta allo scarico per riuso

L'impianto MBR è alimentato con una presa posta a valle delle unità di sedimentazione primaria del secondo stadio, ed è alimentato a portata controllata e costante entro la massima capacità tramite una stazione di sollevamento dedicata.

Il trattamento prevede i seguenti passaggi:

Pretrattamento: composto da un doppio stadio di vagliatura con griglie a lamiera forata di diametro 2 mm e 1 mm; le sezioni sono azionate in serie e la griglia da 1 mm può essere bypassata. Le griglie fornite sono di tipo a tamburo rotante in Aisi 316L con compattazione e lavaggio del grigliato integrati.

Trattamento biologico: il trattamento biologico viene effettuato tramite vasche di ossidazione di tipo "Carrousel", della capacità di trattamento di 10.000 m³/g ciascuno. Due delle tre linee realizza-

te sono in esercizio mentre la terza potrà essere equipaggiata in seguito. Ogni linea di trattamento biologico ha un volume di circa 6.000 m³ e le vasche hanno una profondità utile di 9,5 m. Il sistema è progettato per poter operare a concentrazioni di biomassa piuttosto elevate, ovvero fino a 10.000 mg/l in vasca biologica e 12.000 mg/l in vasca membrane.

La rimozione del fosforo avviene tramite co-precipitazione con dosaggio di Cloruro ferrico in linea al fine di rimuovere la quota parte non rimossa biologicamente.

Sezione membrane: le membrane di ultrafiltrazione di tipo immerso a fibra cava in PVDF, sono state scelte per processare 20.000 m³/d con un flusso netto massimo di 20 l/h*m² – in accordo con il capitolato che prevedeva questa richiesta. La sezione membrane è realizzata su tre linee (di cui due equipaggiate) in cui sono state installate cassette in Aisi 316L con un totale di circa 25.000 m² di membrane per treno. La pulizia della membrana viene effettuata mediante rilassamento e contro lavaggio. A queste fasi si aggiungono i lavaggi chimici di mantenimento e recupero effettuati secondo richiesta del fornitore (lavaggi acidi e alcalini). Il comparto viene alimentato a gravità con il mixed liquor a valle delle linee di trattamento biologico e il ricircolo della biomassa avviene tramite sollevamento realizzato a valle delle vasche membrane verso un pozzetto di miscelazione con il refluo fresco alimentato al biologico. La vasca di ricircolo della miscela verso i reattori biologici è dimensionata in modo da avere un tempo di ritenzione tale da garantire il consumo dell'ossigeno in eccesso che si accumula nelle vasche membrane a causa del grande quantitativo di aria utilizzata per la pulizia meccanica delle membrane stesse. In questo modo la miscela non apporta ossigeno al refluo fresco alimentato alle vasche di trattamento biologico in cui la prima fase affrontata è la denitrificazione anossica.

Disinfezione finale: il permeato ultrafiltrato viene infine avviato alla disinfezione di emergenza e alla stazione di pompaggio. La disinfezione viene realizzata in una vasca a chicane tramite dosaggio di ipoclorito di sodio. L'acqua trattata viene accumulata in una vasca dedicata da cui poi tramite una serie di stazioni di pompaggio si avvia ai diversi utilizzi.

Analisi qualitative

Le prove eseguite durante la fase di avviamento dell'impianto hanno consentito di verificare la capacità di trattamento del sistema e il rispetto dei parametri qualitativi richiesti a garanzia contrattuale. Si riporta di seguito una sintesi relativa alle analisi realizzate nell'intero periodo che consente una caratterizzazione dell'acqua confrontando la qualità in alimento e allo scarico con il relativo limite imposto dalla normativa.

I parametri BOD₅, TSS e Azoto Totale sono stati scelti ai fini del confronto, in quanto sono quelli che

maggiormente caratterizzano il dimensionamento del sistema MBR. In particolare i campioni di acqua da analizzare sono stati prelevati all'ingresso della sezione MBR (quindi a valle della sedimentazione primaria dello Stage II); mentre quelli relativi all'acqua trattata sono stati presi a valle delle membrane di Ultrafiltrazione. Vale la pena evidenziare che la grande variabilità dei parametri di ingresso può essere giustificata dal fatto che tutti i dati sono ottenuti attraverso analisi puntuali, non sono infatti mediati su un intervallo di tempo (per esempio su base giornaliera). Inoltre, le caratteristiche dell'acqua in ingresso dipendono strettamente dalla qualità dell'acqua di fognatura, che è soggetta a frequenti variazioni.

Per tutti i parametri considerati, il periodo preso in esame per le analisi è durato circa un mese e corrisponde al "Final performance test" dell'impianto. Il grafico seguente mostra i valori di BOD₅ in ingresso e in uscita all'avvio dell'impianto MBR, viene riportato anche il valore limite.

I valori di BOD₅ in ingresso sono estremamente variabili, ma si può notare che la flessibilità del sistema è in grado di coprire tutte queste variazioni. Per tutto il periodo considerato, infatti, il BOD₅ allo scarico è ampiamente inferiore al limite prefissato, attestandosi mediamente intorno a valori pari a 3-4 mg/l. L'impianto è stato progettato per la nitrificazione, quindi, grazie all'elevato SRT (complessivamente pari a circa 20 giorni), si ottiene una quasi completa rimozione della sostanza organica biodegradabile.

Di seguito si riporta invece l'andamento dei TSS di ingresso e in uscita all'impianto, viene riportato anche il relativo valore limite.

Anche in questo caso i valori di Solidi Sospesi Totali in ingresso sono piuttosto variabili, nel range 200-420 mg/l (sempre a valle di sedimentazione primaria). L'impianto è in grado di sopportare tutte queste variazioni raggiungendo i valori di TSS in uscita desiderati. Essendo la rimozione dei TSS ottenuta all'ultrafiltrazione, la qualità risultante è ben al di sotto del limite richiesto (mediamente si è mantenuto un valore nel range 0,5 – 1 mg/l).

La Figura seguente mostra invece l'andamento dell'azoto totale in ingresso e in uscita nel tempo, insieme al valore limite.

Durante il periodo di Run test l'azoto è sempre stato al di sotto del limite imposto. Ciò significa che la denitrificazione in ambiente anossico e la nitrificazione in condizioni aerobiche sono avvenute correttamente.

Conclusioni

Come evidenziato in questo articolo, l'impianto di Atakoy mostra alcuni importanti punti di rilievo, specialmente in relazione alla tecnologia utilizzata e al riuso della risorsa idrica che, per la prima volta, viene applicato dalla società Iski. La tecnologia

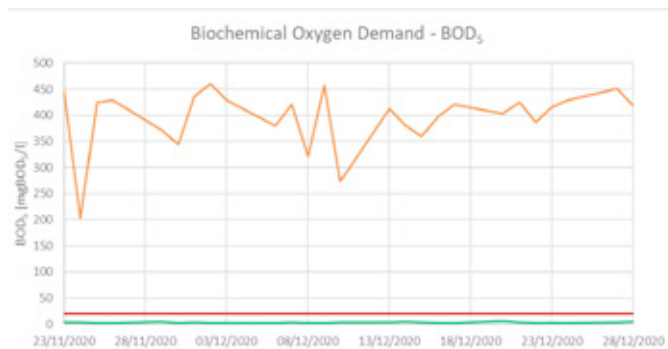


Figura 3. BOD₅ – variazione nel tempo

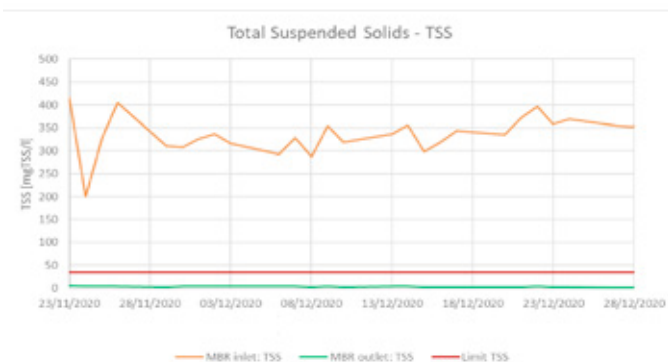


Figura 4. Andamento dei TSS

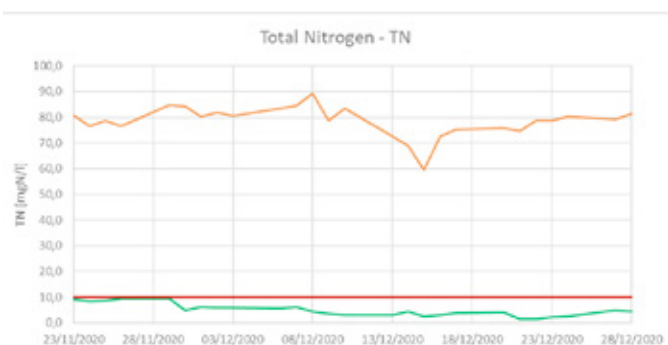


Figura 5. Total nitrogen over time



Figura 6. Atakoy WWTP -Impianto MBR (Fisia & Alkatas, s.d.)

MBR, che di per sé non presenta una innovazione, vede nell'impianto di Atakoy una delle sue prime applicazioni in campo municipale in Turchia. Sommando questi punti all'importanza strategica del complesso depurativo di Atakoy (Stage I e Stage II), che complessivamente trattano 600.000 m³/g corrispondenti a circa tre milioni di abitanti equivalenti, si può figurare quanto il progetto sia importante per la Municipalità di Istanbul oltre che per Fisia Italmimpianti.

Inoltre è importante sottolineare come il riuso sia uno dei metodi per affrontare il problema idrico glo-

bale, perché permette di andare verso una tendenza di riduzione degli sprechi nonché della richiesta complessiva di risorsa. Per raggiungere questo obiettivo, è fondamentale che questa pratica sia regolamentata; in questo senso abbiamo potuto osservare come la Turchia si sia data un indirizzo, e abbia operato attuando una normativa dedicata. Questa rappresenta certamente un primo incoraggiante passo verso un quadro normativo completo, e una sua totale attuazione pratica che potrà davvero portare a far sì che il concetto di riuso possa espandersi a tutto il mondo, consentendo l'applicazione di una vera politica ecologista.



Emanuele De Mattia

Emanuele De Mattia si è laureato in Ingegneria Civile per la gestione delle acque presso il Politecnico di Torino nel 2010. Dalla laurea fino al 2014 ha collaborato con la società Desa S.r.l. di Torino dell'Ing. Angelo Schiavone, dove si è occupato di progettazione nei settori di depurazione acque, acquedotti e fognature. Successivamente, fino al suo ingresso in Fisia Italmimpianti S.p.A., ha collaborato con diverse società, acquisendo esperienza nella progettazione e assistenza nelle fasi di costruzione, messa in servizio e avviamento di opere civili e impianti di trattamento delle acque civili e industriali.

Dal 2016 lavora in Fisia Italmimpianti S.p.A. e, nel ruolo di Process Engineer, ha contribuito alla realizzazione del contratto Atakoy WWTP (Istanbul), e ha avviato l'impianto biologico avanzato impianto - MBR destinato al riuso delle risorse idriche. Dal 2020 ricopre anche il ruolo di Responsabile di Processo per il Trattamento delle Acque.

Atakoy Advanced Biological Wastewater Treatment Plant

Water reuse is a method to deal with water scarcity, in fact the reuse of wastewater (properly treated) is a valid alternative to decrease water stress all over the world. The main driving force towards this practice is of course the need of new water supply to cover the lacks; moreover, the trend of the last year is to be projected towards an eco-friendly policy, characterized by a "waste-free" water management, which could be advantageous both from an economic and environmental point of view.

Atakoy Wastewater treatment plant can be considered as a good example of water reuse. The plant, located in the southern part of Istanbul, had a first stage of 360.000 m³/d. In 2017 Fisia Italmimpianti carried out the revamping of the existing plant, and the construction of the second stage, moreover it took part in the implementation of an MBR section.

Outlet MBR plant water quality has been analyzed during the final performance test. Several parameters have been considered (BOD₅, TSS, nitrogen), and are reported as an example to show the results of the treatment, highlighting the trends in the considered period of time.