

principi di **DEPURAZIONE REFLUI INDUSTRIALI** – **ACQUE 6** –

elaborazione del Prof.A.Tonini da materiali/ditte in rete - versione #B2 – www.andytonini.com

INDICE: [SCHEMI](#) – [GALVANICA](#) – [PETROLIFERA](#) – [MECCANICA](#) – [AGRICOLA](#) - [CARTARIA](#) – [APPENDICE](#) -

GENERALITA'-

Acque reflue industriali:

le acque utilizzate nei processi produttivi sono quelle di processo, di raffreddamento, di lavaggio e acque di servizio; dopo l'utilizzo, per poter essere riversate nell'ambiente, devono soddisfare determinati requisiti riportati nelle **Tabelle [3-5-...]** dell'Allegato 5 al **D.Lgs. n. 152/2006**. [la norma si preoccupa solo di definire i limiti, cioè la concentrazione inquinanti, che devono essere rispettati allo scarico]. Sono da applicare anche le Delibere Giunte Regionali, p.es. **DGR 1053/03, 286/05, 1860/06** Reg.Emilia Romagna e altre.

Occorre quindi effettuare processi di **depurazione delle acque di scarico** per rientrare nei valori richiesti ed eliminare le sostanze inquinanti; è indispensabile inoltre rendere

efficienti i processi industriali per ottimizzare e ridurre al massimo l'utilizzo dell'acqua. [vedi anche **normativa** in **appendice**]

ESEMPI:

Industrie meccaniche – chimiche – ceramiche – cosmetiche – galvaniche – conciarie – petrolchimiche – plastiche – alimentari - verniciature, colorifici, tintorie e industrie grafiche – farmaceutiche...



I **liquami industriali** contengono:

> Materiali sospesi	BOD₅
> Oli/Emulsioni	Liquami industriali 300 - 35/45 000
> Acidi/Alcali forti	Liquami industriali 750 - 100 000
> Solventi clorurati	COD
> Metalli pesanti	

FINALITÀ dei trattamenti acque reflue:

- **riutilizzo delle acque reflue depurate all'interno dei processi produttivi** (D.M. 185/2003)-

per ridurre i rifiuti liquidi prodotti, e ridurre il quantitativo e/o la pericolosità dei fanghi generati, per raggiungere i limiti previsti per lo scarico delle acque reflue e riciclare parte di esse come acque di lavaggio e/o di processo ["*chiusura dei cicli*"].

- **uso per cicli termici**, sistemi di riscaldamento e caldaie, sistemi di raffreddamento; per alimentare gli impianti antincendio;

- **per scaricare** acqua depurata in **acque superficiali** oppure nella **rete fognaria-consortile**.

CONTAMINANTI e inquinanti principali:

i reflui liquidi industriali prodotti sono costituiti in genere da **portate medio-basse** ma con **concentrazioni dei contaminanti** a volte anche **molto elevate**. Contaminanti:

Torbidità – Tensioattivi - Oli minerali – COD BOD – Fosforo - Materiali in sospensione e sedimentabili – Metalli – Coloranti...

PROBLEMI:

Concentrazioni e /o portate eccessivamente variabili di inquinanti;

Temperature variabili o eccessivamente elevate (> 28 ° C);

Condizioni di **pH** variabili o estreme (non tollerate dal biologico);

Eccesso di **oli** non tollerati (soprattutto emulsionati);

Eccesso di sostanze in sospensione difficilmente o **poco degradabili**;

Presenza di **metalli** che possono inibire il processo biologico;

Eccesso di composti **tossici** o poco degradabili da rimuovere prima del reattore biologico con processi chimico fisici specifici;

Eccesso di composti **non biodegradabili** da rimuovere a valle del reattore biologico con processi chimico fisici specifici;

Eventuale presenza di sostanze e colori **resistenti** al trattamento biologico.

RISPOSTA:

necessità di utilizzare fasi di trattamento CHIMICO FISICO preliminare a schema di depurazione biologico; questo tipo di trattamento è composto da un processo fisico necessario per separare la parte insolubile da quella acquosa, e un processo chimico necessario per rendere insolubili gli inquinanti organici ed inorganici in sospensione ed in soluzione presenti nell'acqua.

E' necessaria comunque la conoscenza preliminare dello schema di processo produttivo e di tutti gli scarichi presenti.

SOLUZIONI:

[vedi anche a parte documenti **acque 1/2/4** nel sito]

Gli impianti di trattamento variano sulla base della tipologia di refluo da depurare.

1 – TRATTAMENTI PRIMARI: bilanciamento – equalizzazione – accumulo

2 – TRATTAMENTI CHIMICO-FISICI: neutralizzazione – chiariflocculazione

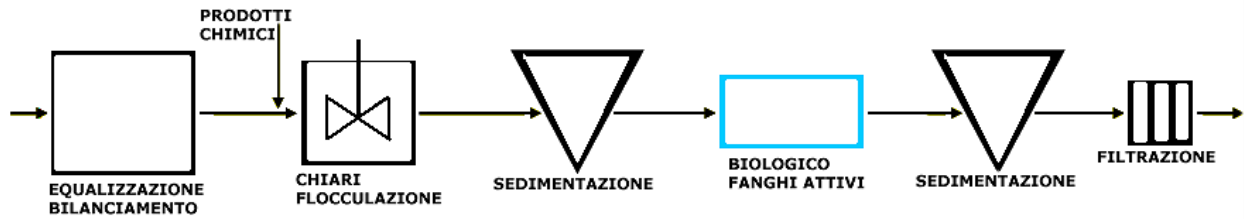
3 – TRATTAMENTI BIOLOGICI: aerobici – anaerobici

4 – EVENTUALI TRATTAMENTI TERZIARI: filtrazione – adsorbimento – ozonizzazione – disinfezione

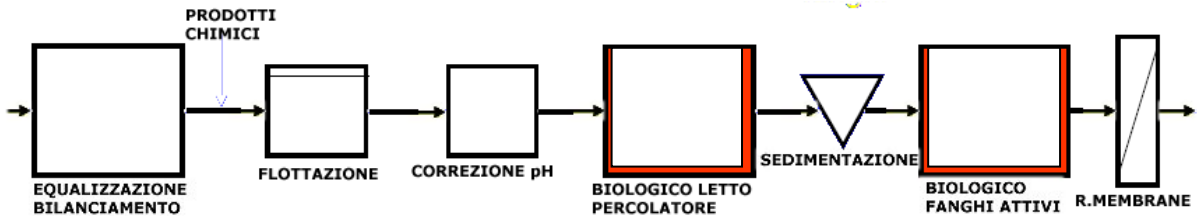
[INIZIO]

ALCUNI SCHEMI DI TRATTAMENTO [da Prof.Vismara - POLIMI]

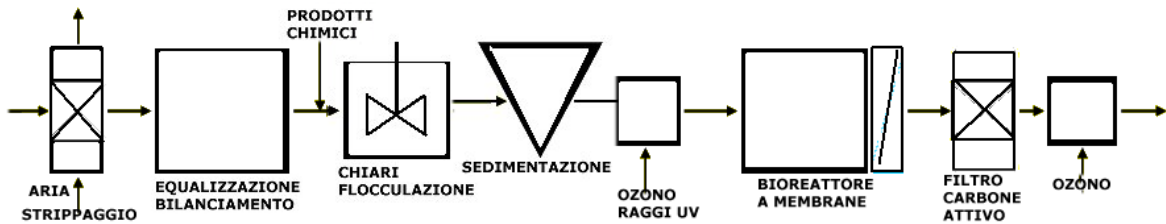
1 -Carico medio ma molti solidi sospesi o sostanze tossiche:



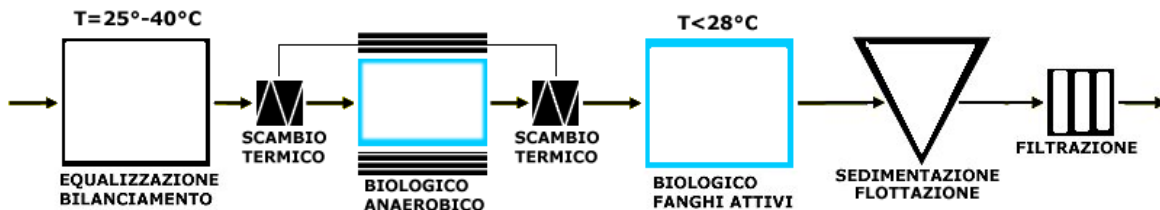
2 -Alto carico, molti solidi sospesi, oli e grassi, necessità di riuso, no rimozione azoto:



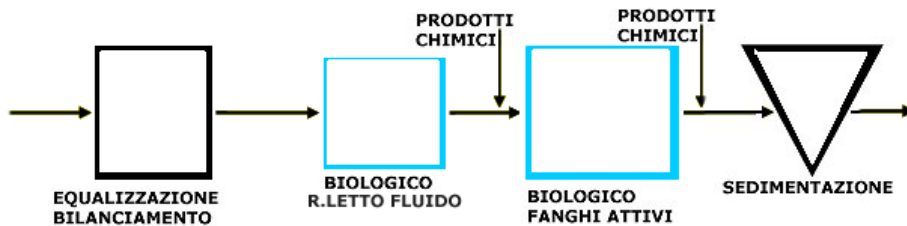
3 -Sostanze volatili, coloranti, resistenti a degradazione chimico-fisica:



4- Alto carico di sostanze molto biodegradabili e scarichi caldi:



5- Medio carico, sostanze prevalentemente solubili e biodegradabili con pochi SS e necessità di rimozione P e SS finali con possibilità di riuso agricolo:



[INIZIO]

ESEMPI DI TRATTAMENTO SCARICHI INDUSTRIALI/ALIMENTARI:

A-IND.GALVANICA B-IND.METALMECCANICA C-IND.PETROLIFERA D-IND.SACCAROSIO E-FRANTOIO F-IND.CARTARIA

A – REFLUI DA INDUSTRIA GALVANICA – [vedi schema seguente]

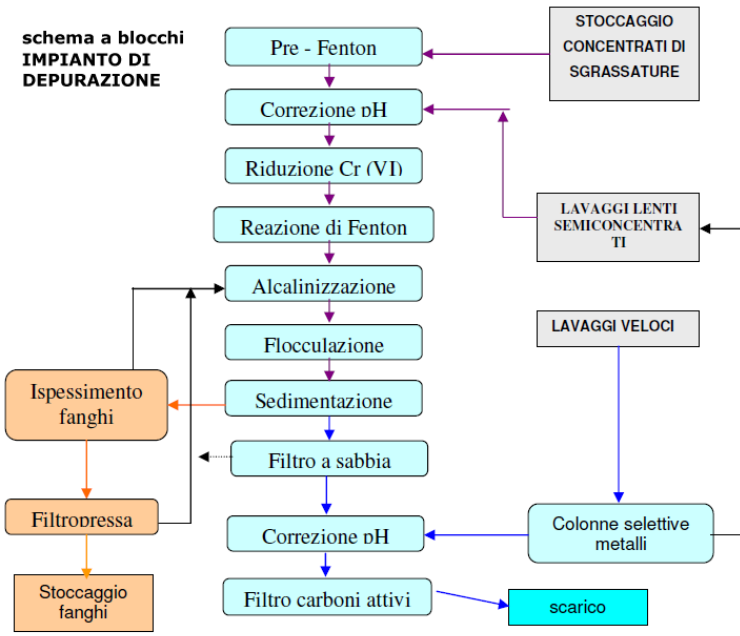
► **reflui:** scarichi alcalini – acidi; bagni di lavaggio; soluzioni saline esauste;

► **contenuto dei reflui:**

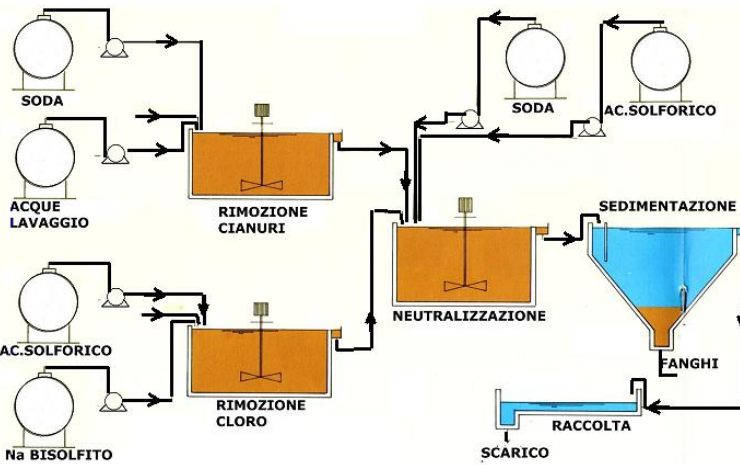
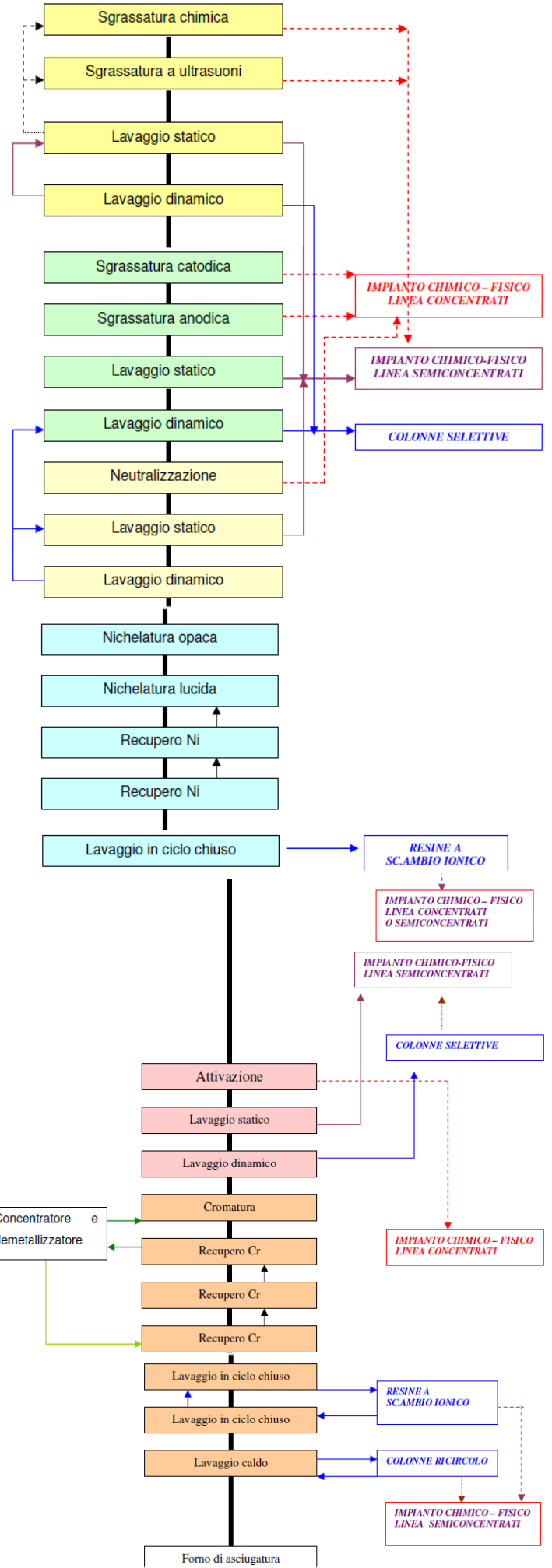
metalli (piombo ferro rame nickel zinco argento cadmio alluminio ...), composti ammoniacali, cloro cianuri fluoro..., sostanze organiche insolubili,...

– SCHEMI BASE DI TRATTAMENTI REFLUI:

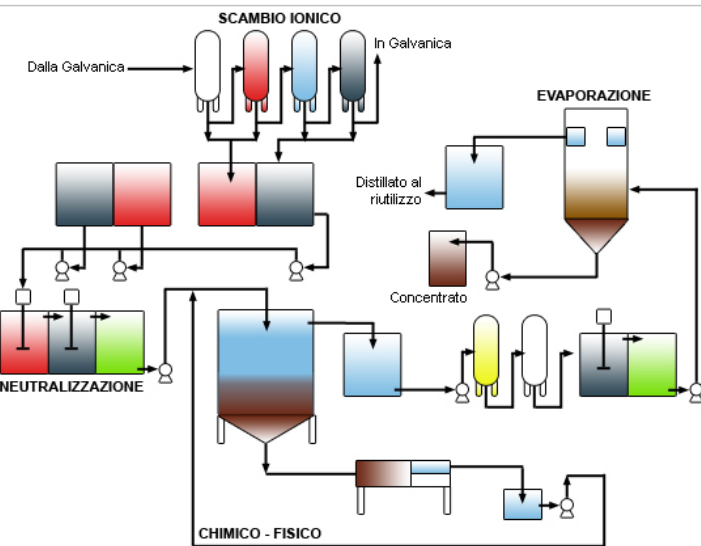
schema a blocchi
IMPIANTO DI
DEPURAZIONE



– SCHEMA DI PROCESSO:



schema HENDRESS&HAUSER



C&G depurazione industriale Srl- FI

DESCRIZIONE di IMPIANTO CHIMICO FISICO di DEPURAZIONE:

consiste in una serie di fasi realizzate per mezzo di reattori consecutivi, col dosaggio di opportuni reagenti, dimensionati in funzione dei tempi di contatto previsti e delle portate da trattare.

1) – accumulo e normalizzazione –

reflui discontinui [bagni concentrati] e continui raccolti in serbatoi multipli dotati di agitatori lenti:

a - serbatoio per le soluzioni concentrate basiche (bagni da detersione e sgrassaggi e da attivazione);

b - serbatoio per le soluzioni concentrate acide (bagni da neutralizzazione);

c - serbatoio per le soluzioni semiconcentrate (da rigenerazione resine a scambio ionico e da lavaggi statici) e dalle relative pompe dosatrici.

2) – processi di precipitazione dei METALLI:

→separazione dal flusso idrico mediante precipitazione;

- **acque cromatiche**- riduzione del numero di ossidazione del Cromo e renderlo meno solubile e meno pericoloso in acqua; agenti:ac.solforico, Na-bisolfito/solfato;

- **acque cianidriche**- riduzione a cianati; agenti: Na-idrossido, Na-ipoclorito; [evitando sviluppo ac.cianidrico]; segue neutralizzazione;

- possibile riunione scarichi dopo trattamento: vedi schema a lato.

3) – processo Fenton –

La fase di sgrassaggio impiega elevate concentrazioni di tensioattivi per incrementare la bagnabilità delle superfici e le acque devono subire un trattamento preliminare per poter raggiungere i limiti previsti per lo scarico o per il ricircolo delle acque; trattamento con acqua ossigenata e Solfato Ferroso; N.B.: reazione del **processo Fenton**: $H_2O_2 + Fe^{2+} \rightarrow HO \cdot OH + Fe^{3+}$; consiste nella produzione di radicali ossidrilici ($OH \cdot$ e OH^-) dalla decomposizione del perossido di idrogeno, grazie alla presenza di sali ferrosi. È applicato con buoni risultati in soluzioni acide (pH compreso nell'intervallo 3-5), ed è controllato anche dal rapporto Fe^{2+}/H_2O_2 e dal contenuto in Fe^{2+} . Il radicale ossidrilico reagisce con gli agenti inquinanti disciolti, dando il via ad una rapida sequenza di reazioni ossidanti che portano alla definitiva e completa ossidazione dei contaminanti.

4) – chiariflocculazione a pH alcalino: +alcali + elettroliti + Carbone attivo – sedimentazione –

le acque da trattare vengono portate a pH 10-11 per ottenere la precipitazione completa dei metalli sotto forma di idrossido; vengono aggiunti polielettroliti e C.attivo per migliore sedimentazione flocchi nell'ispessitore-decantatore.

L'eccesso di cloro presente viene eliminato in parte per via naturale (degradazione spontanea) ed in parte grazie alla successiva filtrazione su Carbone Attivo operata nel corso del trattamento di finitura del liquido.

5) – filtropressa per fanghi

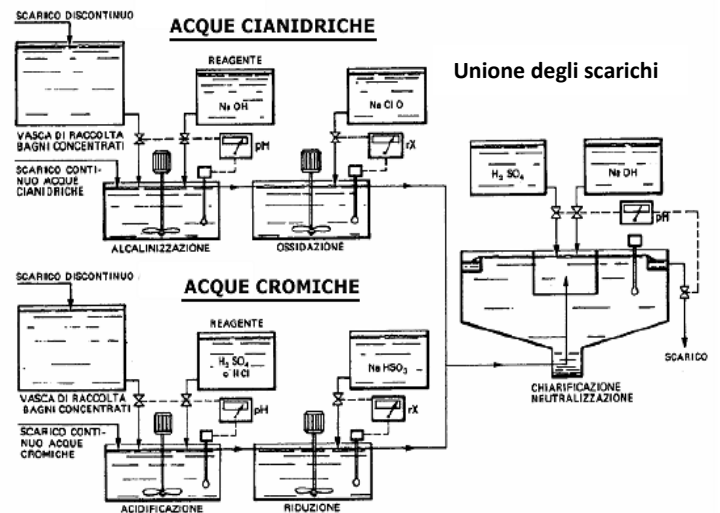
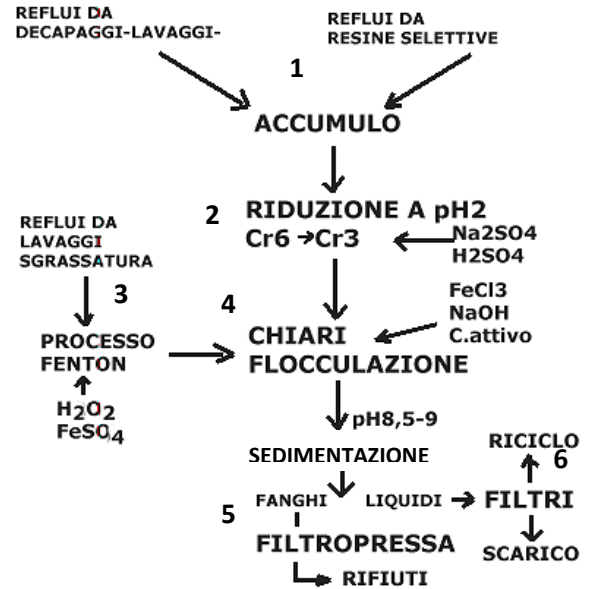
fanghi alla filtropressa; da essa si scarica un fango di consistenza palabile da smaltire a mezzo di operatori esterni, e un liquido da riciclare ai trattamenti sopra descritti.

6) – filtrazione dei liquidi

correzione finale delle acque surnatanti dal sedimentatore (correzione pH) e loro filtrazione su sabbia per trattenere i residui solidi sospesi (il lavaggio del filtro viene riciclato alla fase di alcalinizzazione); adsorbimento su carbone attivo degli eventuali composti organici residui.

7) – trattamenti finali acque - resine chelanti – filtri a membrana – osmosi inversa

presenza di metalli non in sospensione ma sotto forma di complessi con le sostanze organiche residue nell'acqua trattata (tensioattivi, brillantanti, sequestranti - provenienti da bagni di lavoro) che si legano ai metalli impedendone la precipitazione; le resine chelanti sono dotate di gruppi funzionali specifici che possono operare la rimozione dei metalli non reagendo con i sali neutri, anche se presenti in elevate concentrazioni, con meccanismo simile al trattenimento con EDTA.Seguono trattamenti con filtrazione a membrana e osmosi inversa: processi utilizzati in cascata per trattare scarichi molto concentrati allo scopo di ridurre al minimo le quantità di rifiuti liquidi concentrati e migliorare la qualità delle acque di ricircolo.



[INIZIO]



Uniplant s.r.l. -

B - REFLUI DA INDUSTRIA PETROLIFERA:

[vedi anche documento [petrolifera1](#) nel sito]

SCHEMI DI LAVORAZIONE SCARICHI LIQUIDI ind.petroliera:

▶ **reflui:**

- ACQUE OLEOSE, da fogna, continue;
- ACQUE ZAVORRA-LAVAGGIO, discontinue;
- ACQUE CONTENENTI GAS ACIDI [H₂S]: trattamento di degasazione e recupero di zolfo.

▶ **contenuto dei reflui:** [a seconda delle lavorazioni]

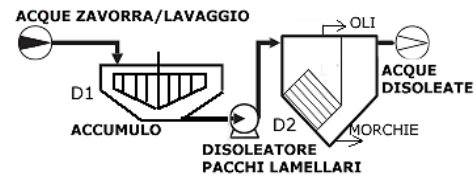
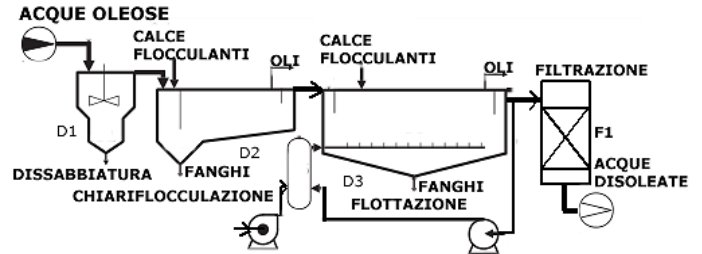
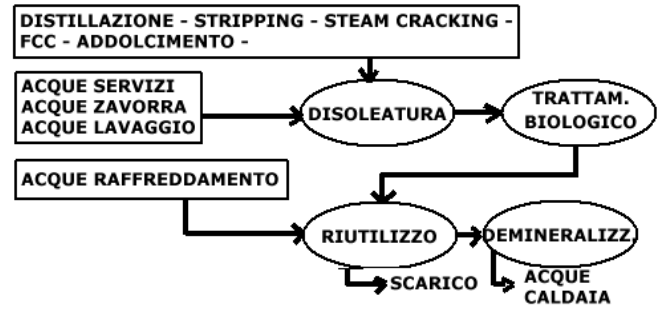
idrocarburi (oli) composti organici (aldeidi...) inorganici (solfuri acidi alcali elementi tossici As Cr Ni Pb...),...

▶ **trattamenti**- chimico-fisici, e successivamente biologici su acque disoleate; vedi schemi a lato;

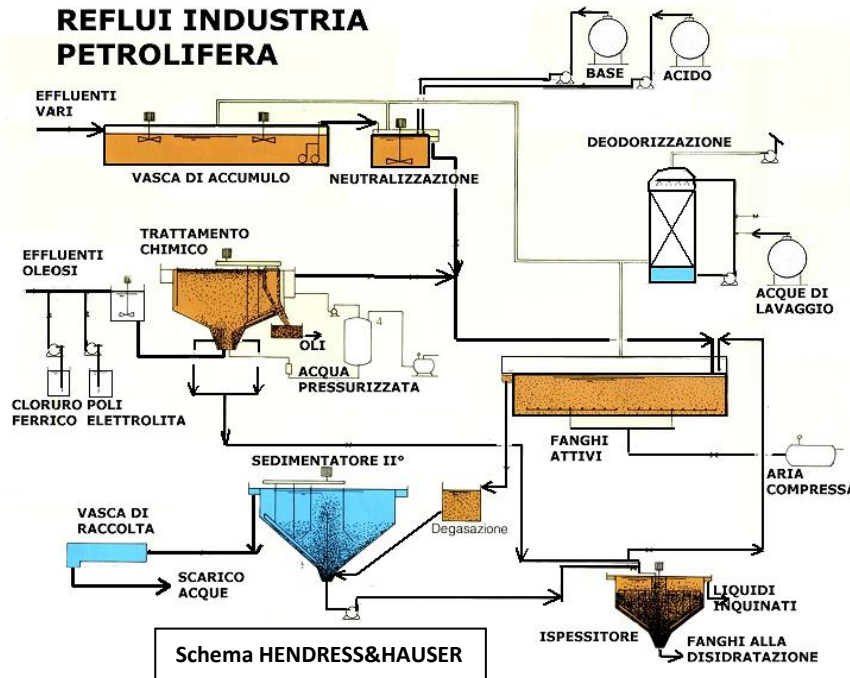
[per la descrizione di ogni singolo trattamento vedi a parte documenti [ACQUE 1/2/4](#) nel sito]

Esempio di effluente di uno stabilimento petrolifero

Idrocarburi totali (disciolti e sospesi)	mg/l	500 ÷ 600
Fenoli	"	100 ÷ 150
Metanolo	"	4 ÷ 5
Solfuri come H ₂ S	"	5 ÷ 8
Tensioattivi biodegradabili	"	0.5 ÷ 0.6
NaCl	"	10000 ÷ 15000
BOD ₅	"	250 ÷ 600
COD	"	700 ÷ 1000
pH	"	8 ÷ 8.5



REFLUI INDUSTRIA PETROLIFERA



[INIZIO]

C- REFLUI DA INDUSTRIA METALMECCANICA - cenni -

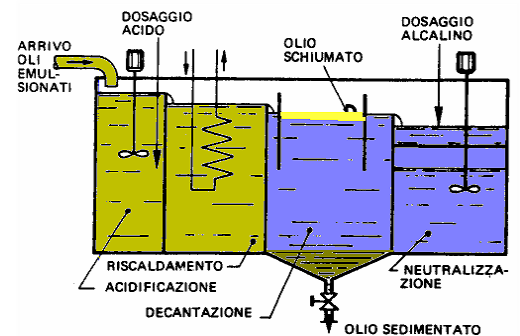
- SCARICHI OLEOSI RESIDUI ind.metalmeccanica

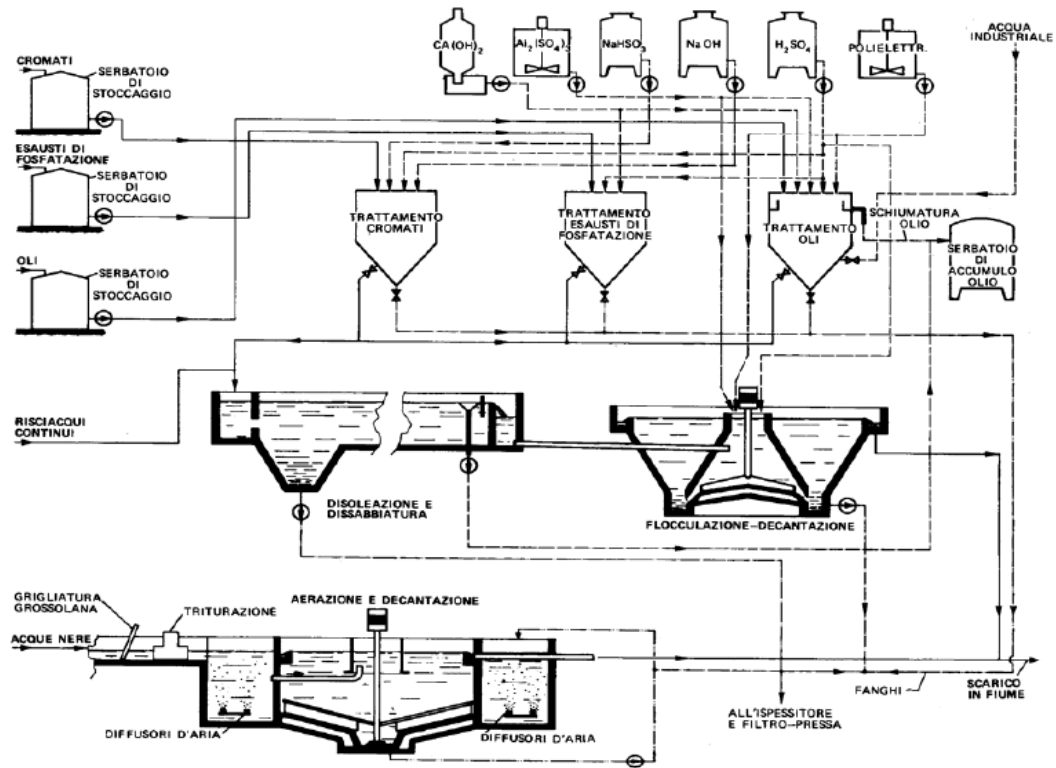
- Per oli non emulsionati, una decantazione seguita da coagulazione-decantazione o da coagulazione-flottazione è sufficiente a separare l'olio dall'acqua.
- Per emulsioni, si deve acidificare (pH=2) e riscaldare (T=85°÷90°C) in modo da rompere l'emulsione.

Si fanno quindi decantare e si neutralizzano le acque prima dello scarico.

- ACQUE RESIDUE dell'industria meccanica

Gli scarichi sono separati fin dall'origine, con reti fognarie distinte, a singoli impianti di depurazione, ubicati in un'unica area ai fini di centralizzare la conduzione e facilitare lo scarico delle acque in un unico decantatore finale.





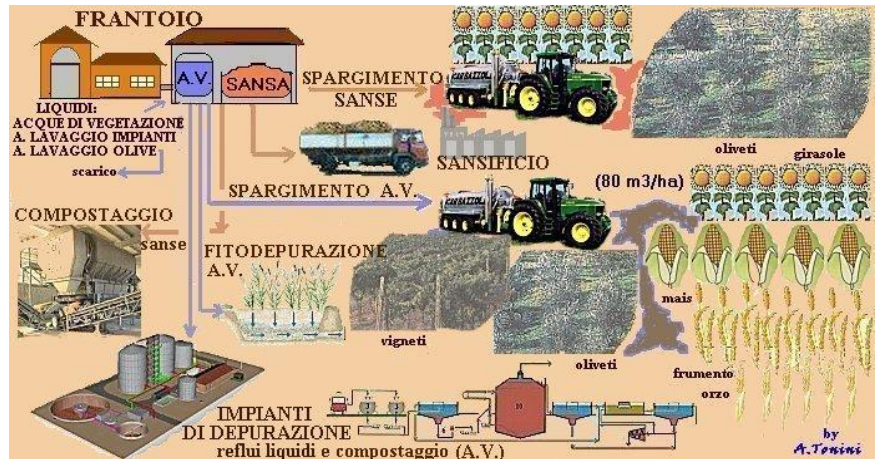
[INIZIO]

D – REFLUI DA INDUSTRIA DEL SACCAROSIO: vedi documento "saccarosio"

E – REFLUI DA FRANTOIO - [VEDI ANCHE CD-AREA PROGETTO OLIO nel sito]

Esistono numerosi processi di depurazione, a seconda delle caratteristiche delle Acque di Vegetazione, che cambiano a seconda delle lavorazioni di frantoio e del periodo di stoccaggio. I processi, non diffusamente impiegati a causa delle dimensioni e periodicità degli scarichi e delle aziende olearie, e della più semplice possibilità di smaltimento agricolo, sono:

- impianti a concentrazione termica delle acque (scarsamente diffusi e costosi, solo per piccole quantità e discontinue);
- impianti fisici (ultrafiltrazione, filtrazione sottovuoto, osmosi inversa, ecc.), con costi elevati di manodopera e necessità di ulteriori trattamenti (come da sperimentazioni Arsia);
- impianti biologici anaerobici e impianti chimico-fisici;
- impianti di compostaggio misto.



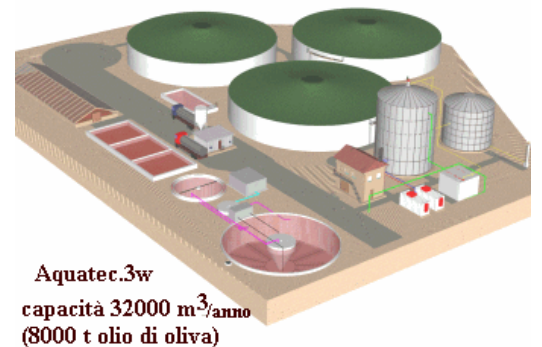
PARAMETRI CHIMICI:

REFLUI ENTRANTI 50...80 g/l COD RESA DI PURIFICAZIONE circa 95%

REFLUI SCARICATI 3...4 g/l COD

DATI TECNICI DELL'IMPIANTO PILOTA Aquatec.3w

CAPACITA' DI TRATTAMENTO	2.000 m3 di reflui all'anno (5 mesi all'anno)	TEMPERATURA DI ESERCIZIO	25/30°C 1° stadio fermentatore 36°C 2° stadio fermentatore
VOLUME DEL REATTORE	2 x 100 m3	PRODUZIONE BIOGAS	100- 150 m3/d
SERBATOIO ACQUE REFLUE	600 m3	UTILIZZAZIONE BIOGAS	47 kW Biogas CALDAIA
		RESIDUI SOLIDI	60 -70 kgTS/d



Aquatec.3w
capacità 32000 m³/anno
(8000 t olio di oliva)

ESEMPIO –

Il processo di **depurazione** indicato si basa sulla **digestione anaerobica mista** acque di vegetazione/fanghi urbani nel digestore di un impianto di depurazione esistente. Le acque surnatanti in uscita dal digestore anaerobico vengono successivamente inviate alla sezione a fanghi attivi dell'impianto centralizzato, dove si completa il processo di depurazione.

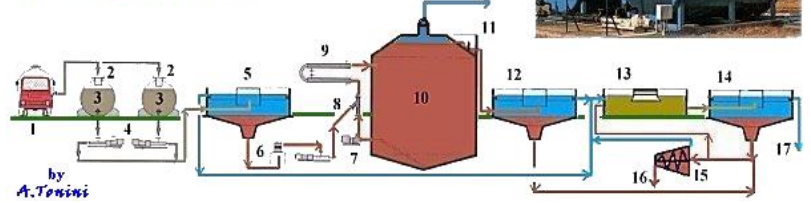
Il biogas prodotto dalla digestione anaerobica viene inviato alla sezione di recupero energetico per la produzione di energia elettrica ed energia termica mediante gruppo elettrogeno.

CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO:

ABITANTI EQUIVALENTI	40000
PORTATA AQ.VEGETAZIONE	60000 litri/d
BOD medio	35000 mg/litro
COD medio	72000 mg/litro
pH	4,8
POLIFENOLI TOTALI	330 mg/litro

SCHEMA DI TRATTAMENTO delle ACQUE DI VEGETAZIONE

- LEGENDA:
- | | |
|----------------------------|----------------------------------|
| 1 - SCARICO AUTOBOTTI | 10 - DIGESTORE ANAEROBICO |
| 2 - GRIGLIATURA | 11 - USCITA BIOGAS |
| 3 - SERBATOI DI ACCUMULO | 12 - ISPESITTORE FANGHI DIGERITI |
| 4 - POMPE DOSATRICI | 13 - TRATTAMENTO FANGHI ATTIVI |
| 5 - PREISPESITTORE | 14 - SEDIMENTATORE FANGHI |
| 6 - TRITURATORE | 15 - DISIDRATAZIONE MECCANICA |
| 7 - POMPA DI RICIRCOLO | 16 - FANGHI ALLO SMALTIMENTO |
| 8 - MISCELATORE | 17 - ACQUE DEPURATE |
| 9 - PRERISCALDATORE FANGHI | |

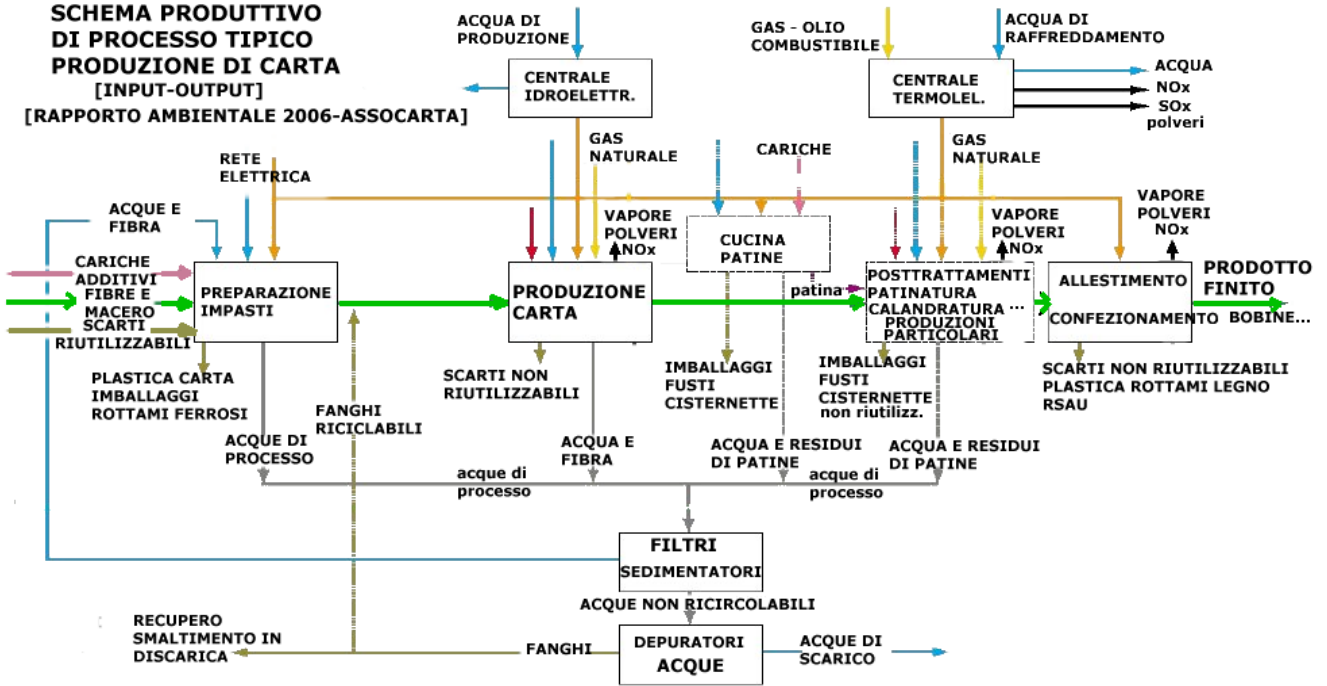


[INIZIO]

F - REFLUI DA INDUSTRIA CARTARIA - cenni -

► processi di lavorazione- schema generale :

SCHEMA PRODUTTIVO DI PROCESSO TIPICO PRODUZIONE DI CARTA [INPUT-OUTPUT]
[RAPPORTO AMBIENTALE 2006-ASSOCARTA]



► **reflui:** contenenti residui di lavorazione e cariche, fibre e frammenti fibrosi, ceneri fanghi legna...

► **depurazione reflui:** trattamento meccanico-fisico-chimico, seguito da trattamento biologico (vasca a fanghi attivi); spesso il primo trattamento permette di ottenere una depurazione elevata che consente di rispettare i limiti di legge, o l'invio a depuratori consortili.

Trattamento meccanico-fisico:

filtrazione e sedimentazione;

Trattamento chimico-fisico:

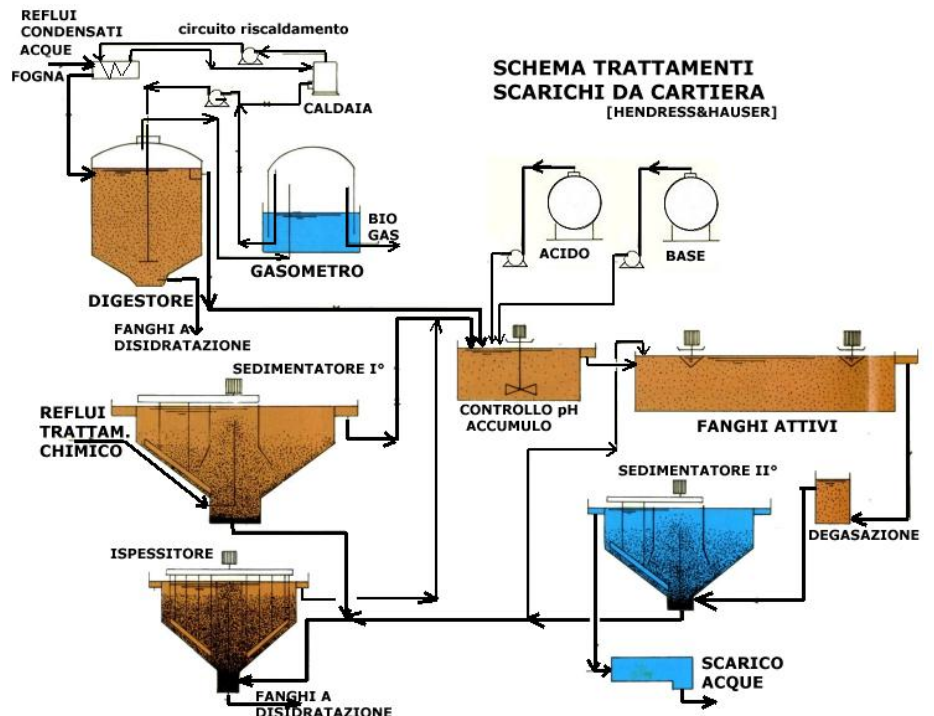
chiariflocculazione [+agenti coagulazione + poli elettroliti] + sedimentazione;

Trattamento biologico:

- processi aerobici;

- processi anaerobici;

[a lato uno degli schemi possibili]



SCHEMA TRATTAMENTI SCARICHI DA CARTIERA [HENDRESS&HAUSER]

altro SCHEMA di DEPURAZIONE: chiariflocculazione + bio
 N.B.: In ogni cartiera la gestione della risorsa acqua non può ignorare una regola essenziale: più acqua si immetterà nel sistema, più aumenterà l'investimento necessario per gli impianti di depurazione; **soluzione**= razionalizzazione dei consumi dell'acqua con un notevole sviluppo del riciclo delle acque di processo e minor consumo specifico di acqua; il consumo di acqua ha, come conseguenza, lo scarico a valle del processo di un'elevata quantità di reflui liquidi contenenti particelle cellulose sospese, sostanze che assorbono ossigeno dall'acqua (BOD e COD) e sostanze organiche clorate (AOX). Tutti e tre i tipi di emissioni sono stati drasticamente ridotti attraverso impianti di trattamento meccanico e biologico, e cambiando il processo di produzione delle paste, nonché mediante la realizzazione di impianti per il riciclo continuo dell'acqua nel processo produttivo attraverso interventi di purificazione della stessa.

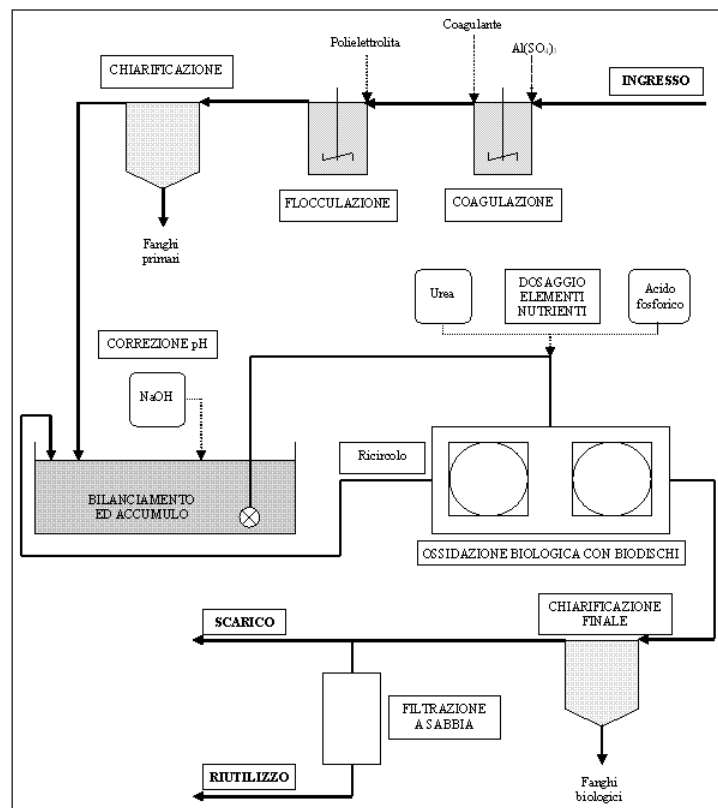
Lo schema tipico di un impianto di depurazione per acque reflue è molto simile a quello di un impianto per il trattamento di acque reflue fognarie. Segue, per poter efficacemente riutilizzare le acque di processo, una fase di filtrazione a valle della sedimentazione o chiarificazione finale.

► produzione fanghi-

- da trattamenti meccanici-fisici-chimico e biologici;
- da attività recupero macerici;

I **fanghi** di cartiera, classificati non pericolosi, possono essere utilizzati nella produzione di altra carta, termovalorizzati, oppure possono essere inviati a discariche o destinatari esterni, nell'industria dei laterizi, nei cementifici, per il ripristino ambientale e la copertura delle discariche, nei conglomerati edilizi, nei rilevati e nei sottofondi stradali.

[INIZIO]



[da AmbienteDiritto.it – Pandolfo –Russo et altri]

APPENDICE

RIFERIMENTI NORMATIVI: **D. Lgs 152 del 03/04/2006** – Testo Unico Ambientale;

vedi:

www.camera.it/parlam/leggi/deleghe/06152dl.htm;

www.sintai.sinanet.apat.it/normativa/152_2006.pdf;

www.isprambiente.gov.it/.../Dlgs_152_06_TestoUnicoAmbientale.pdf

pmbitonto.altervista.org/Testo%20Unico%20Ambiente.pdf

www.cittametropolitana.mi.it/export/export.../n_2006_d_lgs_152.pdf

D. Lgs 152/06 - art. 124, comma 1 : tutti gli scarichi devono essere preventivamente autorizzati.

A) Art. 74, comma 1 lett.f del 03/04/2006:

scarico: qualsiasi immissione effettuata esclusivamente tramite un sistema stabile di collettamento che collega senza soluzione di continuità il ciclo di produzione del refluo con il corpo recettore acque superficiali, sul suolo, nel sottosuolo e in rete fognaria, indipendentemente dalla loro natura inquinante, anche sottoposte a preventivo trattamento di depurazione.

acque di scarico: tutte le acque reflue provenienti da uno scarico.

B) ACQUE REFLUE INDUSTRIALI: D. Lgs 152/06 - art. 74, comma 1 lett.h:

“ qualsiasi tipo di acque reflue scaricate da edifici od impianti in cui si svolgono attività commerciali o di produzione di beni, diverse dalle acque reflue domestiche e dalle acque meteoriche di dilavamento”. Solo quelle che si originano dalle lavorazioni industriali/artigianali che vengono svolte all’interno dello stabilimento.

C) ACQUE REFLUE INDUSTRIALI ASSIMILATE ALLE ACQUE REFLUE DOMESTICHE- D. Lgs 152/06 - art. 101, comma 7:

sono assimilate alle acque reflue domestiche quelle:

- provenienti da allevamenti di bestiame/coltivazione terreno;
- da imprese che esercitano la trasformazione o valorizzazione delle produzioni agricole, con materia prima lavorata prevalentemente aziendale;
- provenienti da attività termali;
- impianti di acquacoltura o piscicoltura ≤ 1 Kg per mq di specchio;
- aventi caratteristiche qualitative equivalenti a quelle domestiche.

VEDI ALTRO DOCUMENTO SU SCARICHI DI

IND.TINTORIA - IND.TESSILE - IND.CONCIARIA - IND.ALIMENTARE

[INIZIO]