

# UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI "FEDERICO II"



## FACOLTÀ DI INGEGNERIA

### CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

Classe delle Lauree specialistiche in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, Classe N. 38/S

#### **Abstract**

#### STRATEGIE DI UPGRADING DI UN IMPIANTO DI PRETRATTAMENTO REFLUI IN UN'INDUSTRIA FARMACEUTICA

RELATORE  
prof. ing.  
Gianpaolo Rotondo

CANDIDATA Ch.mo  
D'Auria Veronica  
matr.:324/204

CORRELATORE  
Ing. Ciro Milo

ANNO ACCADEMICO 2011/2012

L'obiettivo del presente lavoro di tesi, svolto nello stabilimento farmaceutico Novartis di Torre Annunziata, è stato quello di ottimizzare il processo di pretrattamento chimico fisico delle acque reflue provenienti dalla produzione della forme solide dosate. Lo stabilimento è dotato di un impianto di depurazione, ma le sostanze farmaceutiche non vi affluiscono direttamente, in quanto i depuratori non sono progettati per rimuovere completamente tali sostanze, per cui al fine di ottenere una rimozione più efficiente ed efficace si è realizzato un impianto di pretrattamento polveri, ma a partire dalla sua realizzazione, negli anni è stato incrementato il ciclo produttivo e si è modificata la composizione delle acque reflue che vi affluiscono. Da qui la necessità di uno studio di ottimizzazione.

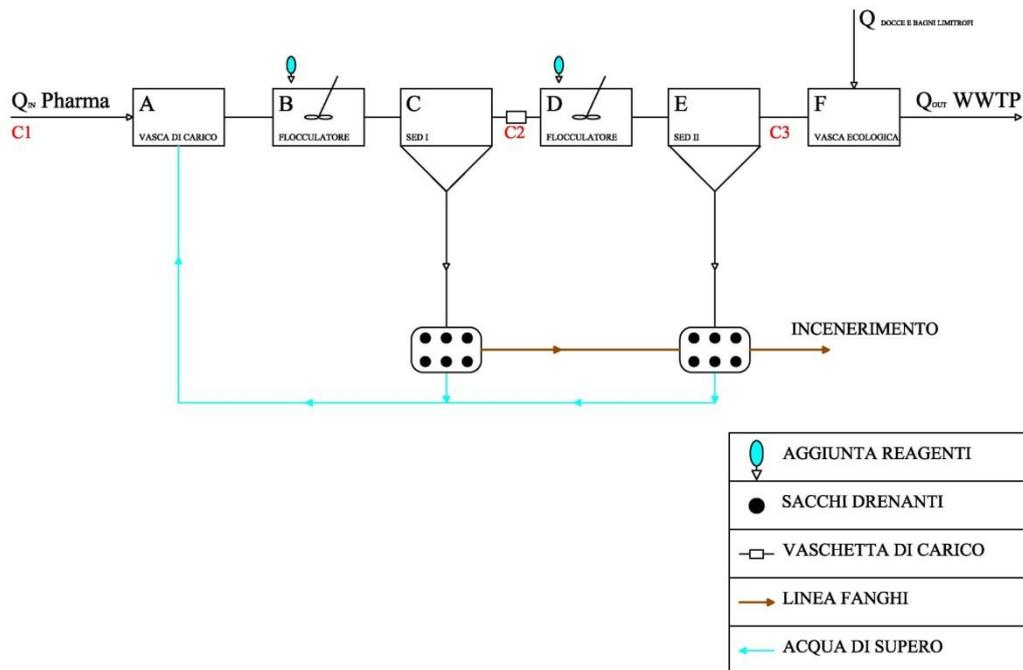
Si è proceduto compiendo sul refluo accurati studi preliminari, effettuando periodiche analisi in ingresso, in uscita e nelle sezioni principali, al fine di individuarne le caratteristiche e le componenti (Fase di caratterizzazione iniziale o assessment dell'impianto).

Sulla base di tale caratterizzazione, sono stati effettuati dei controlli sul ciclo di trattamento, verificandone l'efficienza, seguiti da indagini mirate a verificare se, modificando opportunamente diversi parametri, fosse possibile incidere sulla qualità dell'effluente in uscita dal pretrattamento.

In relazione alla natura degli agenti inquinanti presenti nell'acqua da trattare, è stata originariamente individuata la seguente sequenza di operazioni così sinteticamente descritta:

IMPIANTO	
<i>Ore- giorni di funzionamento</i>	L'impianto lavora dal lunedì alla domenica in orari variabili nel corso della giornata (funzione degli scarichi provenienti dal Pharma)
<i>Volume vasca di carico</i>	<b>6m<sup>3</sup></b>
<i>Portata acque reflue tecnologiche</i>	9m <sup>3</sup> / h
<i>Portata di progetto</i>	15m <sup>3</sup> / h
<i>Portata di ricircolo dalla linea fanghi</i>	trascurabile

## CICLO DI TRATTAMENTO



I volumi relativi alle singole fasi ed i corrispondenti tempi di detenzione sono di seguito riportati:

	<b>Flocc. 1</b>	<b>Sed I</b>	<b>Flocc. 2</b>	<b>Sed II</b>
<b>Volume</b> [m <sup>3</sup> /min]	4,7	4,7	10,32	4,7
<b>Q<sub>in</sub></b> [m <sup>3</sup> /min]	0,18	0,18	0,18	0,18
<b>T<sub>d</sub></b> [min]	26	26	56	26

Per valutare l'attuale efficienza di trattamento dell'impianto, a seguito della variazione del mix produttivo, si è ritenuto opportuno effettuare delle analisi sulle acque reflue, al fine di poterle nuovamente caratterizzare.

Le analisi sono state ripetute in tre differenti giorni in quanto le portate sono molto variabili e le caratteristiche dei reflui sono determinate dalle produzioni in atto (produzione non continua ma per batch e campagne).

I punti di prelievo in cui è stato effettuato il campionamento sono tre, ovvero all'ingresso dell'impianto, all'uscita del primo trattamento chimico-fisico, ed in uscita all'impianto.

**Punto di prelievo: Ingresso impianto di pretrattamento**

<b>parametro</b>	<b>Valori (range)</b>
pH	7.20-8.75
Temperatura	32-42.5°C
Solidi sospesi totali	205-874mg/l
BOD <sub>5</sub> , come O <sub>2</sub>	138-1160mg/l
COD, come O <sub>2</sub>	639-2062mg/l
Sostanza attiva A	2.7-3.7mg/l
Sostanza attiva B	0.65-31.4mg/l

**Punto di prelievo: Uscita primo sedimentatore**

<b>parametro</b>	<b>valore</b>
pH	7.3-8.5
Temperatura	27-41°C
Solidi sospesi totali	63-135mg/l
BOD <sub>5</sub> , come O <sub>2</sub>	186-948mg/l
COD, come O <sub>2</sub>	569-1810mg/l
Sostanza attiva A	1.7-3.5mg/l
Sostanza attiva B	0.54-22.3mg/l

**Punto di prelievo: Uscita secondo sedimentatore**

<b>parametro</b>	<b>valore</b>
pH	7.25-7.85
Temperatura	25-31°C
Solidi sospesi totali	55-83mg/l
BOD <sub>5</sub> , come O <sub>2</sub>	145-789mg/l
COD, come O <sub>2</sub>	482-1386mg/l
Sostanza attiva A	1.7-2.9mg/l
Sostanza attiva B	0.53-18.6mg/l

Attraverso il rapporto tra la variazione del parametro preso in esame, conseguente al trattamento, ed il valore iniziale prima del trattamento, è stato calcolato il rendimento depurativo percentuale  $\eta$ , nei punti significativi dell'impianto:

$$\eta(\%) = \frac{Li - Le}{Li} (100)$$

## Rendimenti depurativi medi

parametro	valori in C1	valori in C2	valori in C3	$\eta$ (%) in C2	$\eta$ (%) in C3 relativa a C2	$\eta$ (%) in C3 relativa a C1
SST[mg/L]	205-874	63-135	55-145	<b>63.47</b>	<b>31.79</b>	<b>77.37</b>
BOD5,COME						
O2[mg/L]	138-1160	186-948	145-789	-4.36	13.22	10.21
COD,COME						
O2[mg/L]	639-2062	569-1810	482-1386	22.77	13.96	33.34
Sostanza attiva						
A[mg/L]	2.7-3.7	1.7-3.5	1.7-2.9	<b>19.90</b>	<b>8.38</b>	<b>27.77</b>
Sostanza attiva B						
[mg/L]	0.65-31.4	0.54-22.3	0.53-18.6	<b>15.3</b>	<b>6.15</b>	<b>19.74</b>

Dalle analisi effettuate evince che la soluzione impiantistica attuale, ha efficienze di abbattimento variabili di circa il 90%.

Tale variabilità è riscontrabile anche da una fase all'altra, infatti, i risultati evidenziano che le variazioni più significative dei diversi parametri presi in esame, si hanno a valle della prima sedimentazione.

Il dosaggio dei reagenti utilizzati nella fase di flocculazione, così come quello del carbone attivo introdotto nella seconda vasca di flocculazione, non è stato variato a seguito della variazione del ciclo produttivo, per cui, l'approccio adottato è stato quello di effettuare delle analisi in jar-test.

Le prime prove sono state effettuate su campioni di refluo prelevati alle Ore 9:00di giorni differenti.

Si riporta uno dei risultati ottenuti a seguito delle prove:

	Solfato ferrico [ml]	Polielettrolita [ml]	Letture a 26 minuti Sed I [ml]	Polielettrolita [ml]	Carbone attivo [g]	Letture a 26 minuti Sed II [ml]
<b>1A</b>	0,58	0,34	62	0,34	0,02	0,7
<b>1B</b>	0,58	0,34	63	0,34	0,02	0,6
	Valore medio		62,5			0,65
<b>2A</b>	0,68	0,68	49	0,68	0,02	0,4
<b>2B</b>	0,68	0,68	48	0,68	0,02	0,3
	Valore medio		48,5			0,35
<b>3A</b>	0,68	0,226	42	0,226	0,02	0,2
<b>3B</b>	0,68	0,226	41	0,226	0,02	0,3
	Valore medio		41,5			0,25

Gli esiti delle prove e le analisi fatte in precedenza, evidenziano che i valori dei parametri in ingresso sono molto differenti tra loro, e di conseguenza, anche i risultati. Dalle prove, inoltre, evince che la seconda sedimentazione da luogo a valori poco significativi, a conferma di quanto era stato precedentemente evidenziato dalle analisi.

Le successive prove sono state effettuate su campioni presi in diverse ore del giorno omogeneizzati tra loro, cambiando i tempi della prima sedimentazione, quindi eliminando la seconda.

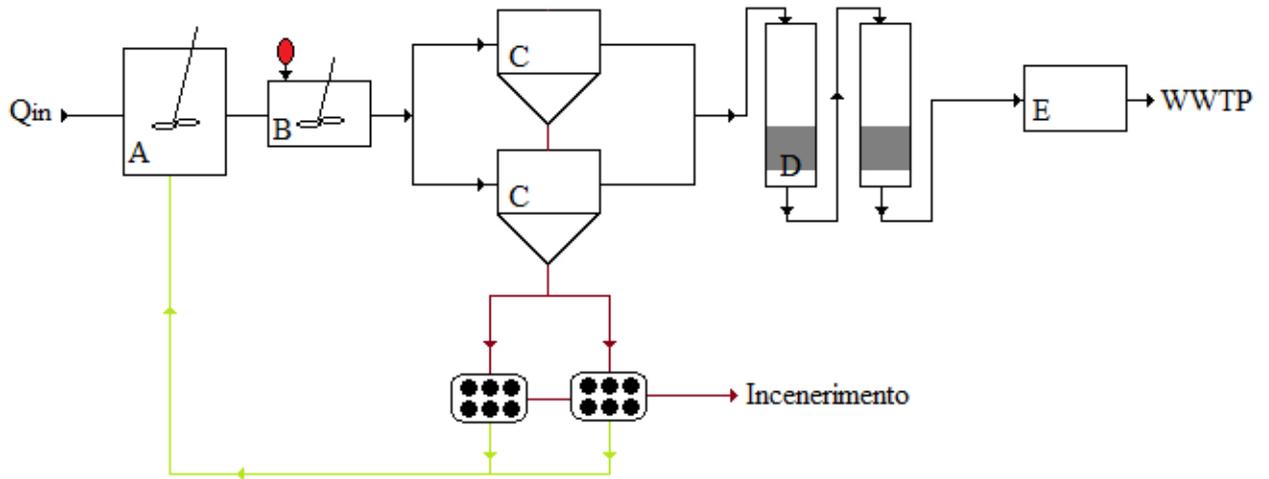
Si riportano i risultati più significativi:

Campione del giorno 21/03/2012					Campione del giorno 23/03/2012				
Valori in ingresso:					Valori in ingresso:				
- SST:610 mg/l					- SST:630 mg/l				
- COD: 750mg/l					- COD: 765 mg/l				
- pH: 7.3					- pH: 7.2				
	Solfato ferrico [ml]	Polielettrolita [ml]	26 minuti Sed I	52 minuti Sed I		Solfato ferrico [ml]	Polielettrolita [ml]	26 minuti Sed I	52 minuti Sed I
1	0,68	0,34	56	78		0,68	0,34	63	85
2	1	0,51	54	72		1	0,51	61	79
3	1,36	0,68	48	63		1,36	0,68	55	68
4	0,58	0,34	62	86		0,58	0,34	69	94
5	0,68	0,68	49	65		0,68	0,68	56	72
6	0,68	0,226	42	54		0,68	0,226	49	61
7	0,40	0,34	68	90		0,40	0,34	77	98
8	0,50	0,34	58	73		0,50	0,34	62	76
9	0,50	0,226	45	65		0,50	0,226	51	65

1) Dosaggi in esercizio 7) Dosaggi ottimali

I risultati conseguiti con la fase di caratterizzazione iniziale dell'impianto e delle successive prove in laboratorio, hanno fornito alla Novartis importanti informazioni per realizzare l'ottimizzazione dell'impianto esistente.

In particolare di seguito si riassumono le tre principali aree d'intervento ed il relativo schema d'impianto aggiornato:



A	Equalizzazione
B	Flocculatore
C	Sedimentatori
D	Letti adsorbenti
E	Vasca ecologica
•	Sacchi drenanti

- Data la variabilità della portata e della composizione dei reflui industriali, al fine di conseguire il livellamento delle punte di portata e delle punte d'inquinamento, si consiglia l'installazione di una stazione di equalizzazione a monte del depuratore.

Per il calcolo del volume che è necessario accumulare, si può procedere per via grafica.

Indagini sul campo hanno evidenziato, nelle varie ore del giorno di maggior afflusso, il seguente andamento delle portate:

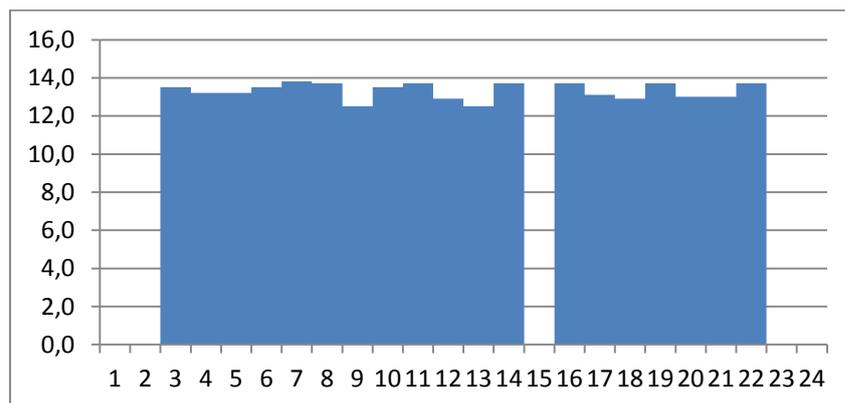


Fig.1 Andamento della portata relativa allo scarico

Sulla base di questo grafico viene ricavato il grafico di Fig.2 rappresentante il volume progressivamente alimentato e quello progressivamente estratto nelle 24 ore giornaliere.

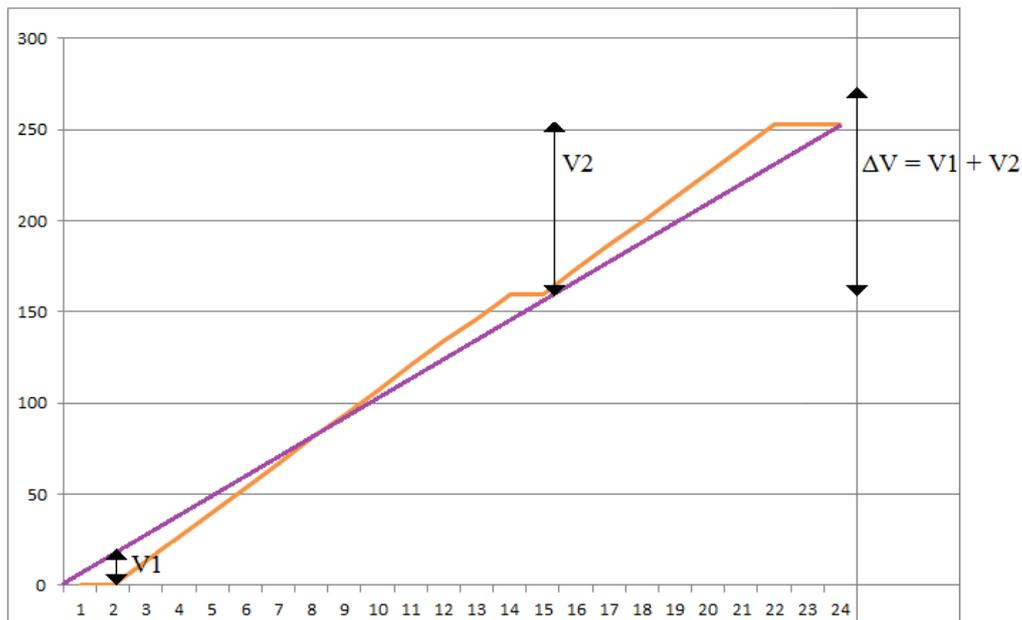


Fig.2 – Grafico del volume: - progressivamente alimentato (retta a tratto arancio)- progressivamente estratto a portata costante (retta a tratto viola)

Volume: $V_{eq}$	148 m <sup>3</sup>
Altezza utile massima di liquido: $H_u$	3.5 m
Superficie vasca: $S_{vasca}$	48 m <sup>2</sup>
Lato vasca: $L_{vasca}$	6.9 m <sup>2</sup>

- Per ottenere migliori performance, si consiglia di modificare la configurazione impiantistica passando dall'attuale processo in serie che prevede il susseguirsi di due sezioni chimico-fisiche, con un processo in parallelo che consente di raddoppiare il tempo di detenzione della prima sedimentazione, sostituendo la funzione dei carboni attivi con una tecnica differente;
- I vari studi effettuati per valutare la rimozione di sostanze attive tramite trattamenti chimici di coagulazione e flocculazione, sono tutti concordi col fatto che la rimozione raggiunta sia poco significativa. Tra le tecniche di trattamento delle acque reflue mediante adsorbimento con carboni attivi, i sistemi a letto fisso sono, attualmente, i più adottati. Si consiglia, dunque, l'utilizzo di un sistema a letto fisso con colonne a flusso discendente, che comportano minori accumuli sul fondo di materiale particolato.

