

UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTÀ DI INGEGNERIA



Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Meccanica

Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche

Tesi Di Laurea

**Disegno e progettazione 3D di un sistema di
pretrattamento per impianto ad osmosi inversa**

**3D design and planning of a pre-treatment system
for reverse osmosis plant**

Relatore:

Prof. Ferruccio Mandorli

*Tesi di laurea di:
Leonardo Coggi*

Anno Accademico 2020/2021

SOMMARIO

INTRODUZIONE E SCOPO DELLA TESI.....	3
CAPITOLO 1 IMPIANTO DI TRATTAMENTO.....	4
1.1 “Cos'è e come funziona l'osmosi inversa”	6
1.2 “Impianto Fortum”	8
CAPITOLO 2 “PROGETTAZIONE ED INSTALLAZIONE DELL'IMPIANTO”	22
2.1 “Componenti modificati dal tirocinante e loro messa in tavola”	25
2.2 “Componenti creati dal tirocinante e loro messa in tavola”	31
CAPITOLO 3 “PROCEDURA PER LA PROGETTAZIONE DI UN IMPIANTO INDUSTRIALE”	36
3.1 “P&ID Pretrattamento”	41
3.2 “Filtrazione e dechlorazione”	43
CONCLUSIONI	45
RINGRAZIAMENTI	47
BIBLIOGRAFIA	48

INTRODUZIONE E SCOPO DELLA TESI

Il fine ultimo di questa esperienza di percorso universitario nonché di attività lavorativa è quello di comprendere, partecipare, assistere ed illustrare le fasi di progettazione e realizzazione di un sistema di pretrattamento per un impianto di gestione percolato ad osmosi inversa, confezionato in diversi skid che compongono il sistema, ed installato in un container HC Refeer da 40 '. L'impianto sarà destinato al trattamento del percolato prodotto da una discarica industriale, il quale verrà raccolto, attraverso un sistema di drenaggio molto permeabile e disposto sopra la base impermeabile della discarica, nella quale verranno inseriti dei condotti diretti verso un pozzo di raccolta. Da qui, con una pompa, verrà convogliato in una vasca di decantazione e, quindi, inviato per il trattamento ad un impianto di depurazione. È proprio qui che il container verrà posizionato, evitando quindi il trasporto del percolato elaborandolo in discarica.

L'esperienza formativa è stata fatta presso l'azienda GEL HYDROTECHNOLOGY S.p.a., fondata nel 1979 e ubicata a Castelfidardo-Ancona, Italia, in cui lavorano 70 dipendenti, dei quali circa il 25% di esso impegnato nel design e R & D.

La ditta è in continua crescita nel mercato internazionale grazie, soprattutto, ai 26 distributori di cui dispone.

L'azienda GEL si rivolge sia ad un settore privato che industriale, rispondendo alle esigenze con le più appropriate soluzioni per ogni fabbisogno: dalle apparecchiature per la fornitura dell'acqua alla manutenzione e progettazione di impianti termici e frigoriferi, dalla produzione di prodotti chimici alla realizzazione di apparecchiature mobili personalizzate.

Capitolo 1

IMPIANTO DI TRATTAMENTO

L'impianto che si andrà ad analizzare preparerà il percolato al trattamento di osmosi inversa che avverrà in due container successivi a quello analizzato nella presente tesi.

L'osmosi consente di mantenere e regolare la pressione cellulare grazie alla membrana che la costituisce, che è semipermeabile, ovvero permeabile all'acqua ma non a determinati soluti quali i sali disciolti, gli zuccheri e le proteine.

L'osmosi inversa è il processo mediante il quale si forza il passaggio di molecole di solvente dalla soluzione a maggiore concentrazione verso quella meno concentrata applicando una pressione maggiore di quella osmotica. L'osmosi inversa viene realizzata con una membrana che trattiene il soluto da una parte impedendone il passaggio e permette di ottenere il solvente puro dall'altra.

Il vantaggio rispetto ad altri metodi di trattamento dell'acqua è che l'osmosi inversa, oltre a rimuovere i sali disciolti, trattiene anche batteri, germi, particelle e sostanze organiche disciolte.

Innegabili vantaggi vengono offerti dalla tecnologia dell'osmosi inversa quando l'acqua di rete, seppur potabile, non presenta caratteristiche di eccellenza, come alcune acque di falda caratterizzate da un'elevata concentrazione di nitrati, diserbanti o antiparassitari, o altri inquinanti, difficilmente removibili con altre tecnologie; viceversa questa tecnologia offre un trattamento sovrabbondante per una gran parte delle acque di rete, che spesso necessitano solo di un affinamento dei caratteri organolettici.

Per perfezionare il servizio e assicurare la funzionalità nel tempo degli impianti a osmosi inversa ci sono una serie di sostanze chimiche sicure che si possono utilizzare, come ad esempio:

- **ANTIPRECIPITANTI e DISPEDENTI:** sono dei chemicals idonei ad inibire il fouling delle membrane a osmosi inversa grazie all'azione disperdente e sequestrante dei loro principi attivi nei confronti delle sostanze incrostanti. Specificatamente studiati per proteggere dalle incrostazioni derivanti da Calcio e Magnesio, impediscono inoltre la precipitazione di moderate quantità di silice, ioni ferrosi e solfati. Sono inoltre compatibili

per la produzione di acqua osmotizzata utilizzata in industrie alimentari e/o per uso potabile.

- **DETERGENTI:** utilizzati periodicamente sugli impianti a osmosi inversa per la regolare pulizia delle membrane. Le loro proprietà tensioattive favoriscono l'eliminazione dei depositi ferrosi e di natura microbiologica già presenti nel circuito,
- **BIOCIDI:** sono antibatterici molto efficaci per eliminare velocemente alghe, batteri e funghi. Sono perfettamente solubili in acqua e svolgono la loro azione battericida indipendentemente dal pH della soluzione in cui vengono aggiunti.

L'utilizzo di questi impianti è notevolmente aumentato negli ultimi anni perché essi forniscono vantaggi sia per chi li realizza, sia per chi ne usufruisce:

- Sostanziali risparmi sui costi di produzione;
- Miglioramento dell'efficienza energetica;
- Costanza della qualità dell'acqua permeata;
- Potenziamento delle prestazioni complessive del sistema;
- Disponibilità di acqua depurata ininterrottamente 24 ore su 24;
- Manutenzione ridotta al minimo.

1.1 “Cos'è e come funziona l'osmosi inversa”

L'osmosi è un processo chimico-fisico che avviene ogni qual volta due soluzioni acquose contenenti diverse concentrazioni saline vengono separate da una membrana semipermeabile: in questa situazione avviene il passaggio spontaneo dell'acqua dalla soluzione più diluita a quella più concentrata, sino al raggiungimento della stessa salinità. La pressione che si genera è la cosiddetta “pressione osmotica” (dal greco *osmós* = spinta): tanto maggiore è la differenza tra le concentrazioni saline di partenza e più elevato è il valore della pressione osmotica.

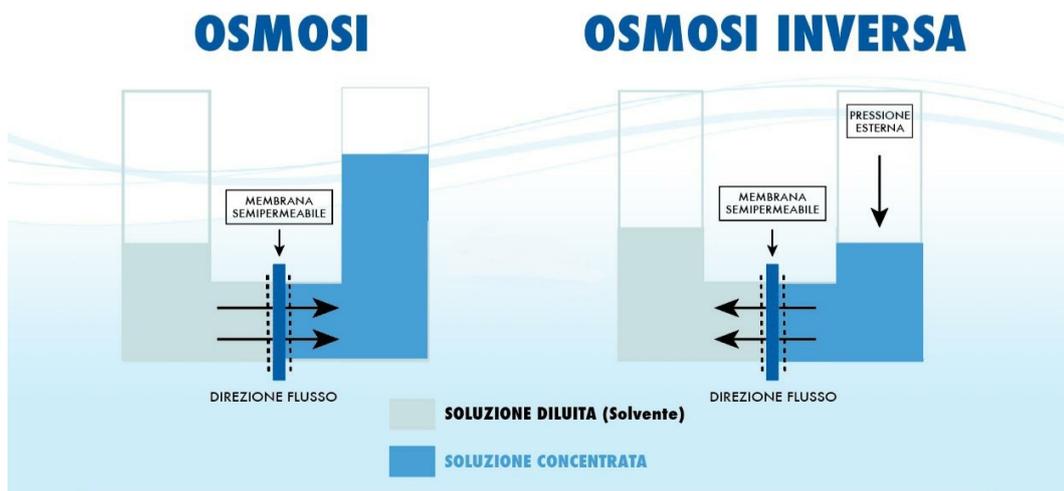


Figura 1-1: Schematizzazione osmosi/osmosi inversa

Grazie a queste nozioni di base possiamo affermare che, esercitando una contropressione superiore a quella osmotica, il processo si può invertire, da qui il termine “osmosi inversa”.

Le pressioni di esercizio richieste per realizzare l'osmosi inversa possono essere notevoli: se si tratta l'acqua di mare la pressione che occorre esercitare è di diverse decine di atmosfere, mentre per le acque di rete o debolmente salmastre (come nel caso trattato) i valori della pressione osmotica si aggirano intorno ai 10 bar.

E' questo il principio su cui si basa l'impianto: il passaggio dell'acqua attraverso una membrana semipermeabile in verso opposto al naturale, con la generazione di due soluzioni: una ad elevata concentrazione salina e l'altra molto diluita.

Gli impianti ad osmosi inversa possono essere impiegati sia per potabilizzare acque con un'elevata concentrazione di sali e/o inquinanti sia per migliorare la qualità delle comuni acque di rete.

Questo processo infatti permette di eliminare completamente le particelle inquinanti di grandezza fino ad un decimillesimo di micron, oltre a pesticidi, pirogeni, virus e batteri, assicurando così l'assoluta purezza batteriologica dell'acqua. Basti pensare che è stato stimato che l'osmosi inversa riesce a trattenere dal 90 al 99,9% delle sostanze disciolte nell'acqua: è per questo che è diventata la tecnologia di filtrazione in assoluto più diffusa a livello industriale, dal settore biomedico a quello alimentare, al trattamento dei reflui industriali ed alla generazione di acqua potabile a partire da quella del mare.

L'azione di una membrana osmotica non è solo meccanica: la separazione avviene soprattutto grazie a meccanismi di diffusione e dissoluzione che intervengono in varia misura e consentono di agire sino a livello ionico.

Una membrana osmotica è costituita da un'anima centrale attorno alla quale viene avvolta a spirale una tela semipermeabile in materiale sintetico, come ad esempio il polisulfone. Le membrane vengono generalmente classificate in base alle dimensioni secondo standard espressi generalmente in pollici (ad esempio una membrana 4040 corrisponde ad un modulo lungo 40 pollici e largo 4,0), ma anche a seconda della capacità di produzione, generalmente indicata in GPD (galloni al giorno).

L'acqua da trattare viene spinta nella membrana da una pompa, che esercita una pressione superiore a quella osmotica, così da ottenere due flussi in uscita: la parte di acqua in ingresso che attraversa la membrana, costituisce il permeato (povero di sali) che va all'utilizzo, mentre la rimanente parte fuoriesce con un'elevata concentrazione salina, dovuta all'accumulo di tutti i sali che non hanno attraversato la membrana, costituendo il concentrato che andrà scartato.

Il contenuto salino, detto anche Residuo Fisso o TDS (Total Dissolved Solid), si misura in [mg/L] (o ppm).

Una membrana osmotica produce mediamente un 20% di permeato rispetto al flusso in ingresso, ma per gli impianti più grandi, che prevedono l'uso di più membrane in serie, tale valore può superare il 75%.

La reiezione di una membrana, ovvero la capacità di rimuovere il soluto presente nell'acqua, è influenzata da svariati parametri quali le caratteristiche stesse dell'acqua, la pressione e la temperatura di esercizio; in ogni caso i valori di rimozione per la maggior parte delle sostanze presenti nell'acqua superano generalmente il 95%.

1.2 “Impianto Fortum”

L’impianto che l’azienda GEL HYDROTECHNOLOGY S.p.a si è impegnata a realizzare è denominato “Fortum”. Esso sarà costruito direttamente all’interno di un container per poter poi essere facilmente trasportato.

Si tratta di una preparazione volta ad operare sul percolato prodotto da una discarica industriale.

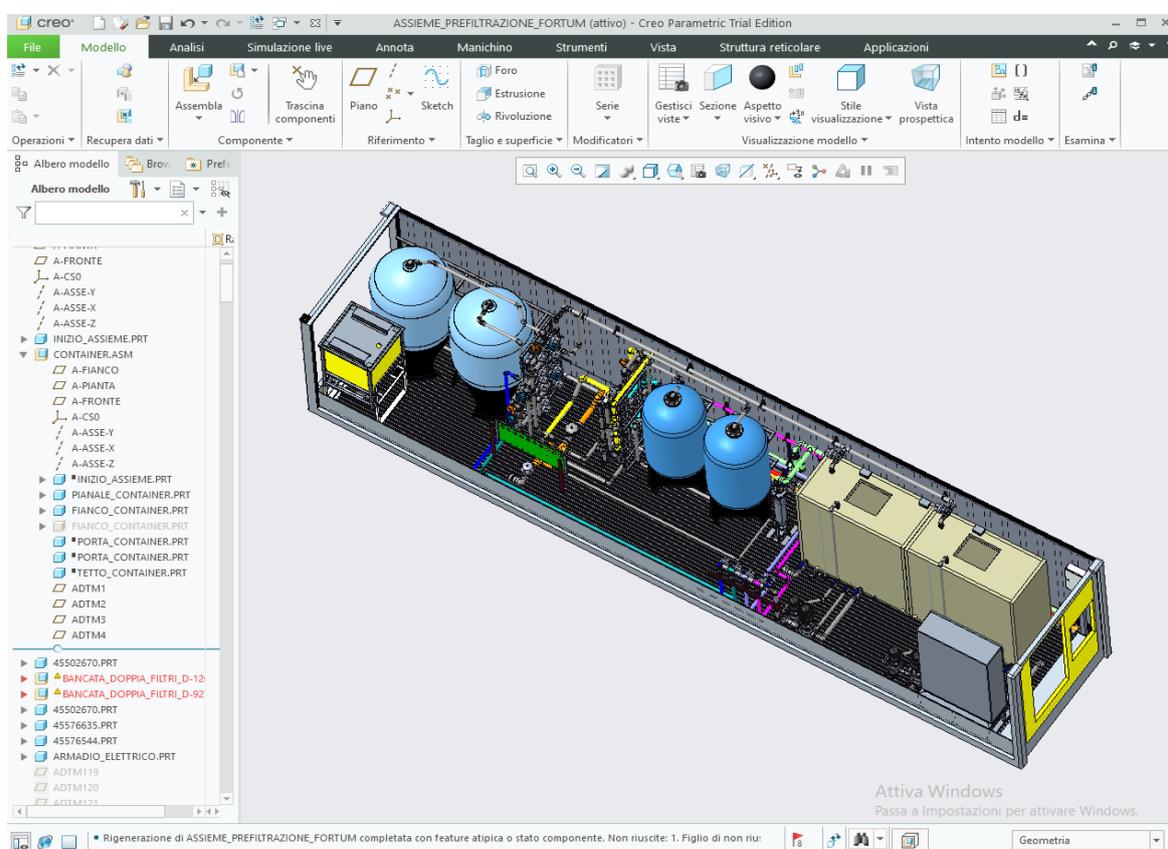


Figura 1-2: Progetto 3D dell’impianto Fortum

L’installazione avrà una capacità giornaliera pari a 185 [m³/d] e potrà essere operativa dalle 22 alle 24 ore consecutive. Secondo l’MSW il tipo di acqua grezza che verrà trattata dall’impianto dovrà essere soggetta ad un’analisi chimico-fisica completa per confermare il progetto preliminare del sistema di trattamento del percolato ad osmosi inversa (RO).

Bisogna tener conto di numerosi fattori per poter ottimizzare ed effettivamente concretizzare tale progetto, una tra tutte è la condizione ambientale del sito di installazione, la quale è stata analizzata preventivamente. Per questo motivo l’installazione sarà indoor in modo da evitare eccessivi sbalzi

termici, con una temperatura ambiente che può variare da un minimo di 1 [°C] ad un massimo di 40[°C], mentre il percolato avrà una variazione pressoché ininfluyente, restando sempre attorno ai 20[°C].

Si è inoltre controllato ed appurato tramite preve analisi dell'assenza di acido solforico (H₂S) sia nell'ambiente che nel percolato, senza le quali non si sarebbe potuto procedere alla progettazione.

Le varie componentistiche dell'impianto sono state realizzate seguendo le normative nazionali ed internazionali, come nella tabella che segue:

Componente	Normativa
<i>Tubature, valvole e collegamenti</i>	UNI
<i>Cablaggio</i>	CEI, IEC, UNEL, CENELEC
<i>Dispositivi elettrici</i>	CEI, IEC, UNEL, CENELEC, ISO/ISA, UNI

Tabella 1-1: Componente con normativa associata

Inoltre è importante fornire una tabella che indichi le capacità del flusso in ingresso nell'impianto di trattamento anche per gli acquirenti:

Flusso in ingresso	Flusso [m³/giorno]	Ore
<i>CAPACITA' LORDA</i>	205	24
<i>Disponibilità</i>	-	Min 90%
<i>CAPACITÀ NETTA</i>	185	22

Tabella 1-2: Capacità del flusso in ingresso

Il "Fortum" genererà 2 flussi: uno sarà lo scolo e l'altro sarà formato dall'acqua filtrata ad osmosi inversa.

Bisogna tener presente che la percentuale di recupero deve essere intesa come un'indicazione basata su valori di conducibilità a 20 [°C] e che le sostanze ossidanti devono essere rimosse dal percolato da trattare prima del suo ingresso nel sistema di trattamento in quanto le membrane possono

essere irreversibilmente danneggiate da sostanze ossidanti quali H₂O₂, cloro libero, ozono, ecc..., o eventuali idrocarburi, solventi aromatici, ecc...

I recuperi indicati sono calcolati solo in base al valore di conducibilità ad una temperatura di 20[°C]. Questi valori possono variare nell'ordine del ± 5% a seconda dei parametri che caratterizzano l'acqua da trattare e delle eventuali variazioni di temperatura del percolato in ingresso

Di seguito saranno riportati tutti i dettagli tecnici dei componenti che la fornitura propone:

- **POMPA SOMMERSIBILE DI ALIMENTAZIONE:**

Pompa sommersa da pozzo, adatta per il pompaggio di acqua pulita. Essa può essere installata verticalmente o orizzontalmente, a seconda delle necessità del cliente. Tutti i componenti in acciaio sono realizzati in acciaio inossidabile EN 1.4401 (AISI 316), che garantisce un'elevata resistenza alla corrosione. La pompa è dotata di un motore MS4000 da 2,2 [kW] con schermo antisabbia, tenuta meccanica dell'albero, cuscinetti di banco lubrificati ad acqua e membrana di compensazione del volume. Il motore è un motore sommerso di tipo incastolato che offre una buona stabilità meccanica e un'elevata efficienza, adatto per temperature fino a 40 [°C]. Per il monitoraggio della temperatura e per un controllo generale, è montato un sensore Pt1000. Il motore è per avviamento diretto (DOL).

• Quantità	1
Caratteristiche tecniche singolari:	
• Tipo	Pompa sommergibile multistadio
• Portata nominale	9 [m ³ /h]
• Pressione nominale	5 [bar]
• Materiale	AISI 316
• Potenza installata	2,2 [kW]
• Controllato da VFD	Si
• Caratteristiche elettriche	380 [V], 50 [Hz], 3[Ph]
• Equipaggiato con	Collettore di aspirazione/mandata Valvole di intercettazione a sfera Valvole di non ritorno
• Inverter	2,2 [kW]

- SEZIONE DI PRE-TRATTAMENTO

Questa sezione sarà montata ed installata all'interno del container prima della spedizione all'acquirente.

I limiti della fornitura sono i seguenti:

- IDRAULICA: Accoppiamento raccordi ingresso e uscita dal container
- ELETTRICA: Morsetto su quadro elettrico/scatola di derivazione all'interno del container
- PNEOMATICA: Il compressore è già installato nel container RO
- ACCESSO DI RETE: Morsetto su quadro elettrico/scatola di derivazione all'interno del container

- FILTRO SEPARATORE:

Il filtro separatore liquido-solido è ad alta efficienza e con limitate perdite di carico.

Può rimuovere il 98% di sabbia e/o solidi sospesi di dimensioni superiori a 50 µm e sarà integrato con valvola di scarico automatica.

- Quantità 1
- Elevata efficienza per rimuovere sabbia e solidi sospesi pesanti
- No interruzioni del flusso
- Nessuno schermo di filtrazione o parti mobili interne
- Perdita d'acqua molto bassa

Dimensioni del filtro:

Collegamento ingresso / uscita	1-1/2"
Portata massima	20 [m ³ /h]
Pressione massima di esercizio	10 [bar]
Temperatura massima di esercizio	60 [°C]

Materiali di cui è composto:

Corpo del filtro	AISI 316
Cover	AISI 316
Supporto per il corpo	AISI 316
Guarnizione	EPDM

- **FILTRO A SABBIA:**

Filtro a colonna multistrato adatto per rimuovere dall'acqua ferro, solidi sospesi e materiali colloidali. È dotato di valvole automatiche; la gestione delle fasi di lavorazione e lavaggio è controllata dal PLC. Tutti i materiali a contatto con l'acqua sono idonei all'uso potabile.

• Quantità	2 in parallelo
• Tipo	Estremità bombata cilindrica verticale
• Dimensioni	900x2600 [mm]
• Portata di lavoro	4,5 [m ³ /h]
• Carica idraulica alla portata di lavoro	7 [m/h]
• ΔP	< 0.9 [bar]
• Pressione massima dell'acqua	6 [bar]
• Portata di lavaggio	10 [m ³ /h]
• Portata di lavaggio dell'aria	100 [Nm ³ /h]
• Durata lavaggio	10 [min]
• Collegamento ingresso / uscita	DN40
• Attacco scarico lavaggio	DN40
• Materiale tubazioni	PVC-U
• Materiale recipiente	GRP
• Rivestimento interno	PE
• Tipo di valvola; Materiale	Membrana pneumatica PVC, EPDM
• Dotato di	Massa multistrato filtrante Diffusori superiori e inferiori Ingresso/uscita manometri Ingresso/uscita trasmettitori di pressione Valvola di campionamento Valvola di aerazione Scatola di giunzione
• Le valvole automatiche sono dotate di	Attuatore pneumatico a doppio effetto Indicatore di posizione

Viti di regolazione sullo scarico del lavaggio

Il filtro è costituito da una vasca cilindrica verticale, con dei piatti alle estremità ed è dotato di un supporto base.

La filtrazione, il controlavaggio con acqua, il controlavaggio con acqua e aria ed il risciacquo con acqua sono gestite da delle valvole:

- Nr 2 valvole per l'ingresso e l'uscita dell'acqua da trattare
- Nr 5 valvole per l'ingresso e l'uscita per il controlavaggio e risciacquo
- Nr 1 valvola di ingresso del controlavaggio ad aria

La fornitura comprende collegamenti elettrici, idraulici e pneumatici.

- **FILTRO A CARBONE:**

Filtro a colonna ad azione dechlorante e adsorbente, adatto per la rimozione del cloro libero e degli inquinanti organici (pesticidi, diserbanti, detergenti, idrocarburi, materiale organico, ecc.) dalle acque da trattare. Tale azione è solitamente efficace anche sulle sostanze responsabili del colore, dell'odore e del sapore dell'acqua e sui prodotti derivanti dalla clorazione dell'acqua. È dotato di valvole automatiche; la gestione delle fasi di lavorazione e lavaggio è controllata da PLC. Tutti i materiali a contatto con l'acqua sono idonei all'uso potabile.

• Quantità	2 in parallelo
• Tipo	Estremità bombata cilindrica verticale
• Dimensione	1200x2600 [mm]
• Portata di lavoro	4,5 [m ³ /h]
• EBCT alla portata di lavoro	14,7 [min]
• Quantità di carbone	550 [kg]
• ΔP	<0.9 [bar]
• Pressione massima dell'acqua	6 [bar]
• Portata di lavaggio	10 [m ³ /h]
• Durata lavaggio	10 [min]
• Collegamento ingresso / uscita	DN40
• Attacco scarico lavaggio	DN40
• Materiale tubazioni	PVC-U
• Materiale recipiente	GRP
• Rivestimento interno	PE

- Tipo di valvola; materiale Farfalla pneumatica in PVC, EPDM
- Dotato di Massa multistrato filtrante
Diffusori superiori e inferiori
Ingresso/uscita manometri
Ingresso/uscita trasmettitori di pressione
Valvola di campionamento
Valvola di aerazione
Scatola di giunzione
- Le valvole automatiche sono dotate di Attuatore pneumatico a doppio effetto
Indicatore di posizione
Viti di regolazione sullo scarico del lavaggio

Il filtro è composto da una vasca cilindrica verticale, con dei piatti alle estremità ed è dotato di un supporto base.

La filtrazione, il controlavaggio con acqua, il controlavaggio con acqua e aria ed il risciacquo con acqua sono gestite da valvole:

- Nr 2 valvole per l'ingresso e l'uscita dell'acqua da trattare
- Nr 3 valvole per l'ingresso e l'uscita per il controlavaggio e risciacquo

- **SERBATOIO DI ACCUMULO ACQUA FILTRATA**

- Quantità 2 (collegamento idraulico)
- Volume 1700 litri ciascuno
- Materiale PE
- Dotato di Trasmittitore del livello
Interruttore livello massimo
Interruttore livello minimo
Sistema di riscaldamento 18,5 [kW]

L'impianto di riscaldamento verrà installato sul fondo della vasca; un segnale avviserà quando il livello dell'acqua sarà troppo basso.

Nella vasca verrà utilizzata la pompa filtro ad acqua per effettuare il ricircolo all'interno della stessa.

- SOFFIATORE
 - Quantità 1
 - Alimentazione 400 [V], 50 [Hz-T]; 3 [kW]

- SISTEMA DI POMPAGGIO DELL'ACQUA FILTRATA

Pompa centrifuga verticale, non autoadescante, multistadio, in linea, per l'installazione in sistemi di tubazioni e montaggio su fondazione.

La pompa, oltre ad avere un motore CA trifase. ha le seguenti caratteristiche:

- Le giranti e le camere intermedie sono realizzate in acciaio inossidabile DIN W.-Nr. DIN W.-Nr. 1.4401.
- La testa e la base della pompa sono in acciaio inossidabile.
- La tenuta meccanica ha una lunghezza di assemblaggio conforme a EN 12756.
- La trasmissione della potenza avviene tramite accoppiamento in ghisa.
- Il collegamento delle tubazioni avviene tramite flange DIN.

Principali caratteristiche tecniche

Liquido:

- Intervallo temperatura del liquido -40/120 [°C]
- Temperatura liquido 20 [°C]
- Densità 998.2 [kg/m³]

Dati tecnici:

- Velocità dei dati della pompa: 2924 [rpm]
- Flusso effettivo calcolato: 10 [m³/h]
- Prevalenza risultante della pompa: 30 [m]
- Tenuta dell'albero: HQQE

Materiali:

- Corpo pompante: Acciaio inossidabile DIN W.-Nr. 1.4408 AISI 351
- Girante: Acciaio inossidabile DIN W.-Nr. 1.4401 AISI 316

Installazione:

- Massima temperatura ambiente: 60 [°C]
- Pressione massima alla temperatura dichiarata: 30bar/120°C 30bar/-40°C

- Flangia standard: DIN
- Collegamento del tubo: DN 50
- Pressione di fase: PN 25/40
- Dimensioni della flangia per il motore: FF300

Dati elettrici:

- Classe di efficienza: 1
- Numero di poli: 2
- Potenza nominale - P2: 2,2 [kW]
- Frequenza di rete: 50 [Hz]

- **SERBATOIO DI ACCUMULO DELL'ACQUA DI CONTROLAVAGGIO**

- Quantità 2 (collegamenti idraulici)
- Volume 1700 litri ciascuno
- Materiale PE
- Dotato di
 - Trasmittitore del livello
 - Interruttore livello massimo
 - Interruttore livello minimo
 - Sistema di riscaldamento 4[kW]

E' importante tener conto che sarà necessaria una manutenzione per evitare la formazione di ghiaccio.

La potenza risulterà inferiore perché il tempo per riscaldare la vasca è sufficiente tra un controlavaggio e l'altro. Inoltre questo serbatoio ha il suo sistema di pompaggio di riciclo.

- **SISTEMA DI RICICLAGGIO POMPANTE**

Pompa centrifuga verticale, non autoadescante, multistadio, in linea, per installazione in sistemi di tubazioni e montaggio su fondazione. La pompa oltre ad avere un motore CA trifase, ha le seguenti caratteristiche:

- Le giranti e le camere intermedie sono realizzate in acciaio inossidabile DIN W.-Nr. DIN W.-Nr. 1.4401.
- La testa e la base della pompa sono in acciaio inossidabile.
- La tenuta meccanica ha una lunghezza di assemblaggio conforme a EN 12756.
- La trasmissione della potenza avviene tramite giunto sdoppiato in ghisa.
- Il collegamento delle tubazioni avviene tramite flange DIN.

Principali caratteristiche tecniche

Liquido:

- Intervallo temperatura del liquido -40/120 [°C]
- Temperatura liquido 20 [°C]
- Densità 998.2 [kg/m³]

Dati tecnici:

- Velocità dei dati della pompa: 2924 [rpm]
- Flusso effettivo calcolato: 5 [m³/h]
- Prevalenza risultante della pompa: 30 [m]
- Tenuta dell'albero: HQQE

Materiali:

- Corpo pompante: Acciaio inossidabile DIN W.-Nr. 1.4408 AISI 316
- Girante: Acciaio inossidabile DIN W.-Nr. 1.4401 AISI 316

Installazione:

- Massima temperatura ambiente: 60 [°C]
- Pressione massima alla temperatura dichiarata: 30bar/120°C 30bar/-40 °C
- Flangia standard: DIN
- Collegamento del tubo: DN 32
- Pressione di fase: PN 25/40
- Dimensioni della flangia per il motore: FF300

Dati elettrici:

- Classe di efficienza: 1
- Numero di poli: 2
- Potenza nominale - P2: 1,1 [kW]
- Frequenza di rete: 50 [Hz]

- SISTEMA DI FILTRAGGIO POMPANTE

Pompa centrifuga verticale, non autoadescante, multistadio, in linea, per installazione in sistemi di tubazioni e montaggio su fondazione. La pompa, oltre ad avere un motore CA trifase, ha le seguenti caratteristiche:

- Le giranti e le camere intermedie sono realizzate in acciaio inossidabile DIN W.-Nr. DIN W.-Nr. 1.4401.
- La testa e la base della pompa sono in acciaio inossidabile.
- La tenuta meccanica ha una lunghezza di assemblaggio conforme a EN 12756.
- La trasmissione della potenza avviene tramite accoppiamento in ghisa.
- Il collegamento delle tubazioni avviene tramite flange DIN.

Principali caratteristiche tecniche

Liquido:

- Intervallo temperatura del liquido -40/120 [°C]
- Temperatura liquido 20 [°C]
- Densità 998.2 [kg/m³]

Dati tecnici:

- Velocità dei dati della pompa: 2924 [rpm]
- Flusso effettivo calcolato: 10 [m³/h]
- Prevalenza risultante della pompa: 30 [m]
- Tenuta dell'albero: HQQE

Materiali:

- Corpo pompante: Acciaio inossidabile DIN W.-Nr. 1.4408 AISI 351
- Girante: Acciaio inossidabile DIN W.-Nr. 1.4401 AISI 316

Installazione:

- Massima temperatura ambiente: 60[°C]
- Pressione massima alla temperatura dichiarata: 30 bar/120°C 30bar/-40 °C
- Flangia standard: DIN
- Collegamento del tubo: DN 50
- Pressione di fase: PN 25/40
- Dimensioni della flangia per il motore: FF300

Dati elettrici:

- Classe di efficienza: 1
- Numero di poli: 2
- Potenza nominale - P2: 2,2 [kW]
- Frequenza di rete: 50 [Hz]

- **QUADRO ELETTRICO E SISTEMA DI CONTROLLO**

La fornitura comprende tutte le apparecchiature ed i materiali necessari al corretto funzionamento dell'impianto di trattamento dell'acqua (PLC, scatole di derivazione, strumenti di processo, cablaggi, ecc) entro i limiti di fornitura. Il sistema di controllo è in grado di far funzionare l'impianto in modalità automatica e manuale, fornendo tutte le indicazioni e gli allarmi rilevati dal PLC. Il sistema di controllo è collegabile alla rete Ethernet locale per il monitoraggio e la gestione dell'impianto da remoto.

- **QUADRO ELETTRICO PRINCIPALE**

Caratteristiche tecniche:

- Tipo Con PLC e HMI touch screen 12 "
- Dati elettrici 380 [V]; 50 [Hz]; 3[Ph N]
- Potenza nominale 45 [kW]
- Grado di protezione IP54
- Materiale Piatto dipinto
- Installazione In container
- Dotato di Interruttore principale
Componenti di controllo (contattori, relè, fusibili)
Ventilazione
Morsettiera
HMI
Logica programmabile
Sistema di gestione e controllo del software

- **SISTEMA DI CONTROLLO**

Il sistema di controllo è dotato di controller e monitor touch screen HMI sul quadro elettrico. Sarà in grado di gestire i segnali di I/O relativi alle apparecchiature citate per quanto riguarda il pre-trattamento.

L'HMI visualizza il processo e il funzionamento di tutti i dispositivi elettrici (pompe, valvole automatiche, strumentazioni analogiche e digitali), inclusi gli allarmi e gli avvisi provenienti dal campo e può essere controllato da una connessione remota utilizzando un cavo Ethernet.

L'impianto di trattamento delle acque è completamente automatizzato, agendo sull'HMI è possibile:

- Gestire l'intero sistema (avvio, arresto, lavaggio, ecc ..)
- Visualizzare lo stato dell'impianto (marcia, stand-by, allarmi, warning, ecc ..)
- Visualizzare l'andamento delle variabili di processo
- Impostare i parametri di processo (portata, pressione, ecc ..)
- Gestire gli allarmi (valore di soglia e lista allarmi)
- Eseguire l'apparecchiatura singolare in modalità manuale

Comandi principali

Start/Stop

Lavaggio manuale

Configurazione di sistema

Set-point (regolazione PID)

Portata in ingresso

Avvertenze principali

Avvio/Stand-by/Allarme

Livello basso serbatoio dell'acqua pre-trattata

Livello alto serbatoio dell'acqua trattata

Principali allarmi

Acqua grezza a bassa pressione

Filtro separatore ad alta pressione differenziale

Filtro a colonna ad alta pressione differenziale

Livello alto/basso: nei serbatoi

Alta/Bassa temperatura: nel serbatoio

Portata alta/bassa

Registratore continuo per:

Pressione

Temperatura

Portate

Volume trattato

Segnali principali da e verso l'esterno

Allarme generale

Status dell'impianto: Funzionante/Stand-by/Guasto

Livello massimo nel serbatoio

Livello massimo nel serbatoio dell'acqua

Controlavaggio del filtro a sabbia

Guasto alla pompa

Abilitazione esterna

Abilitazione pompa di alimentazione

• **STRUMENTAZIONI DI CONTROLLO:**

Per garantire il corretto funzionamento del sistema, vengono forniti numerosi strumenti di controllo. La strumentazione elettrica fornisce segnali analogici (0/4 ÷ 20 mA) e/o digitali (24 V, ON/OFF). Di seguito i principali strumenti di controllo compresi nella fornitura:

STRUMENTAZIONE DI PRE-TRATTAMENTO :

- Manometri per misurare la caduta di pressione attraverso il filtro
- Trasmettitore di pressione per misurare la caduta di pressione attraverso il filtro
- Flussometro per misurare il flusso d'acqua filtrata e di controlavaggio
- Interruttore di livello per preservare le pompe dalla marcia a secco
- Pressostato per preservare il sistema da pressioni anomale
- Contatore dell'acqua per registrare l'acqua grezza totale
- Contatore per registrare il tempo di funzionamento totale

Il sistema sarà connesso all'automazione del sistema RO

Capitolo 2

“PROGETTAZIONE ED INSTALLAZIONE DELL’IMPIANTO”

Il progetto nasce dallo studio sia dalle richieste del mercato, sia dalla ricerca sulla fattibilità e sull’ottimizzazione di ogni componente dell’impianto.

La fornitura comprende tutte le attrezzature e i materiali necessari per il corretto funzionamento dell’impianto di trattamento delle acque entro il limite della fornitura.

L’impianto sarà costruito su tre container, noi analizzeremo il primo in ordine di intervento sul percolato.



Figura 2-1: Container 40' HC Reefer

Componenti Container:

- Quadro elettrico principale
- Scatola di derivazione elettrica locale
- Cablaggio elettrico
- Collegamento idraulico
- Staffe e supporti

Il container dovrà essere posizionato su una superficie stabile, resistente e piana.

Caratteristiche tecniche:

- Tipo 40' HC Reefer
- Lunghezza 12192 [mm]
- Larghezza 2438 [mm]
- Altezza 2896 [mm]
- Peso (vuoto) ca 4.500 [Kg]
- Peso (pieno) ca 12.000 [Kg]

Il container è provvisto dei seguenti accessori:

- Illuminazione interna
- Prese di servizio
- Piano servizio calpestabile
- Bacino di contenimento
- Isolamento termico
- Cavo scaldante a pavimento
- Riscaldatore elettrico montato a parete
- Griglia di ventilazione regolabile completa di filtro depolveratore
- Estrattore d'aria centrifugo
- Condizionatore d'aria (opzionale)
- Sensore antiallagamento
- Quadro elettrico per alimentazione utenze di servizio
- Lampada di allarme esterna
- Porta con apertura antipanico (lato corto)
- Doppia porta stagna (secondo lato corto)

Il quadro elettrico per la gestione delle apparecchiature di servizio durante il servizio e la manutenzione dell'impianto è elettricamente indipendente dal quadro elettrico principale.

Caratteristiche tecniche

- Dati elettrici 220 [V], 50 [Hz]
- Grado di protezione IP54
- Materiale Piatto verniciato
- Dotato di Interruttore principale
Componenti di controllo (contattori, relè, fusibili, ecc.)
Morsettiera

Il quadro elettrico di servizio gestirà le seguenti apparecchiature elettriche:

- Illuminazione interna
- Prese di servizio
- Cavo scaldante a pavimento
- Riscaldatore elettrico montato a parete

Di seguito analizzeremo alcuni componenti con i quali il tirocinante ha avuto modo di lavorare, modificandoli partendo da una base strutturale già avviata o realizzandoli interamente da capo.

2.1 “Componenti modificati dal tirocinante e loro messa in tavola”

La realizzazione e modifica di tutti i componenti dell’impianto è stata effettuata tramite l’ausilio di un programma CAD 3D denominato “Creo Parametric”, specializzato nella modellazione solida parametrica.

Il lavoro più importante è stato fatto nell’elaborazione e creazione di due bancate doppie, ovvero la D-927 e D-1200. Le differenze sostanziali che caratterizzano queste due soluzioni sono la presenza/assenza del motore posizionato alla base e, ovviamente, il diverso diametro delle bombole (da cui prendono il nome).

Le bancate sono composte da elettrovalvole, ciascuna costituita da un dispositivo meccanico di apertura/chiusura molto simile ad una membrana, che viene alzato o abbassato per variare la pressione all’interno delle camere del dispositivo che quindi permettono la fuoriuscita o la ritenzione del fluido immesso. Questa membrana è attuata da un solenoide che, percorso da corrente, attira un nucleo ferroso all’interno di un canale nascosto, causando così lo spostamento meccanico dell’elemento occludente del dispositivo, e quindi l’apertura o la chiusura dell’elettrovalvola (tutto o niente). Con l’apertura dell’elettrovalvola la "membrana" si alza e permette al fluido di diramarsi nei condotti che si trovano a valle di essa, essendo a monte la sezione dove esiste la pressione più elevata.

La mia attività presso la ditta GEL è stata precipuamente quella del perfezionamento dell’insieme, analizzando, controllando e correggendo eventuali errori come ad esempio tubi troppo corti, accoppiamenti parziali o assenti tra due o più elementi adiacenti ecc...

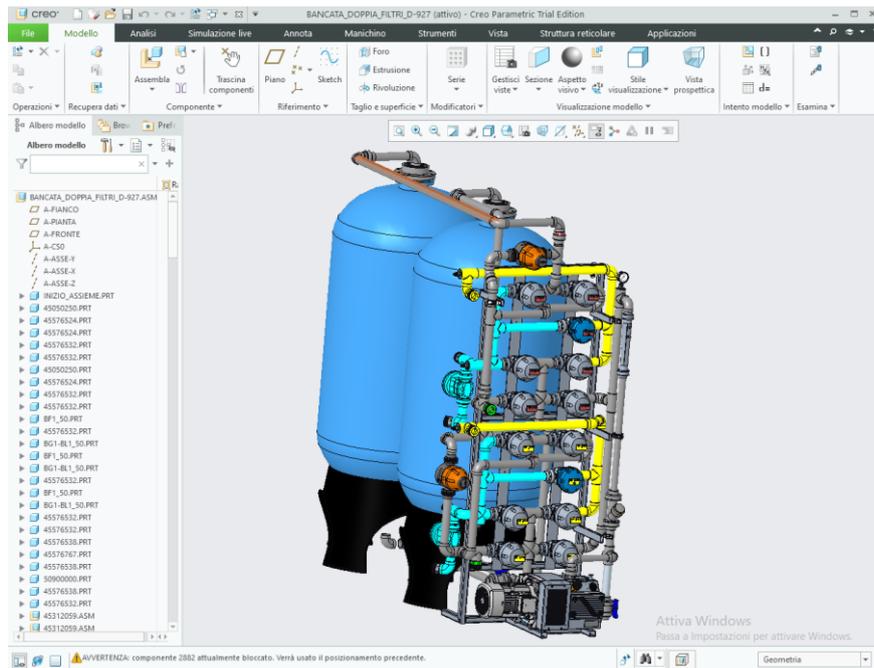


Figura 2-2: Bancata doppia filtri D-927

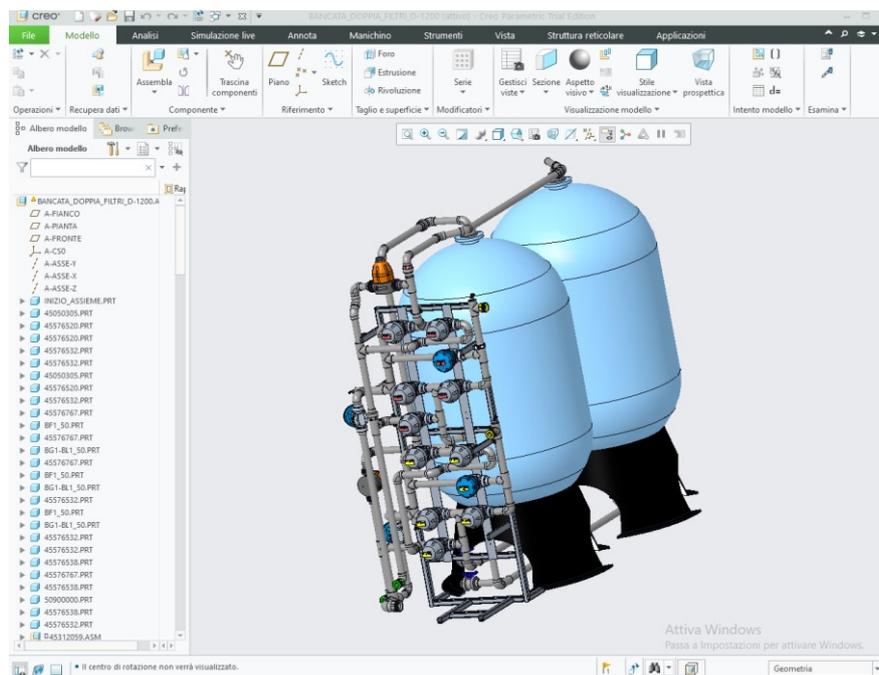


Figura 2-3: Bancata doppia filtri D-1200

Come si può meglio evincere dalla tavola tecnica, è stato fatto un lavoro di “ottimizzazione progettuale”, ovvero alcuni componenti usati per la parte inferiore della bancata sono stati ricopiati al di sopra, velocizzando notevolmente il processo di progettazione e risparmiando tempo che è stato investito nella realizzazione di altri componenti.

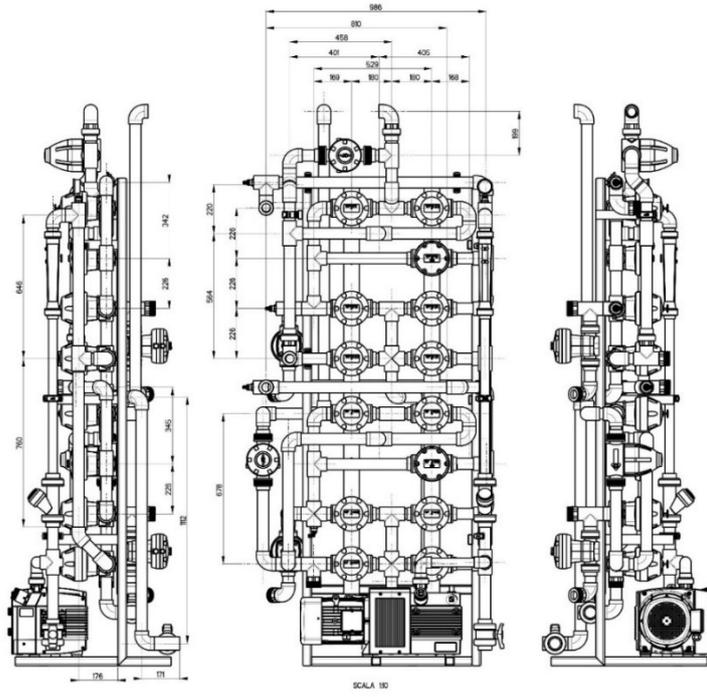


Figura 2-4: Messa in tavola Bancata doppia filtri D-927

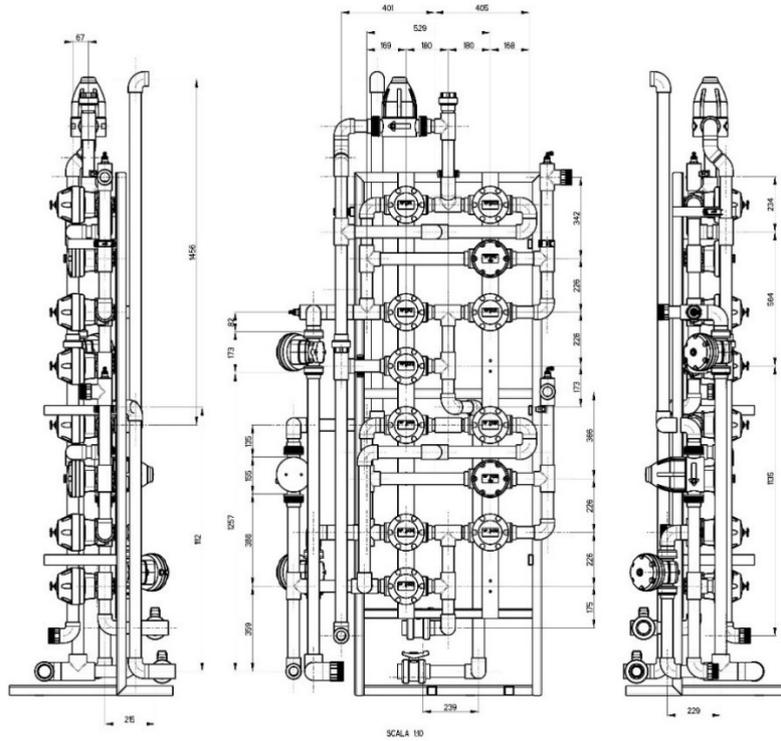


Figura 2-5: Messa in tavola Bancata doppia filtri D-1200

In questo caso, il mio compito nell'azienda era quello sia di quotare le dimensioni più significative per permettere ai dipendenti del magazzino di realizzare i vari tubi e giunti, sia di referente per fornire chiarimenti e delucidazioni per il personale addetto. Un'altra mansione affidatami è stata quella di analizzare le quote mancanti con l'ausilio di un computer adiacente al container dove era riportato il progetto 3D. Fisicamente mi sono portato nel magazzino per effettuare tutte le verifiche. Una volta quotati, ho effettuato degli schizzi a mano libera di componenti poco visibili in tavola che sono stati usati dai magazzinieri come aiuto per comprendere come dovesse essere realizzato l'insieme delle tubazioni.

In questo frangente si è potuto notare come, in ambito lavorativo e non solo, sia necessario modificare il proprio lessico e linguaggio professionale a seconda della persona che si ha davanti, al fine di avere una conversazione più chiara e comprensiva, giovando all'efficienza lavorativa.



Figura 2-6: Costruzione Bancata doppia filtri D-927

L'ultimo progetto che ho modificato è stato quello della struttura chiamata "Big Bag".

Essa è un assieme di tre componenti: coperchio (posizionato in cima, colorato di grigio), skid base (colorato di bianco) e skid superiore (sostegni grigi + parte interna gialla).

Questa struttura ha la funzione di raccolta degli scarti più grossolani (come ad esempio i fanghi). Una volta satura, con l'ausilio di un muletto, la sacca posizionata nello skid superiore viene sostituita. Le forche andranno dentro le prese del coperchio e, una volta sollevato, la sacca (che è stata precedentemente ancorata al coperchio) risulterà facilmente sostituibile.

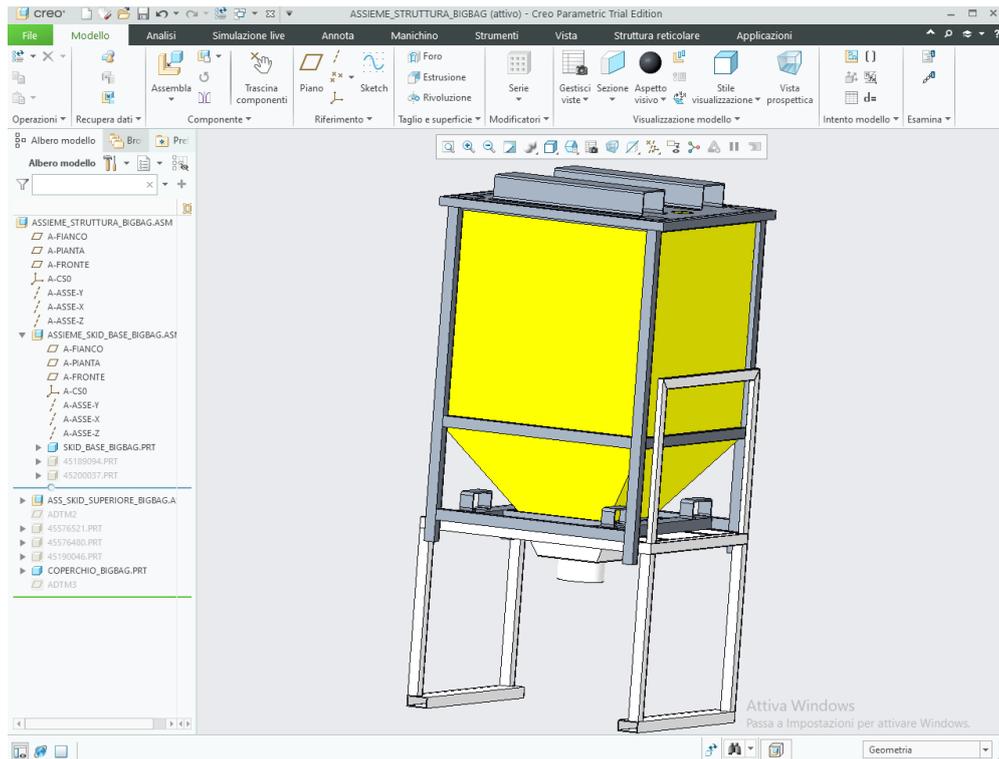


Figura 2-7: Struttura Big Bag

È stato fondamentale evidenziare con una nota nella tavola tecnica il fatto che ogni gancio del coperchio (in totale 4) dovesse essere dimensionato in modo che riesca a sopportare un carico di 350 [kg].

2.2 “Componenti creati dal tirocinante e loro messa in tavola”

Durante l’esperienza lavorativa l’azienda mi ha affidato al tirocinante il compito di realizzare alcuni componenti che poi sono stati controllati ed usati nel layout del container.

La prima realizzazione riguarda un pannello in acciaio A316 dallo spessore di 2 millimetri nel quale verranno inseriti dieci manometri, trattato con decapaggio.

Nella tavola tecnica inoltre sono state aggiunte delle note, ovvero “smussare spigoli”, “no ribave”, “per forature viti manometri usare derma in dotazione” per semplificare il lavoro di realizzazione.

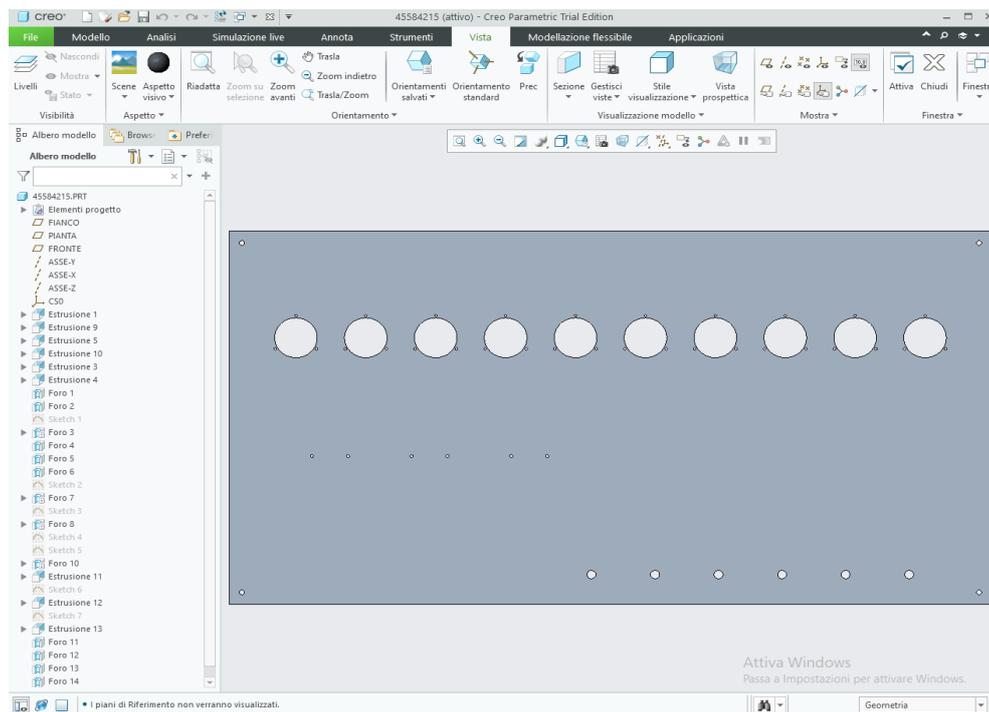


Figura 2-8: Pannello per Manometri

Nella tavola tecnica realizzata vi è un “errore”, infatti vi è un sovrabbondare di quote che, in linea teorica, ci fanno sommare gli errori di misurazione rendendo la lunghezza di alcuni elementi ancor più approssimativa.

Questo errore però è stato richiesto dall’azienda, in quanto non essendo fondamentale la massima precisione per la realizzazione del pezzo, si è deciso di evitare di far calcolare eventuali quote a chi dovesse concretamente realizzare il pezzo, anche al costo di metterne di non necessarie.

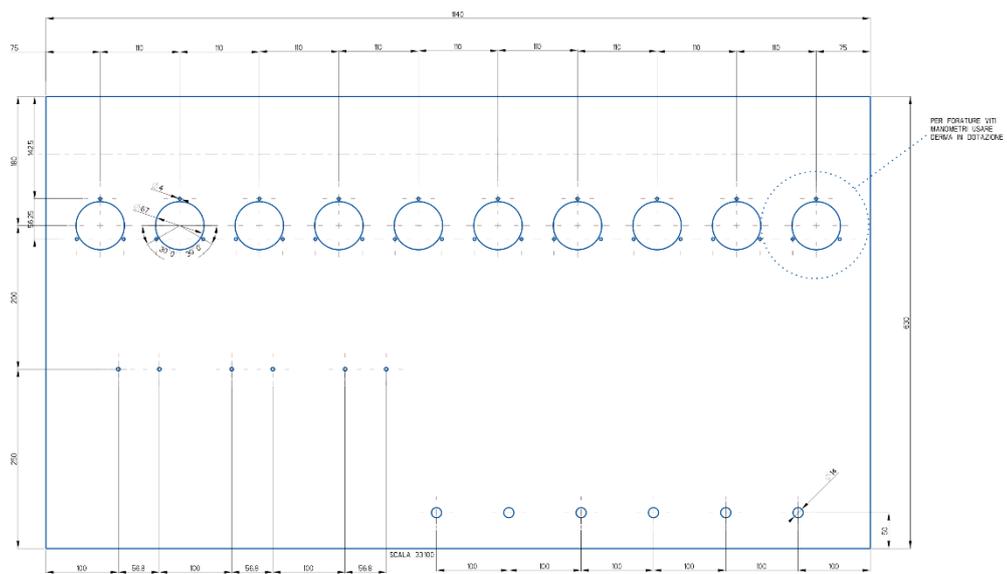


Figura 2-9: Messa in tavola Pannello per Manometri



Figura 2-10: Pannello per Manometri ultimato

Lo Skid EV è probabilmente il pezzo più importante da me realizzato dallo studente. Infatti si tratta della struttura portante delle elettrovalvole (e di conseguenza dei tubi e dei giunti) delle due bancate precedentemente analizzate.

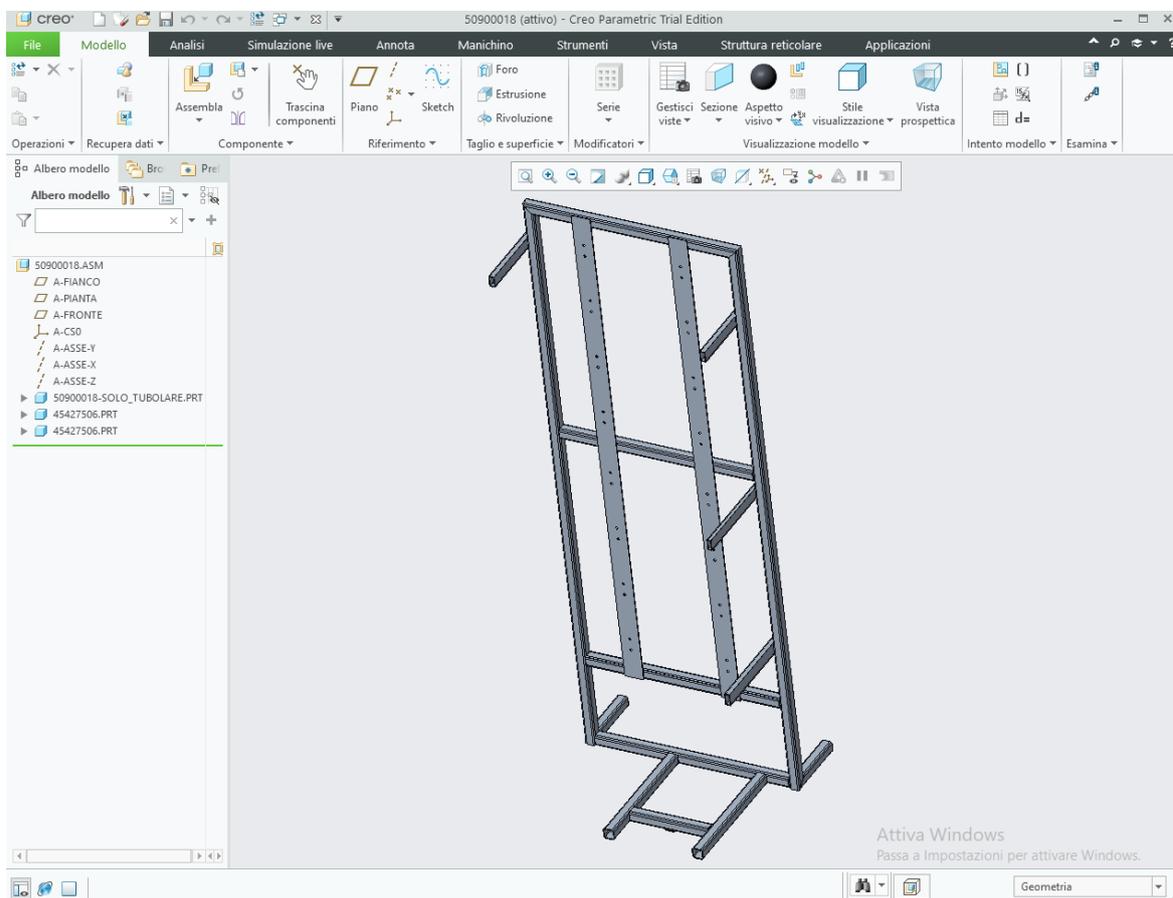


Figura 2-11: Skid EV (asta+telaio)

In primo luogo è stata idealizzata l'asta, realizzata in acciaio inox A304, con uno spessore di 3mm ed in seguito il telaio vero e proprio dove sono state aggiunte le due aste identiche.



Figura 2-12: Messa in tavola Skid EV Asta

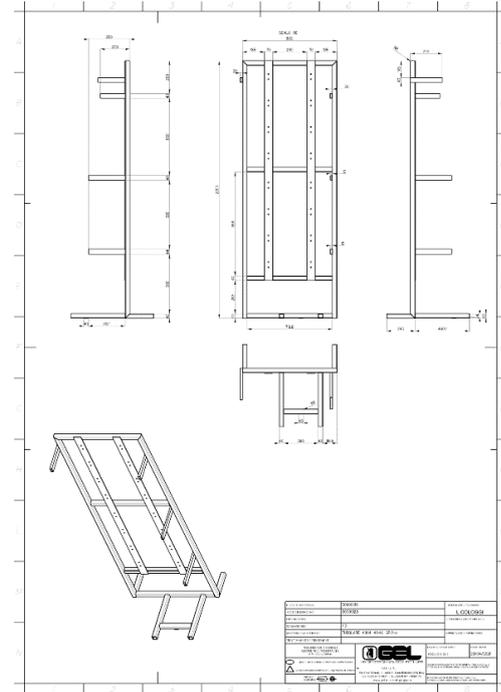


Figura 2-13: Messa in tavola Skid EV Telaio

Il telaio è stato progettato utilizzando un tubolare 40x40 con spessore 2 millimetri dello stesso materiale dell'asta. Esso dovrà sostenere un grande peso in quanto ogni elettrovalvola pesa all'incirca due chili e mezzo.



Figura 2-14: Skid EV (asta+telaio) ultimato

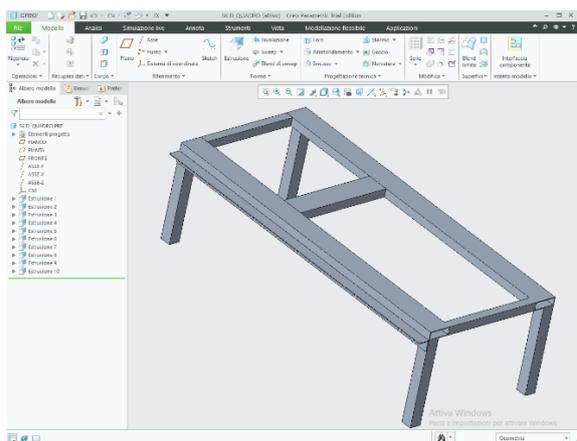


Figura 2-15: Skid quadro elettrico Epc

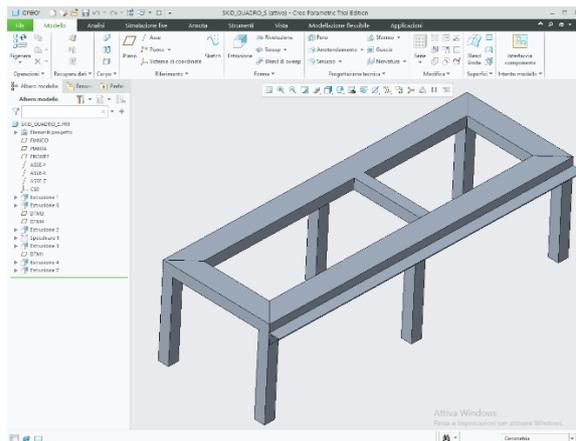


Figura 2-16: Skid quadro elettrico prefiltrazione

Gli ultimi componenti realizzati sono stati i quadri elettrici, posti a valle del circuito di distribuzione di energia elettrica dai quali sarà possibile controllare e monitorare i valori caratteristici dell'impianto in modo da poter intervenire se qualche dato risulta non in linea con i parametri standard di sicurezza.

Capitolo 3

“PROCEDURA PER LA PROGETTAZIONE DI UN IMPIANTO INDUSTRIALE”

Lo scopo della presente procedura è individuare e descrivere le azioni necessarie per la corretta gestione della progettazione degli Impianti Industriali e Medicali, dall'esame di fattibilità tecnica, eseguita in fase di richiesta/offerta, alla validazione finale, eseguita in fase di collaudo dopo l'installazione dell'impianto sul sito del cliente.

Azioni e Responsabilità:

Si può racchiudere schematicamente la procedura di realizzazione analizzando gli aspetti salienti:

- Le richieste di offerta per la fornitura degli Impianti Industriali e Ambientali sono gestite in accordo alla procedura PR7.2_02; le informazioni minime richieste per il dimensionamento degli impianti sono riportate nel modulo Mod77: MDT - Modulo Dati Tecnici. E' compito del responsabile DCIA assicurare la completezza delle informazioni richieste prima di trasmettere la richiesta di valutazione di fattibilità tecnica al responsabile UTLI.
- Il responsabile UTLI raccoglie la documentazione tecnica necessaria per la valutazione (compresi gli eventuali aggiornamenti delle Direttive CE, Norme e Regolamenti), esegue l'analisi di fattibilità tecnica, effettua un primo dimensionamento di massima dell'impianto e, in collaborazione con l'ufficio Tecnico (UTI) e l'ufficio acquisti (Q&A) predispone la seguente documentazione utile per la configurazione iniziale dello stesso:
 - Mod05: OFF - Offerta
 - Mod106: Analisi dei conti
- I risultati dell'analisi di fattibilità tecnica e la documentazione prodotta dal responsabile UTLI vengono messi a disposizione del responsabile DCIA affinché completi l'offerta con le condizioni commerciali. Le modifiche da apportare all'offerta nel corso della trattativa commerciale, se sono tali da impattare sul dimensionamento iniziale

dell'impianto, vengono comunicate dal responsabile DCIA, affinché aggiorni la documentazione tecnica ed offerta.

- Al ricevimento dell'ordine cliente, il responsabile DCIA richiede la fattibilità tecnica e al responsabile UTLI la data di prevista consegna.
- L'ordine del cliente viene accettato dal responsabile DCIA e registrato nell'apposito Registro Ordini a cura di ADE, come previsto dalla procedura PR7.2_01. Comunicazione dell'ordine cliente viene trasmessa:
 - al responsabile UTLI in collaborazione con DCIA nomina un Capo Commessa (CPC)
 - al responsabile IND affinché assegni all'impianto un codice di prodotto finito.
- Il CPC predispone un Piano di Progetto per definire le attività necessarie (CHE COSA), le responsabilità assegnate (CHI) ed i tempi previsti per il completamento (QUANDO) della Commessa di lavoro. Il Piano di Progetto viene comunicato e condiviso dal Capo Commessa con le funzioni interessate allo sviluppo del progetto in un'apposita riunione (kick-off meeting). Dal momento dell'approvazione, il CPC garantisce l'aggiornamento del Piano di Progetto con l'evolversi delle attività previste.
- Predisporre la seguente documentazione preliminare di progetto:
 - P&ID (Process and Instrumentation Diagram);
 - Mod86: IL - Elenco dei costi (Item List);
 - Specifica del quadro elettrico e dimensioni di massima;
 - Specifica di collaudo e Dispositivi ed attrezzatura idonea per il collaudo;
 - Specifiche di imballo, movimentazione e trasporto;
 - Planimetria del luogo dove installare l'impianto.
- Sulla base delle informazioni e dei documenti ricevuti, il CP predispone la Distinta Base preliminare dell'impianto (WBS), assegna i codici ai nuovi componenti e richiedere ad IND quelli mancanti, attiva il responsabile AQC per l'approvvigionamento dei componenti e dei materiali necessari.

- UTI cura l'industrializzazione dell'impianto e sviluppa la seguente documentazione:
 - Disegni costruttivi e Istruzioni di montaggio;
 - Distinta Base di costruzione;
 - Istruzioni di imballo, movimentazione e trasporto (se necessario).

Tutta la documentazione tecnica necessaria per la costruzione dell'impianto viene consegnata al responsabile PLI unicamente dal responsabile UTI, compreso il P&ID eventualmente modificato dal Capo Commessa.

- Le modifiche eventualmente introdotte in corso di costruzione dell'impianto sono approvate dal CPC. La distribuzione al responsabile PLIM dei documenti tecnici modificati viene assicurata dal responsabile UTI per il 3D, invece UTLI consegna il I&D.
- Al termine della costruzione dell'impianto il responsabile PLI esegue un collaudo idraulico e funzionale, allo scopo di verificare, prima dell'installazione sul sito di destinazione, sia la tenuta che il corretto funzionamento dei blocchi principali dell'impianto. La registrazione del collaudo viene riportata a cura del responsabile PLI. I moduli di registrazione dei collaudi vengono approvati dal CPC e inclusi nei rispettivi Fascicoli di Commessa (FC).
- Prima della spedizione al sito di destinazione il CPC raccoglie la seguente documentazione da conservare all'interno del FC:
 - Offerta e ordine cliente;
 - P&ID;
 - Piano di progetto;
 - Disegni costruttivi;
 - Item list (elenco componenti critici);
 - Distinta Base finale;
 - Schemi elettrici definitivi;
 - Schede Tecniche dei componenti critici;
 - Manuale d'uso e manutenzione;
 - Specifiche PLC;
 - Rapporto di collaudo idraulico e funzionale;

- Etichetta (secondo quanto riportato dalla norma vigente);
 - Configurazione di imballo;
 - Dichiarazione di conformità (se va effettuata);
 - Copia del DDT;
- La spedizione dell'impianto al sito di destinazione viene organizzata dal responsabile DCIA, in stretta collaborazione con CPC e ADE. Il responsabile DCIA concorda con il cliente la data di installazione, si adopera per eseguirla nel rispetto degli accordi presi ed assicura che il CPC esegua il collaudo finale dell'impianto nelle condizioni specificate per l'utilizzo.
 - L'esito del collaudo finale sul sito di destinazione viene registrato su apposito verbale e, se positivo, attesta la validazione finale del progetto (rif. PR7.5_11).
 - Tutta la documentazione consegnata al cliente viene accompagnata con una Lettera di Trasmissione Documenti (Mod46: TDT) che contiene l'attestazione del ricevimento da parte del cliente. Il Mod46: TDT e la documentazione di commessa vengono conservati dal Capo Commessa nel FC (rif. PR7.5_11).

Moduli e Documentazione:

La Procedura prevede l'utilizzo dei seguenti moduli e documenti:

- Mod05: OFF - Offerta
- Mod46: TDT – Lettera di trasmissione Documenti
- Mod77: MDT - Modulo Dati Tecnici
- Mod86: IL - Elenco dei costi (Item List)
- Mod75: VCO - Verbale di Collaudo Osmosi
- Mod.97: CTDI - Check List trasmissione documenti Impianti Industriali
- PR7.5_11: Installazione impianti

Matrice Interfunzionale delle Responsabilità:

La seguente matrice fornisce una rappresentazione sintetica dei compiti e delle responsabilità assegnate, mettendo in evidenza il livello di coinvolgimento delle diverse funzioni.

AZIONI		DCIA	UTLI	ADE	IND/UTI	ACQ	CPC	PLI	PICI
1	Verifica la completezza delle informazioni richieste per la fornitura degli Impianti Industriali, Ambientali e Medicali	R	C	-	-	-	-	-	-
2	Trasmette la richiesta di valutazione di fattibilità tecnica al responsabile DTPV.	R	C	-	-	-	-	-	-
3	Raccoglie la documentazione tecnica necessaria, esegue l'analisi di fattibilità tecnica, effettua un primo dimensionamento di massima dell'impianto e predispone i Mod85: SROI. e Mod86: IL - Elenco dei costi (Item List)	C	R	-	C	C	-	-	C
4	Mette a disposizione la documentazione dell'analisi di fattibilità tecnica per preparare l'offerta economica da trasmettere al cliente	C	R	-	-	-	-	-	C
5	Prepara e trasmette l'offerta economica al cliente e comunica a DTPV le eventuali modifiche concordate nel corso della trattativa	R	C	C	-	-	-	-	-
6	Aggiorna la documentazione tecnica predisposta in accordo alle modifiche concordate con il cliente	C	R	-	-	-	-	-	C
7	Conferma la fattibilità tecnica al ricevimento dell'ordine cliente e richiede la data di prevista consegna	R	C	-	-	-	-	-	-
8	Fornisce la data data di prevista consegna dell'impianto	C	R	-	C	-	-	C	C
9	Richiede informazioni aggiuntive al cliente, se necessario per completare l'analisi di fattibilità tecnica	R	C	C	-	-	-	-	C
10	Accetta l'ordine del cliente	R	C	C	-	-	-	-	-
11	Registra l'ordine nell'apposito Registro Ordini e trasmette copia a DTPV e I&P	C	C	R	-	-	-	-	-
12	Apri una Commessa di lavoro e nomina un Capo Commessa	R	C	-	-	-	-	-	C
13	Assegna un codice di prodotto finito all'impianto e provvede ad aggiornare il listino prezzi sul SI aziendale	C	C	C	R	-	-	-	-
14	Avvia la progettazione dell'impianto e chiama una riunione con il responsabile PLIM e i fornitori esterni dei quadri elettrici e dei dispositivi elettronici di controllo	-	-	-	C	C	R	C	C
15	Predisporre la documentazione preliminare di progetto e la consegna a I&P con Mod.97: CTDI	-	C	-	C	C	R	C	C
16	Predisporre la Distinta Base preliminare dell'impianto, assegna i codici ai nuovi componenti ed attiva il responsabile Q&A per l'approvvigionamento dei componenti	-	-	-	R	C	C	-	-
17	Sviluppa la documentazione di industrializzazione e la consegna a PLIM per la costruzione dell'impianto	-	-	-	R	C	C	C	C
18	Approva le modifiche introdotte in corso di costruzione dell'impianto	-	R	-	R	C	C	C	C
19	Esegue un collaudo idraulico e funzionale al termine della costruzione dell'impianto	-	C	-	C	-	C	R	C

20	Registra il collaudo su Mod90:VCIM per gli impianti di tipo medicale e su Mod75:VCO per tutti gli altri	-	-	-	-	-	C	R	C
21	Approva i rapporti di collaudo	-	C	-	-	-	R	C	C
22	Organizza la spedizione dell'impianto al sito di destinazione e concorda con il cliente la data di installazione	R	C	C	C	-	C	C	C
23	Esegue l'installazione dell'impianto, assicura il collaudo finale nelle condizioni d'uso e predispone il verbale di collaudo	-	C	-	C	-	R	C	C
24	Predispone la Lettera di Trasmissione Documenti e raccoglie l'attestazione di ricevimento da parte del cliente	-	C	-	C	-	R	C	C
25	Raccoglie e conserva la documentazione di impianto nel Fascicolo di Commessa FC	C	C	C	C	-	R	C	C

R = Responsabilità piena C = Collaborazione

3.1 “P&ID Pretrattamento”

Il Piping and Instrumental Diagram consiste in un disegno che mostra le interconnessioni tra le apparecchiature di un processo, il sistema delle tubazioni di interconnessione e la strumentazione utilizzata per il controllo del processo stesso, introducendo le specifiche descrittive i dettagli meccanici e la strumentazione necessari.

Il P&ID riveste un ruolo fondamentale nelle fasi di manutenzione e modifica del processo, in quanto descrive in maniera puntuale la sequenza fisica (ovvero le interconnessioni) delle apparecchiature e dei sistemi. Inoltre il P&ID viene utilizzato in fase di progettazione per sviluppare gli schemi di controllo del processo, e permette la successiva fase di investigazione a fini operativi e di sicurezza.

In un P&ID sono rappresentati:

- strumentazione di controllo
- apparecchiature meccaniche
- tutte le valvole del processo
- tubazioni (piping), con indicate le dimensioni e relativa identificazione
- spurghi, drenaggi, linee per campionamento, raccorderia
- direzione dei flussi di massa
- interconnessioni tra i sistemi

Nella fase di progettazione (e a volte anche in corso d'opera) il P&ID è soggetto a modifiche, atte a perfezionare l'efficienza o, a volte, a correggere eventuali errori strutturali. Per questo motivo la “Figura 3-1” è stata alterata in seguito a confronti tra progettisti, magazzinieri ed ingegneri.

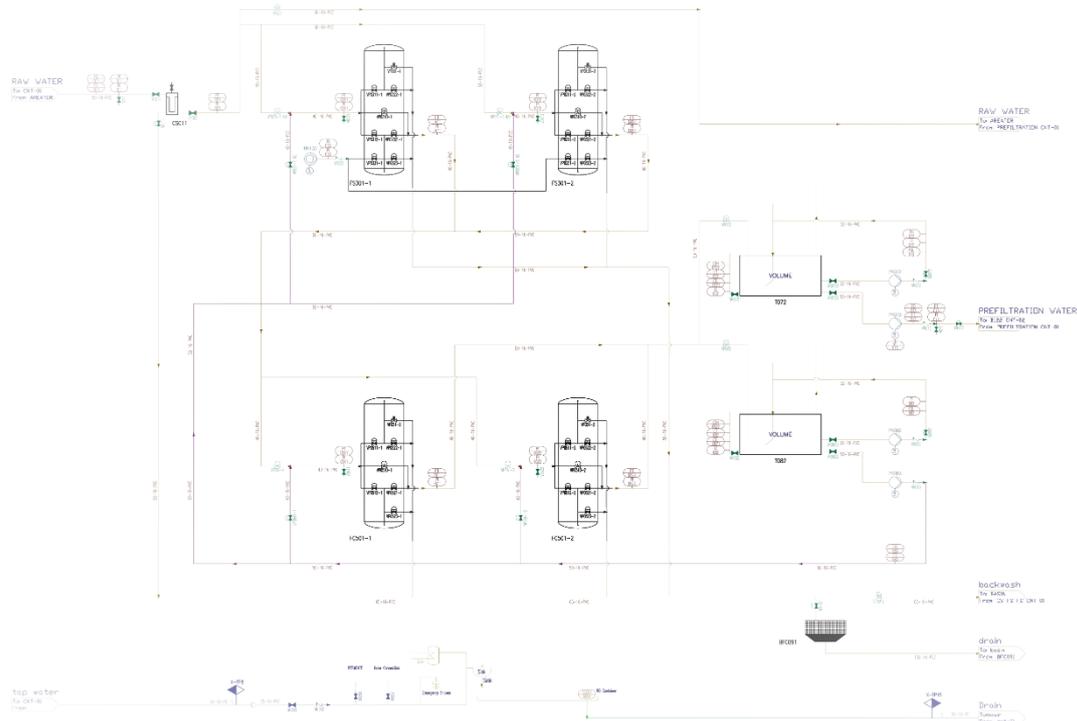


Figura 3-1: P&ID container Prefiltrazione

Per “Piping” si intende l’insieme di tubazioni, giunti, valvole ed altri accessori tra loro connessi ed atti al trasferimento di un fluido dalla sorgente di alimentazione alle utenze. L’utilizzo e la scelta degli elementi di Piping sono regolati da apposite normative:

SIGLA	SIGNIFICATO	PAESE
ASTM	American Society of Testing Materials	Stati Uniti
ASME	American Society of Mechanical Engineers	Stati Uniti
ANSI	American National Standards Institute	Stati Uniti
AISI	American Iron & Steel Institute	Stati Uniti
API	American Petroleum Institute	Stati Uniti
UNI EN	Ente Nazionale Italiano di Unificazione	Italia
DIN EN	Deutsche Industrie Norm	Germania
ISO	International Standard Organization	Internazionale

Per definire compiutamente una fornitura di componenti di Piping occorre in genere specificare:

- Caratteristiche dimensionali
- Materiale e stato di fornitura
- Normativa di riferimento

3.2 “Filtrazione e dechlorazione”

Nell'utilizzo civile e industriale l'impiego dei filtri a carboni attivi ha lo scopo di filtrazione e dechlorazione.

La tecnica di filtrazione prevede l'uso di carbone ad alto indice di assorbimento. Durante la fase di servizio, l'acqua da filtrare attraversa i minerali filtranti dall'alto verso il basso e ne esce priva di composti indesiderati. Il letto di carbone attivo è inteso ad assorbire macromolecole organiche (responsabili dell'alterazione di colori e sapori) e ad agire come abbattitore del cloro libero.

La filtrazione è un trattamento impiegato per eliminare dalle acque i solidi sospesi non sedimentabili. Il trattamento di filtrazione consiste nel passaggio dell'acqua grezza attraverso un mezzo filtrante (letto/strato filtrante o telo filtrante). Nel caso di strato filtrante il materiale può essere costituito da sabbia quarzosa, antracite o carbone attivo (quest'ultimo è il nostro caso, dove il letto di supporto al carbone attivo a granulometria ridotta è concepito per trattenere materie in sospensione ed a proteggere il carbone attivo dalla torbidità dell'acqua greggia nella fase di contro-lavaggio).

Durante la filtrazione i solidi setacciati iniziano progressivamente ad intasare lo strato filtrante determinando un aumento delle perdite di carico, per vincere le quali viene aumentata la pressione di alimentazione. Superato il valore massimo di detta pressione si deve procedere all'interruzione del flusso e alla pulizia del mezzo filtrante. Lo strato filtrante poggia su un fondo drenante, che ha la funzione di:

- evitare il passaggio, con l'acqua, del materiale costituente il filtro drenante;
- ripartire uniformemente il flusso durante la filtrazione;
- ripartire l'acqua durante il controlavaggio.

Il moto dell'acqua attraverso lo strato filtrante è regolato dalla legge di Darcy ($\Delta p = -\frac{1}{2}\lambda\rho V^2 \left(\frac{L}{D}\right) [Pa]$), la quale descrive il moto di un fluido in un mezzo poroso. Questa importante legge viene utilizzata in tutte quelle applicazioni ingegneristiche (ad esempio la teoria della

poroelasticità) che contemplano l'interazione puramente fisica tra un fluido in movimento laminare entro un mezzo poroso.

Il filtro può funzionare:

- a portata costante e carico variabile;
- a carico costante e portata variabile;
- a carico e portata variabili.

Il funzionamento dei filtri si articola in due fasi:

- la filtrazione;
- la pulizia.

In decolorazione viene sfruttata la capacità riducente del carbone attivo in grado di abbattere ad esempio cloro e biossido di cloro. L'acqua trattata deve essere priva di sostanze in sospensione quali sabbia, oli, grassi e così via, per non compromettere l'efficacia del materiale riducente. Questo processo dunque permette di estrarre dalle acque il cloro o i suoi composti ivi presenti. Trova particolare applicazione a valle negli impianti di potabilizzazione delle acque del trattamento di disinfezione eseguito mediante clorazione, allo scopo di liberare le acque potabili dal cloro residuo e dai suoi composti (soprattutto clorofenoli) che conferiscono un sapore e un odore sgradevoli.

CONCLUSIONI

Prima di poter spedire l'intero impianto, esso dovrà essere sottoposto ad una serie di test di accettazione in fabbrica.

I protocolli FAT verranno emessi per ciascuna unità/macchina e sottoposti all'approvazione del Cliente prima del Factory Acceptance Test, da eseguire presso lo stabilimento GEL HYDROTECHNOLOGY S.p.a. di Castelfidardo-Ancona, Italia, utilizzando le utility locali, ove applicabile.

Test di accettazione dei componenti meccanici:

- Verificazione P&ID
- TIE-IN drawing verification
- Verifica dell'elenco di apparecchiature e componenti
- Verifica elenco valvole
- Verifica elenco strumenti

Test pneumatico ed elettrico

- Verifica dei collegamenti pneumatici
- Verifica dei componenti elettrici della scheda di controllo
- Verifica delle specifiche hardware della scheda di controllo

Test di accettazione del software

- Verifica input / output
- Verifica della sicurezza di accesso
- Simulazione della verifica della sequenza operativa
- Simulazione di allarmi e interblocchi
- Verifica del terminale dell'interfaccia operatore

Test di affidabilità

- Verifica delle prestazioni dell'impianto

La risposta positiva a tutti i test garantiranno il successo di “Fortum”, un impianto che ha già nel suo nome insito il significato di “fortuna”: in finlandese, infatti, il lessema “fortum” significa proprio “buona sorte”.

Così come mi ritengo “fortunato” ad aver vissuto un’esperienza lavorativa che è stata il coronamento ed il perfezionamento dei tre anni di studio alla facoltà di Ingegneria. Ho avuto la possibilità di applicare ciò che ho studiato alla realtà, mettendo a disposizione ciò che fino ad allora era solo teoria.

Ho visto nascere a poco a poco un progetto di cui anche io ne sono stato parte attiva. Oltre all’aspetto tecnico e progettuale, importante è stata l’esperienza di lavorare in team, in un’azienda formata da personale con diverse qualifiche e mansioni che richiede flessibilità, disponibilità e capacità comunicative elevate.

L’obiettivo della tesi, l’impianto “Fortum”, è stato raggiunto, ben consapevole che per me è un punto di partenza e non di arrivo, così come ho imparato lavorando quotidianamente con chi fa dei successi una strada per altre e più innovative progettazioni.

RINGRAZIAMENTI

Mi è doveroso dedicare questo spazio del mio elaborato alle persone che hanno contribuito, con il loro instancabile supporto, alla realizzazione dello stesso.

In primis, un ringraziamento speciale al mio relatore, Prof. Ferruccio Mandorli, per la sua immensa pazienza, per i suoi indispensabili consigli, per le conoscenze trasmesse durante tutto il percorso di stesura della tesi.

Ringrazio infinitamente il Tutor aziendale della GEL HYDROTECNOLOGY S.p.a. Aldo Mazzilli che mi ha dato la possibilità di mettere alla prova ciò che ho studiato, offrendomi giorno dopo giorno consigli, incoraggiandomi e mettendomi a disposizione la sua esperienza e quella di tutti i suoi dipendenti e collaboratori.

Infine, un grazie di cuore a mia madre perché ha sempre sostenuto, appoggiato ogni mia decisione, fin dalla scelta del mio percorso di studi, insegnandomi la tenacia e i sacrifici che mi hanno permesso di arrivare fin qui nonostante le difficoltà che la vita ci ha riservato.

BIBLIOGRAFIA

- [1] GEL Hydrotechnology: Modulo offerta impianto “Fortum”
- [2] GEL Hydrotechnology: Specifiche container prefiltrazione
- [3] Davide Manca-Progettazione di Processo e Analisi dei Costi- Politecnico di Milano
- [4] Dispense di “Impianti Meccanici”, F. Ciarapica, UNIVPM
- [5] Dispense di “Disegno Meccanico” e “Disegno assistito da calcolatore”, F. Mandorli, UNIVPM
- [6] Dispense di “Fluidodinamica”, A. Crivellini, UNIVPM