

Purificazione Effluente Liquido: Process Flow Diagram Stripping, Osmosi Inversa, Separazione Sotto Vuoto, Centrifugazione, Essiccamento

Premessa

Nella progettazione di un impianto chimico si procede, quasi sempre, attraverso le seguenti fasi:

- a) Studio di fattibilità
- b) Progettazione di Base
- c) Progettazione di dettaglio

In tutte queste fasi il documento di partenza è lo Schema di Processo quantificato (PFD: Process Flow Diagram).

Nello schema in Figura è riportato il PFD di un processo di depurazione di un effluente liquido contenente sostanze organiche, un prodotto volatile ed un sale.

Il prodotto volatile viene eliminato per Stripping nella colonna C-1 dalla quale di fondo esce l'effluente contenente ancora il sale da eliminare prima di essere inviato al trattamento Biologico ove vengono eliminate le sostanze organiche prima dello scarico nell' ambiente.

Il sale viene eliminato per Osmosi Inversa, Concentrazione mediante evaporazione e successiva Separazione del sale precipitato mediante Centrifugazione o Filtrazione.

L'osmosi inversa serve per preconcentrare la soluzione salina diluita.

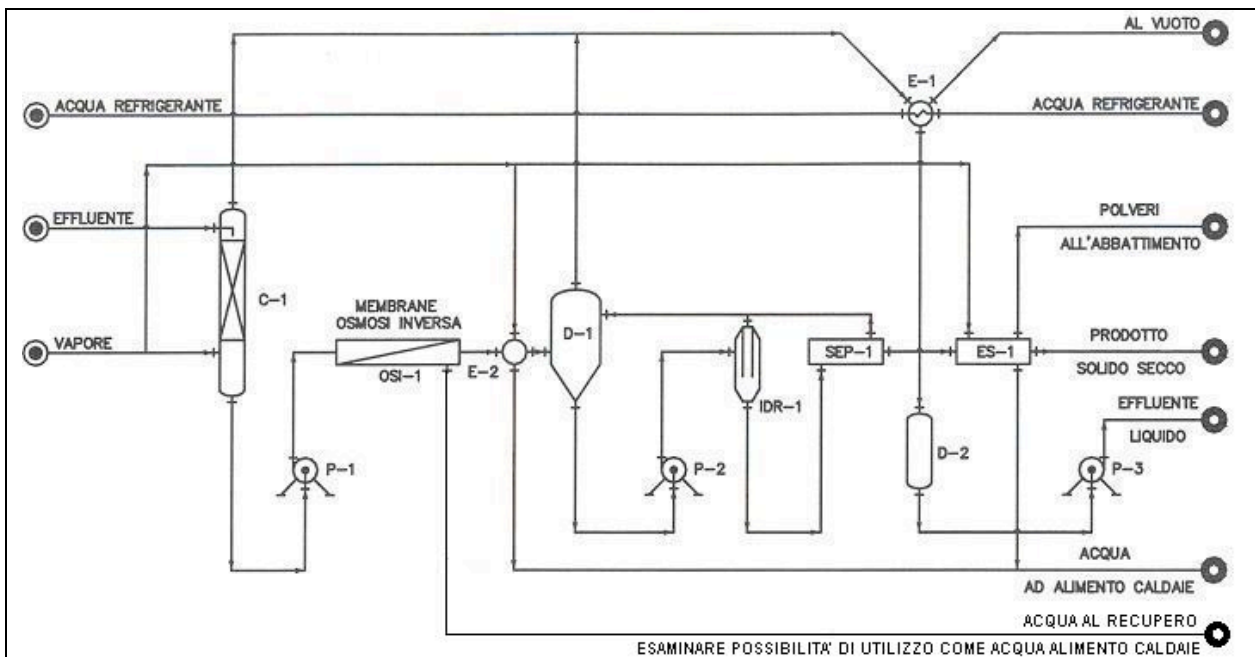
Il sale umido uscente dalla separazione viene quindi essiccato.

Si tratta di un esempio di depurazione effettivamente realizzato è rappresenta uno schema particolarmente complesso.

L'ingegnere Chimico Processista dovrà definire lo schema di Processo da adottare e produrre tutta la documentazione necessaria per procedere alla elaborazione del Progetto di Base (Basic Design).

Il lavoro di processo consiste nella preparazione dei seguenti documenti:

- 1) Definizione della Schema di Processo
- 2) Quantificazione di tutti i flussi presenti nell'impianto con definizione di portate, pressioni, temperature e relative grandezze fisiche



Simbologia

Sigla	Descrizione	Sigla	Descrizione
C-1	Colonna di Stripping Inquinanti Volatili	IDR-1	Idrociclone (Addensatore)
D-1	Serbatoio Precipitazione / Cristallizzazione	OSI-1	Osmosi Inversa
D-2	Serbatoio Condense di processo	P-1	Pompa
E-1	Condensatore Vapori uscita C-1 e D-1	P-2	Pompa
E-2	Scambiatore Riscaldamento Soluzione	P-3	Pompa
ES-1	Essiccatore	SEP-1	Filtro / Centrifuga

La fase successiva del lavoro del processista consiste nella preparazione dei fogli dati di tutti gli apparecchi e delle macchine presenti nell'impianto per poter emettere richiesta di offerta alle ditte specializzate.

Il processista dovrà inoltre coordinare la scelta dei materiali da adottare, provvedere al dimensionamento del diametro delle tubazioni ed alla emissione delle specifiche strumentali definendo il sistema allarmi e blocchi.

Descrizione delle Apparecchiature e della Strumentazione

Colonna di Stripping (C-1)

Trattasi di una normale colonna che può essere realizzata sia a riempimento che a piatti.

Osmosi Inversa (OSI-1 / vedere Figura)

Trattasi di una unità in cui la soluzione salina viene concentrata sino quasi al limite della solubilità dei Sali presenti.

Nella Osmosi Inversa si separa l'acqua (Permeato) da una soluzione salina concentrata (Concentrato).

Condensatore Vapori (E-1)

Trattasi di uno scambiatore, normalmente a fascio tubero, con il vapore da condensare che fluisce nel mantello e l'acqua refrigerante che fluisce nei tubi. Può essere esaminato uno scambiatore ad aria per temperature di condensazione del vapore superiori a 50°C.

Scambiatore (E-2)

Consiste in uno scambiatore di calore in cui viene riscaldata la soluzione da evaporare in D-1.

Per evitare la vaporizzazione all'interno di E-2 si mantiene in pressione la soluzione calda in uscita che viene espansa in D-1.

Cristallizzatore / Precipitatore

Trattasi di un serbatoio in cui il liquido caldo in arrivo dallo scambiatore E-1 vaporizza per espansione dalla pressione presente in E-1 a quella in D-1. Particolare cura va posta nella definizione del diametro per evitare trascinalamenti nel vapore che si libera, nel volume totale per consentire un sufficiente tempo di permanenza tale da consentire una adeguata dimensione dei cristalli o del precipitato. Per evitare l'impaccamento di solidi nel bocchello di uscita è opportuno realizzare il tronco inferiore del serbatoio di forma conica.

Idrociclone (IDR-1)

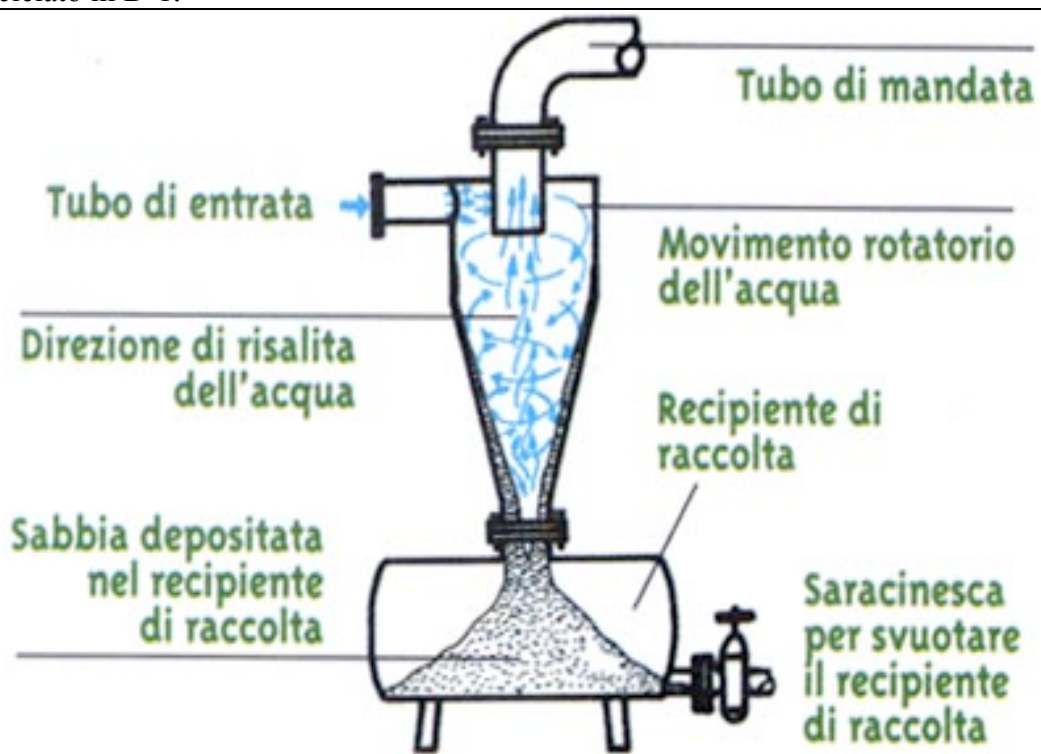
Questa apparecchiatura serve ad addensare la sospensione in uscita dal serbatoio di evaporazione D-1.

Dal fondo esce una sospensione a maggior contenuto di Sali di quella entrante che viene inviata alla successiva separazione del solido mediante centrifugazione o filtrazione. Di testa esce un liquido chiarificato a basso contenuto di solidi che viene riciclato in D-1.

E' rappresentato il funzionamento di questo tipo di apparecchiature.

Al posto di sabbia nel nostro caso si avrà l'uscita di cristalli, o di un precipitato, umidi.

L'estrazione del solido, uscente dal fondo, può essere facilitata con una rotocella.



Centrifugazione / Filtrazione (SEP-1)

La centrifugazione consente la separazione dei solidi dai liquidi grazie alla forza centrifuga, generata dalla rotazione di un cestello contenuto all'interno di un fasciame. In relazione alle caratteristiche ed alle esigenze di processo, si possono impiegare diversi tipi di centrifughe, riconducibili a due grandi famiglie: **Centrifughe Discontinue** con cestello forato (centrifughe filtranti); **Centrifughe Continue** a Tamburo pieno (Decantatrici) o a Cestello Forato (a spinta)

In alternativa può essere adottata la **Filtrazione** che può essere effettuata anche essa in **continuo** o **discontinuo**.

Essiccamento (ES-1)

Normalmente questa operazione viene eseguita in corrente di azoto.

Il prodotto in uscita viene separato dall'azoto mediante un ciclone e l'azoto viene riciclato all'essiccatore

Impianto Vuoto

Vanno prese in considerazione due alternative, una con **iniettori** e l'altra con **Pompa per vuoto**.

Pompe (P-1-2-3)

Si usano quasi sempre pompe centrifughe

P-1 una normale Pompa Centrifuga

P-2 una Pompa Centrifuga idonea al pompaggio di sospensione di solidi nel liquido pompato

P-3 Trattasi di una pompa di estrazione condense sotto vuoto. Una particolare attenzione deve essere posta al battente liquido necessario sulla aspirazione della pompa (NPSH) per evitare fenomeni di cavitazione.

Strumentazione

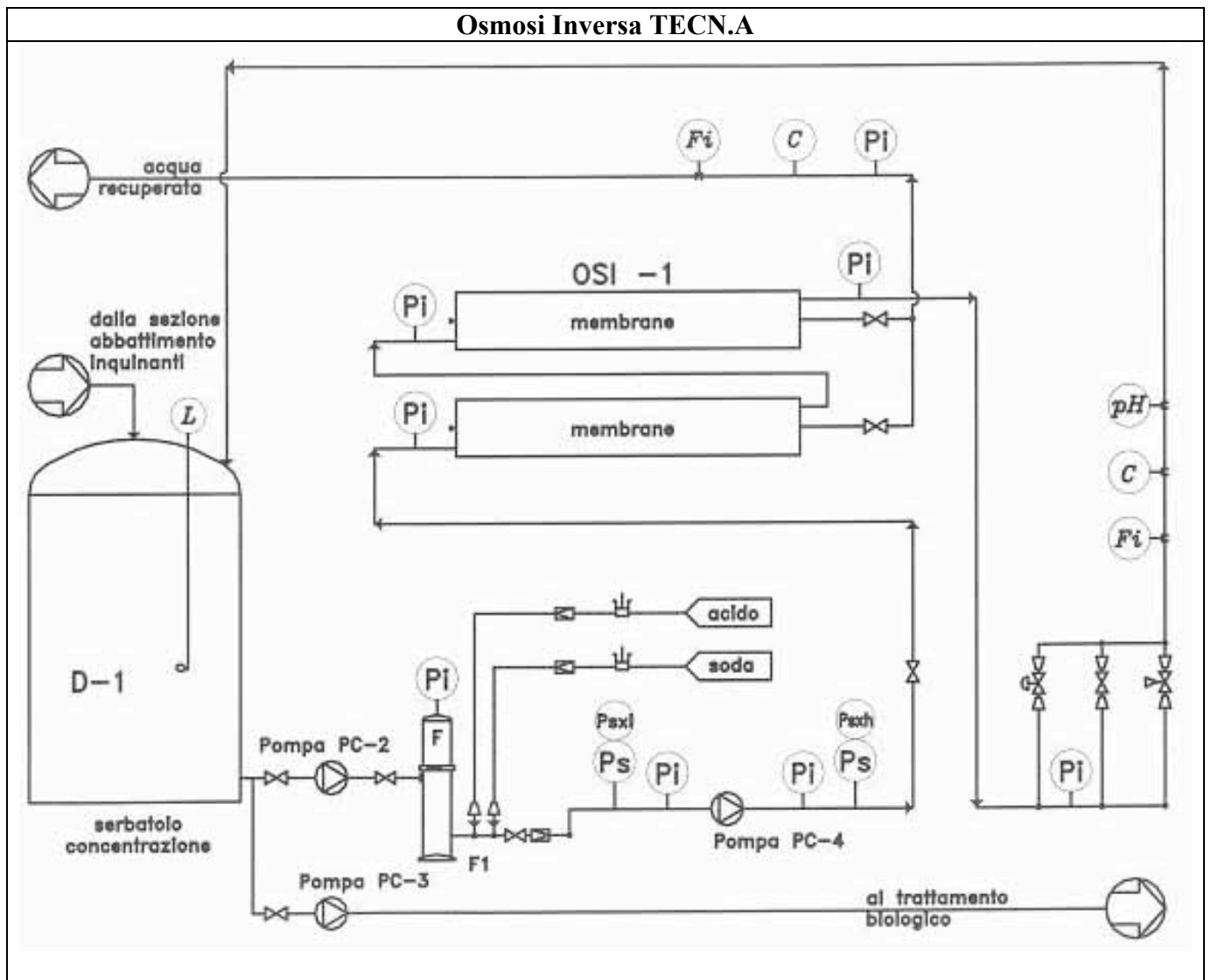
La strumentazione principale comprende:

- a) Il controllo della portata inviata alla colonna di Stripping C-1
- b) Il controllo di livello e della perdita di carico in C-1
- c) Il controllo della pressione in uscita dallo Scambiatore E-1 che deve essere tale da evitare evaporazione nello scambiatore.
- d) Il controllo della temperatura di riscaldamento del liquido di processo in uscita da E-1
- e) Il controllo del livello in D-1
- f) Il controllo della pressione in C-1 e D-1 mediante regolazione sull'Impianto Vuoto
- g) Il controllo di marcia del separatore SEP-1 per ricevere la sospensione entrante
- h) Il controllo dell'Essiccatore ES-1

Nota Generale

Trattandosi per IDR-1, SEP-1, ES-1 e dell'Impianto Vuoto di apparecchiature proprietarie fornite da ditte specializzate la catena strumentale andrà definita dopo scelta della tipologia dell'apparecchiatura scelta.

Osmosi Inversa TECN.A



Breve Descrizione Ciclo Funzionamento Osmosi Inversa

Le acque di condensa provenienti dall'impianto di depurazione fumi da termovalorizzazione vengono accumulate nel serbatoio di concentrazione.

La pompa PC-2, controllata dal livello nel serbatoio, preleva le acque e le invia in un filtro F1 e quindi all'aspirazione della pompa PC-4 che fornisce la pressione richiesta dalle caratteristiche del liquido stesso, permettendo di ottenere dalle membrane la quantità di permeato desiderata.

In uscita dal filtro F viene corretto il pH sotto il controllo del valore in uscita dalle membrane.

Il permeato privo di Sali, in uscita dalle membrane di osmosi inversa, viene inviato al recupero.

Il concentrato viene inviato al Trattamento Biologico con la pompa PC-3 sotto controllo di portata.