POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica



Tesi di Laurea Magistrale

"Le problematiche di Project Engineering nella gestione delle commesse: il caso Flenco"

Relatore:	Candidato:
Prof. Maurizio SCHENONE	Luca PERINO

Marzo2018

Sommario

S	ommar	rio	2
In	ıtroduz	zione	4
1	L'az	ienda e la gestione di commessa	5
	1.1	Le sedi e l'organizzazione interna	6
	1.2	Storia e Evoluzione della FlencoFluid System	7
	1.3	Ilmed Group	8
	1.3.	1 Divisione industriale	8
	1.3	2 Divisione servizi	9
	1.4	Tipologia di commessa	9
	1.4.	1 Build to print	10
	1.4	2 Build tospec	10
	1.4.	3 Build to print Ibrida	11
	1.5	Gestione di commessa e ruolo del Project Engineer	11
	1.5.	1 Offerta e quotazione	13
	1.5	,, ,	
	1.6	AS400	18
2	PRC	OGETTOALBA POWER STATION 5 PROJECT – Lube Oil Cooler	23
	2.1	Panoramica	23
	2.2	Condizioni di design	23
	2.3	P&ID e funzionamento dello skid	26
	2.4	Verifica Disegni, P&ID e BOM e analisi dei componenti	28
	2.4.	1 Scambiatore di calore	28
	2.4	2 Valvole a sfera e flow glass	31
	2.4.	3 Thermal safety valve	33
	2.5	General Arrangement e modello 3D	34
	2.5.	1 Connessioni e flange	34
	2.5	2 Il modello 3D	37
	2.5.	3 II General Arrangement	39
	2.6	Painting and coating	40
	2.7	Targhette di riconoscimento	46
	2.8	Sistema di sollevamento e trasporto	47
	2.9	Problematiche e loro risoluzione	48
3	PRC	OGETTO ALBA POWER STATION 5 PROJECT – Lube Oil Tank	49
	3.1	Panoramica	49
	3.1	P&ID e funzionamento dello skid	50
	3.2	Verifica Disegni, P&ID e BOM e analisi dei componenti	55
	3.2.		
	3 2	2 Pamne	60

3.2.4 Valvola di controllo della pressione 6. 3.2.5 Filtri doppi 6. 3.2.6 Accumulatore 6. 3.2.7 Valvola limitatrice di pressionee valvola di non ritorno con orifizio 6. 3.2.8 Ventilatori per condensa vapori 6. 3.2.9 Tripblockunit 6. 3.2.10 Strumentazione 6. 3.3 General Arrangement e modello 3D 7. 3.3.1 Il modello 3D 7. 3.3.2 Il General Arrangement 7. 3.4 IOM e pezzi di ricambio 7. 3.5 Problematiche e loro risoluzione 80 4 BIBLIOGRAFIA 90		3.2.3	Valvola di controllo della temperatura	62
3.2.6Accumulatore6-3.2.7Valvola limitatrice di pressionee valvola di non ritorno con orifizio6-3.2.8Ventilatori per condensa vapori6-3.2.9Tripblockunit6-3.2.10Strumentazione6-3.3General Arrangement e modello 3D7-3.3.1Il modello 3D7-3.3.2Il General Arrangement7-3.4IOM e pezzi di ricambio7-3.5Problematiche e loro risoluzione80-		3.2.4	Valvola di controllo della pressione	62
3.2.7 Valvola limitatrice di pressionee valvola di non ritorno con orifizio		3.2.5	Filtri doppi	63
3.2.8 Ventilatori per condensa vapori 60 3.2.9 Tripblockunit 60 3.2.10 Strumentazione 69 3.3 General Arrangement e modello 3D 72 3.3.1 Il modello 3D 72 3.3.2 Il General Arrangement 72 3.4 IOM e pezzi di ricambio 72 3.5 Problematiche e loro risoluzione 80		3.2.6	Accumulatore	64
3.2.9 Tripblockunit		3.2.7	Valvola limitatrice di pressionee valvola di non ritorno con orifizio	65
3.2.10 Strumentazione 69 3.3 General Arrangement e modello 3D 70 3.3.1 Il modello 3D 70 3.3.2 Il General Arrangement 70 3.4 IOM e pezzi di ricambio 70 3.5 Problematiche e loro risoluzione 80		3.2.8	Ventilatori per condensa vapori	66
3.3 General Arrangement e modello 3D		3.2.9	Tripblockunit	66
3.3.1 Il modello 3D		3.2.10	Strumentazione	69
3.3.2 Il General Arrangement		3.3 Ger	neral Arrangement e modello 3D	71
3.4 IOM e pezzi di ricambio		3.3.1	Il modello 3D	7 3
3.5 Problematiche e loro risoluzione		3.3.2	Il General Arrangement	75
		3.4 ION	1 e pezzi di ricambio	77
4 BIBLIOGRAFIA90			·	
	4	BIBLIOG	RAFIA	90

Introduzione

Questa tesi è frutto del lavoro svolto presso la Flenco Fluid System Srl.

In questa esperienza ho affiancato il project engineer in due progetti: Alba project lube oil and hydraulic system e Alba project lube oil cooler. Entrambi sono due sistemi ausiliari in un impianto di turbina a vapore e hanno il compito di fornire olio a diverse utenze e raffreddarlo.

La prima parte è riservata alla descrizione dell'azienda Flenco Fluid Systems: organizzazione interna ed esterna e tipologia di commesse. Viene anche descritto il software utilizzato per la comunicazione diretta tra ufficio tecnico e ufficio acquisti e il metodo di compilazione del documento per la richiesta di acquisto (RDA).

Nella seconda parte viene descritto il sistema lube oil cooler trattando ogni singolo componente. Vengono inoltre fornite indicazioni riguardanti le flange utilizzate per le connessioni del piping e i metodi di verniciatura da seguire secondo la vigente normativa. Vengono inoltre mostrati il General Arrangement (GA) e il metodo utilizzato per il sollevamento e il trasporto dell'intero skid

Nella terza parte vengono descritti tutti i componenti del lube oil skid divisi per scopo:Lube oil (olio per lubrificazione) oppure Hydraulic oil (olio utilizzato per la movimentazione).

Prima si procede con l'analisi dei componenti principali come motori, pompe, filtri e valvole di controllo e poi con la descrizione della strumentazione utilizzata per la misurazione della pressione e della temperatura. Si prosegue descrivendo le varie parti che compongono un operating and instructions manual (IOM) e con l'analisi del metodo di scelta dei pezzi di ricambio (spare parts). Infine si conclude con la dettagliata descrizione delle problematiche riscontrate e la loro risoluzione.

1 L'azienda e la gestione di commessa

Questo lavoro nasce dall'esperienza maturata all'interno della Flenco Fluid System Srl. In tale sede mi è stata concessa l'opportunità di affiancare il Project Engineer, collaborando a due progetti (103118-19-20 E1621 Project - Alba - ST - SA60 Lube Oil and Hydraulic system e 103136-37-38 GEEPE - ALBA PROJECT — Lube Oil cooler) e avendo così la possibilità di analizzare le problematiche relative a questo ruolo e più in generale all'interno dell'ufficio tecnico.

La Flenco Fluid System Srl, di seguito indicata come Flenco o FFS, fornisce un ampio range di prodotti e servizi per il mercato petrolchimico e energetico. Il core business è rappresentato dalla progettazione, sviluppo, e test di sistemi ausiliari alle macchine rotative, come turbine a gas e a vapore, compressori e pompe.

Nei quasi 20 anni di attività la Flenco ha collaborato con più di 30 clienti adattandosi alle sfide e dimostrandosi competitiva sia nel design concettuale che in quello di dettaglio.

I campi di specializzazione sono:

- Sistemi di lubrificazione;
- Sistemi di alimentazione per turbine a gas;
- Sistemi ausiliari alle macchine rotative (compressori e turbine)

I sistemi sono usualmente forniti in moduli, detti **skid**, a volte integranti la macchina asservita. Tali moduli includono: un basamento, la struttura di supporto, i componenti principali, le tubazioni, i cavi elettrici, la strumentazione e i controlli.

La progettazione modulare permette di ridurre lo spazio ed i tempi di installazione oltre che minimizzare il costo di trasporto dell'equipaggiamento. Inoltre, tutti moduli sono caratterizzati da un design semplice che affiancato alla standardizzazione dei componenti permette la riduzione dei costi migliorando la qualità.

Più nello specifico le tipologie principali in cui si possono suddividere i sistemi usualmente realizzati sono:

- LUBE OIL SYSTEM: sistemi per la lubrificazione delle parti rotanti di turbine, compressori, pompe, generatori.
- LIQUID AND GAS FUEL SYSTEM: sistemi completi per l'alimentazione di turbine con combustibile liquido e gas a flusso e pressione adeguati. Sono qui inclusi i sistemi di misurazione della portata, filtrazione, raffreddamento e pompaggio.

- AUXILIARY BASE: sistemi "tutto in uno" composti da un sistema ausiliario per turbine a gas comprendente entrambi i sistemi sopracitati, ovvero lube oil system e liquid and gas fuel system, oltre l'atomize air system.
- RECIPROCATING AND CENTRIFUGAL COMPRESSOR PACKAGING: sistema completo dal design modulabile per compressori centrifughi o rotativi, oltre al compressore stesso comprende il basamento, il sistema di tubazioni, i componenti, gli strumenti ed i cavi elettrici.
- TANK AND PRESSURE VESSELS: serbatoi a pressione atmosferica o in pressione per diverse applicazioni. Realizzati e testati in accordo con gli standard EN (PED), ASME (U - STAMP), SQL.
- WATER AND STEAM INJECTION SYSTEM: sistemi per la riduzione delle emissioni di NOx nei gas di scarico delle turbine. Sono caratterizzati da pompe centrifughe, filtri e strumenti per la misura di portata, pressione e temperatura dell'acqua di iniezione.

1.1 Le sedi e l'organizzazione interna

Al suo interno l'azienda è strutturata in modo funzionale, ciò implica che le diverse attività siano raggruppate per funzioni fondamentali quali:

- Ufficio Vendite / Commerciale: all'interno del quale il personale si occupa di delineare preventivi e offerte commerciali per i clienti.
- Engineering / Ufficio Tecnico: nel quale ingegneri, disegnatori ed elettrici si occupano di progettare, disegnare e creare la Bill of Materials delle commesse.
- Ufficio Acquisti / Expediting: all'interno del quale vengono creati gli ordini verso i fornitori e ci si assicura di rispettare le tempistiche di consegna.
- Amministrazione e Controllo di Gestione: il personale si occupa di disporre pagamenti, emettere fatture e gestire, dopo la chiusura di commessa, i bilanci consuntivati.
- Produzione e uffici dedicati: costituita dall'officina e dalle funzioni amministrative ad essa esclusivamente dedicati.

L'amministrazione e gli uffici principali si trovano nella sede di Avigliana (TO). Questo è il centro di eccellenza per lo sviluppo del prodotto e sede dell'ufficio acquisti e commerciale, oltre che dell'amministrazione e dell'ufficio tecnico.

La sede produttiva principale, invece, si trova a Trino Vercellese (VC). Qui si compiono tutte le fasi della produzione, dalla realizzazione dei basamenti e delle travature, all'assemblaggio dell'impianto e alla sabbiatura e verniciatura dei componenti; questo grazie a tecnici specializzati ed aree e macchinari appositi.

Queste due sedi Italiane sono il cuore dell'azienda, ma anche la presenza sul territorio estero è importante.

Il secondo stabilimento produttivo è a Ptuj, in Slovenia. Questa struttura vanta capacità pari a quelle della principale sede produttiva e può essere scelta come luogo di produzione in base alle preferenze del cliente e alla distribuzione del carico di lavoro.

Inoltre, per consolidare la propria presenza anche nei paesi orientali, un terzo stabilimento produttivo è situato a Ningbo in Cina.

L'ufficio ingegneria della Flenco vanta esperienza e familiarità con le maggiori società del settore Oil&Gas e del business della Power Generation.

1.2 Storia e Evoluzione della FlencoFluid System

La Flenco Fluid System fu fondata nel 1988 sotto il nome **FL**uid**EN**gineering**CO**mpany (**Flenco**). Nasce dunque come studio ingegneristico specializzato nel settore della fluido dinamica.

Nel 1996 la proprietà decide di sfruttare le competenze acquisite negli anni e realizzare i sistemi oltre che progettarli. Viene quindi inaugurato il primo stabilimento produttivo a Trino Vercellese dopo aver acquisito l'attività della Veelcont S.p.A., azienda specializzate nella realizzazione di strutture travate.

Negli anni successivi, grazie a un mercato dell'energia in pieno boom, l'espansione dell'azienda avviene rapidamente.

Nel 2000 nacque la Flenco d.o.o. in Slovenia e nel 2003 venne acquisita la Thermos Engineering per rafforzare la divisione incaricata dei sistemi ausiliari.

Nel 2004 fu avviata l'attività a Ningbo in Cina per consolidare la presenza nel mercato asiatico.

Nel 2007 e nel 2009 iniziarono la produzione gli stabilimenti rispettivamente di Cina e Messico.

Tra il 2011 e il 2012 la società passa nelle mani del **Gruppo Ilmed**, subendo un ridimensionamento che la porta a ridurre numero e importanza delle succursali estere, eccezion fatta per lo stabilimento in Slovenia.

Attualmente la Flenco Fluid System sta riaffermando la sua affidabilità e reampliando il proprio mercato con particolare attenzione agli orizzonti asiatici tra i quali spicca l'India.

1.3 Ilmed Group

L'*Ilmed Group* è formato da compagnie che operano nell'industria e nel settore dei servizi. Scopo del gruppo è fornire idee, soluzioni, prodotti e servizi attraverso un sistema di sviluppo completo e integrato.

Il gruppo nasce nei primi del 1900 nel settore della lavorazione del legno e negli anni '60 il campo di interesse si allarga alla logistica della spedizione di questo stesso materiale. Fino agli anni '80 la logistica rimase la principale occupazione dell'azienda.

Da allora gli interessi del gruppo si sono diversificati, facendo il proprio ingresso in vari settori come il raffreddamento e trattamento delle acque industriali, la ventilazione, gli impianti per il settore energetico ambientale, la tutela ambientale e la riparazione di carrozzeria e interni delle automobili.

Si possono distinguere due divisioni principali: divisione industriale e divisione servizi.



Figura 1-1: Divisioni Ilmed Group

1.3.1 Divisione industriale

Fanno parte della *divisione industriale*: Ilmed Impianti, Ilmed Ventilazione Industriale e Flenco Fluid System.

La *Ilmed Impianti* si occupa di ricerca, progettazione e realizzazione di torri di raffreddamento per le acque di processo industriali. Altri suoi campi di interesse sono il trattamento delle acque e gli impianti di raffreddamento ad acqua.

La *Ilmed Ventilazione Industriale* è specializzata in ricerca, design e realizzazioni personalizzate di ventilatori assiali per applicazioni industriali.

1.3.2 Divisione servizi

La *divisione servizi* è composta dalla Ilmed Logistics, la Ilmed Immobiliare, la Car Clinic e l'Istituto Sant'Anna.

La *Ilmed Logistics and Technologies* offre soluzioni e servizi attraverso un processo di sviluppo integrato, dall'analisi di fattibilità all'implementazione del progetto. Può vantare competenza sull'intera catena di fornitura, dalla pianificazione e monitoraggio delle attività logistiche, allo stoccaggio, al confezionamento e imballo delle merci, dalla gestione dei fornitori allo sviluppo del sistema informatico.

La *Ilmed Immobiliare* si occupa di progettazione e costruzione chiavi in mano di edifici ad uso civile ed industriale. Altro suo interesse è la manutenzione di stabili e il management di portfolio di proprietà immobiliari.

La *Car Clinic* si occupa della riparazione di automobili, nello specifico della carrozzeria e degli interni. Offre anche un servizio di riparazione a domicilio e può vantare varie partnership con diverse compagnie di assicurazione.

Il *Sant'Anna Institute*, o Sorrento Lingue, è un centro educativo riconosciuto a livello internazionale. Fornisce formazione di livello universitario negli studi artistici, umanistici e delle scienze del linguaggio. Inoltre è base per programmi di studio all'estero.

1.4 Tipologia di commessa

La *Flenco Fluid System Srl* lavora su commessa per conto di grosse aziende, quali General Electric, Alstom, BurckhardtCompression, Dresser-Rand e Doosan Skoda Power, appartenenti al settore della power generation. Queste inseriscono i prodotti della FFS all'interno di sistemi più complessi in centrali elettriche o impianti di estrazione petrolifera, per clienti finali in diverse parti del mondo. Alcune delle destinazioni più comuni sono quindi Iraq, Malaysia, Russia, Canada, Sud America, Bahrein, Cile, Turchia, Vietnam, Emirati Arabi e Giappone.

I clienti finali sono usualmente aziende multinazionali, come Eni e Total, nonché i Ministeri dell'Energia, dell'Acqua o dell'Elettricità di paesi come Iraq, Ghana e Angola.

Altra destinazione tipica dei sistemi FFS è sulle navi utilizzate per trasportare combustibile gassoso o liquido.

A seguito dell'ordine del cliente, ha il via lo sviluppo di un progetto unico. Infatti, nonostante le tipologie siano ricorrenti, a causa di differenze nel sito di installazione e nelle condizioni di lavoro ogni progetto è diverso dal precedente. Ciò comunque non

esclude che all'interno dello stesso ordine vi siano due o più macchine gemelle con stessa destinazione.

Un progetto può essere poi formato da più commesse che si differenziano per tipologia di prodotto. Quindi all'interno di un singolo progetto può essere presente una sola commessa oppure due o tre e quindi più tipologie di impianto che andranno comunque ad inserirsi nello stesso sistema di destinazione finale.

Un esempio è la già citata AUXILIARY BASE, nella quale sono presenti tre sistemi (lube oil, liquid and gas fuel e atomize air) a cui corrisponderanno tre commesse.

Inoltre anche nel caso di macchine gemelle ma con date di consegna diverse, si assegnano ad ognuna numeri di commessa diversi per facilitarne la gestione; in caso di ugual data di consegna sarà invece unico.

Tali commesse si possono dividere principalmente in Build to Print & Build to Spec.

Il tempo stimato medio per l'ingegnerizzazione e la produzione di un impianto varia a seconda della tipologia ma, in generale, dall'acquisizione dell'ordine alla consegna trascorrono dai 6 ai 9 mesi.

1.4.1 Build to print

Il sistema da realizzare è progettato dal cliente che fornisce i diagrammi schematici di tubazioni e strumenti (detti Pipe & Instrument Diagram o P&ID) e gli isometrici necessari alla realizzazione. Vengono inoltre fornite le numerose specifiche tecniche necessarie per acquistare correttamente tubazioni, strumentazioni, accessori e componenti principali e le normative da rispettare.

Il valore aggiunto che l'area ingegneria apporta alla commessa in questo caso è moderato ma tutt'altro che trascurabile. È, infatti, necessario verificare la congruenza tra P&ID, isometrici e specifiche dei componenti, aiutando il cliente a correggere eventuali errori e ad ottimizzare l'impianto.

La Flenco Fluid System anche in questo caso rappresenta lo specialista a cui il cliente si rivolge per conseguire correttamente il risultato finale.

1.4.2 Build tospec

Il cliente fornisce le specifiche e P&ID del sistema da realizzare e della macchina a cui questo è asservito, oltre che Stato e caratteristiche del sito di installazione. È un dato fondamentale anche lo Stato in cui andrà installata la macchina in quanto in funzione di questo possono cambiare le normative di riferimento.

La progettazione dell'impianto, la realizzazione di isometrici e la scelta di componenti e strumentazione è in questo caso completamente a carico dell'area tecnica della Flenco Fluid System.

1.4.3 Build to print Ibrida

In alcune commesse, pur essendo la loro natura fondamentalmente di tipologia Build to Print, alla Flenco Fluid System è affidato anche il compito di scegliere e acquistare buona parte dei componenti.

1.5 Gestione di commessa e ruolo del Project Engineer

Scopo di questo paragrafo è fornire una panoramica sulla gestione della commessa e il ruolo svolto dal Project Engineer.

In Figura 1-2 si illustra sinteticamente il flusso della commessa all'interno dell'azienda, dalla richiesta di offerta alla riunione di chiusura commessa, indicando tra parentesi quadre gli enti e/o il personale coinvolti in ogni fase.

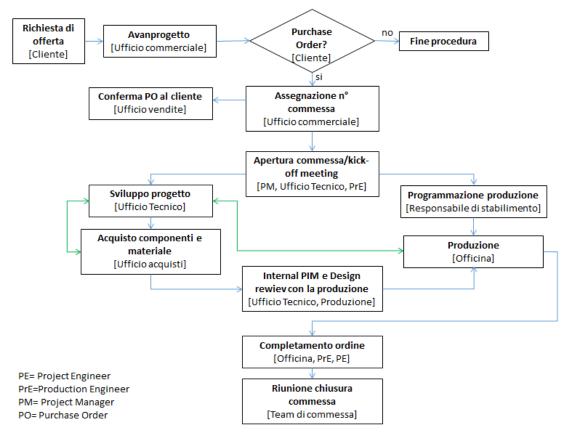


Figura 1-2: Flusso della commessa all'interno dell'azienda

Si introducono i tre ruoli di rilievo all'interno della gestione di commessa citati in Figura 1-2:

- 1. Project Engineer (PE), è il responsabile degli aspetti tecnici relativi alla commessa dal suo sviluppo alla scelta dei componenti e della gestione della documentazione tecnica. È inoltre la persona di riferimento per i clienti riguardo gli aspetti tecnici del progetto.
- 2. Production Engineer (PrE), si occupa dei metodi di realizzazione del sistema e dei problemi di produzione.
- 3. Project Manager (PM), è incaricato della gestione della commessa in tutto il suo percorso e ricopre il ruolo di tramite tra i vari enti aziendali per gli argomenti questa riguardanti. Inoltre si interfaccia con il cliente per gestire eventuali extracosti e scadenze.

Il ruolo di queste figure verrà ripreso in seguito, con particolare approfondimento su quella del PE essendo questa centrale nella tesi e nell'esperienza aziendale.

Il flusso della commessa all'interno dell'azienda inizia con la richiesta di offerta da parte del cliente, a cui l'ufficio commerciale risponde con l'offerta commerciale. Nel caso in cui questa, eventualmente a seguito di trattativa commerciale, venga accettata dal cliente quest'ultimo invia il Purchase Order (PO) all'azienda.

Il PO comprende in allegato tutti i documenti necessari a definire ciò che è richiesto alla FFS, dalle caratteristiche del sistema e del sito di installazione, alla documentazione tecnica e le certificazioni da far prevenire al cliente in corso d'opera o al momento della consegna dell'impianto.

Alla ricezione del PO segue l'assegnazione ufficiale del numero di commessa/e, la comunicazione di accettazione dell'ordine e l'apertura di commessa.

Durante l'apertura di commessa, o Kick-Off Meeting, viene creato il cosiddetto team di commessa formato da PM, PE, PrE, responsabile degli acquisti (CCS), disegnatore e elettrico. In questa occasione, inoltre, l'ufficio commerciale passa le informazioni in suo possesso ai membri di tale team, mettendoli in condizione di cominciare a pianificare e coordinare le mansioni. Vengono anche definite le scadenze da rispettare per la produzione, gli acquisti e la designazione e viene compilato il preventivo esecutivo, ovvero il file in cui si indicano i budget di spesa per le diverse categorie in cui sono divisi i componenti e materiali costituenti l'impianto, nonché il carico di ore lavoro atteso per completare ciascuna mansione.

A seguire a livello di stabilimento viene programmata la produzione, stabilendo le date fondamentali delle diverse fasi di produzione e creando così il Production Manufacturing Tool (PMT).

La fase di Engineering può quindi iniziare. I componenti dell'ufficio tecnico sviluppano il progetto, stabilendo le caratteristiche dell'impianto da realizzare e il materiale e componenti da acquistare. Viene così redatta in maniera progressiva la Bill of Material (BOM), ovvero l'elenco di tutti i componenti, semilavorati e materiali necessari a realizzare l'impianto. Dunque mano a mano che questi vengono definiti, il PE rilascia le voci su software AS400, dando così il via libera al responsabile degli acquisti di procedere con le trattative con il fornitore e l'acquisto. In questa procedura viene data la precedenza ai componenti con tempo di consegna maggiore e a quelli necessari nelle prime fasi dell'assemblaggio, cosicché non si incorra in mancanze nel momento in cui sono necessari in produzione.

Una volta completate le prime fasi dell'ingegnerizzazione si tiene un incontro tra personale tecnico e responsabili della produzione, detto Preliminary Information Memorandum (PIM). Questo permette di trasmettere le conoscenze maturate sul progetto e discuterne i punti critici. Dopo questo meeting l'impianto può iniziare con l'assemblaggio del basamento, ovvero la struttura atta a sostenere l'intero sistema.

Da questo momento in poi l'attività di ingegnerizzazione, sviluppo, designazione e acquisti proseguono in parallelo alla fase di produzione e assemblaggio.

L'attività del PE, inoltre, non si limita alla fase di sviluppo del progetto. Infatti la sua presenza è necessarie anche nelle fasi successive in caso di variazioni, revisioni o in appoggio alla produzione. Non capita di rado che i clienti varino le specifiche o i disegni in corso d'opera.

Una volta conclusa la produzione, i moduli vengono preparati per il trasporto e spediti per mezzo di compagnie specializzate, la commessa viene chiusa e fatturata e si tiene una riunione di fine commessa in cui il team valuta l'andamento della stessa. Tale riunione è un utile strumento di feedback per l'ente commerciale che sfrutta le informazioni ricevute per migliorare future quotazioni.

Nei paragrafi successivi si approfondiscono la fase di offerta e lo sviluppo del progetto all'interno dell'ufficio tecnico.

1.5.1 Offerta e quotazione

L'offerta commerciale è subordinata alla quotazione del sistema in questione da parte dell'ufficio commerciale. È necessaria una quotazione più accurata possibile per effettuare un'offerta competitiva ma che permetta all'azienda di non andare in perdita, mantenendo i margini di guadagno preventivati.

Ci sono principalmente tre possibili scenari conseguenti un'errata quotazione:

- 1. Quotazione errata in eccesso: si ottiene l'ordine. L'ordine è acquisito o grazie a credibilità e affidabilità dimostrate al cliente in precedenti progetti simili o grazie a quotazioni errate in eccesso anche da parte della concorrenza.
- Quotazione errata in eccesso: non si ottiene l'ordine. L'offerta non è
 competitiva e il cliente opterà per una delle aziende concorrenti che,
 quotando in maniera corretta, hanno presentato offerte migliori e in linea con
 il budget.
- 3. Quotazione errata in difetto: si ottiene l'ordine. Avendo la concorrenza ben quotato il progetto, il cliente sceglie l'offerta della Flenco Fluid System essendo quella a lui più conveniente. L'azienda andrà in perdita o non raggiungerà i margini preventivati.

Il primo scenario, in un mercato globale e sempre più competitivo, è improbabile. Infatti, in un periodo non roseo per l'economia la concorrenza lavora con margini sempre minori per garantirsi il lavoro. Il cliente, d'altra parte, avendo a sua volta budget risicati è disposto a cambiare fornitore più facilmente, indipendentemente dalle precedenti esperienze positive.

Il secondo scenario, oltre a portare a una perdita di guadagno, se diventa fisiologico porta al fallimento dell'azienda causa l'impossibilità di coprire i costi fissi.

Il terzo scenario è tra i più negativi. In caso il cliente sia di tipo occasionale e ci si accorga dell'errore nelle prime fasi del progetto può essere conveniente pagare la penale e ritirare l'offerta. D'altra parte, se il cliente è abituale, ritirare l'offerta dopo aver già acquisito l'ordine può portare all'esclusione della Flenco Fluid System dalle successive richieste d'offerta con grossi danni economici futuri; rimarrebbe dunque solo l'opzione di farsi carico dei costi non preventivati e fare in modo di non incorrere in eccessive perdite.

Per effettuare una quotazione accurata, l'ufficio commerciale, con la collaborazione dei PE e degli altri componenti dell'ufficio tecnico quando necessario, sviluppa l'avanprogetto.

L'avanprogetto, o progetto preliminare, consiste nel definire gli elementi necessari all'impianto e richiedere una prima offerta ai fornitori. Pur con una buona quotazione non è assicurata l'acquisizione dell'ordine, non è quindi possibile approfondire tutti gli aspetti e le possibili complicazioni del progetto perché questo richiederebbe un costo troppo alto in ore lavoro. L'avanprogetto avrà dunque un grado di approfondimento sufficiente a definire in linea di massima i costi che sosterrà l'azienda.

La collaborazione del PE in questa fase è richiesta nei casi in cui sia necessario valutare l'impatto di differenze nelle richieste tecniche del cliente rispetto ai precedenti progetti. In queste occasioni è infatti la persona meglio qualificata avendo approfondito tali aspetti nei sistemi già realizzati.

Scostamenti dei costi effettivi dai costi preventivati in questa fase rientrano nel rischio imprenditoriale, del quale comunque si tiene conto nel calcolo del margine atteso dal progetto.

La catena degli acquisti e lo sviluppo del progetto parte dunque del progetto preliminare.

1.5.2 Sviluppo progetto nell'area tecnica con approfondimento compiti PE

Si vuole qui approfondire il compito dell'ufficio tecnico, e in particolare del PE, dall'apertura di commessa alla produzione.

Una volta acquisito l'ordine e in seguito al Kick-Off Meeting (KOM) l'ufficio ingegneria prende in mano la gestione del progetto. Infatti fino a questo momento si era limitato ad un appoggio per l'ufficio commerciale.

In Figura 1-3 si schematizzano le macro-fasi del lavoro svolto dall'area tecnica e come queste sono collegate, indicando fra parentesi quadre quali risorse se ne fanno principalmente carico.

Il *Kick-Off Meeting*, come già evidenziato, ha la funzione di trasferire le informazioni dell'ufficio commerciale a quello tecnico, selezionare il team di commessa, definirne il relativo carico di lavoro in termini di ore lavorative ed evidenziare le criticità. Più nello specifico:

- Il Project Manager (PM) e i responsabili dell'area ingegneria e designazione selezionano il team di commessa in base alla partecipazione all'avanprogetto e compatibilmente con il carico di lavoro;
- Il team di commessa analizza l'offerta commerciale e le criticità sotto l'aspetto tecnico (primo design review);
- Il PE verifica la disponibilità dell'ultima revisione delle specifiche applicabili e loro condivisione e inserimento sul portale Flenco;
- Il PM verifica la pianificazione delle varie attività in base a richieste del cliente e necessità dell'officina.

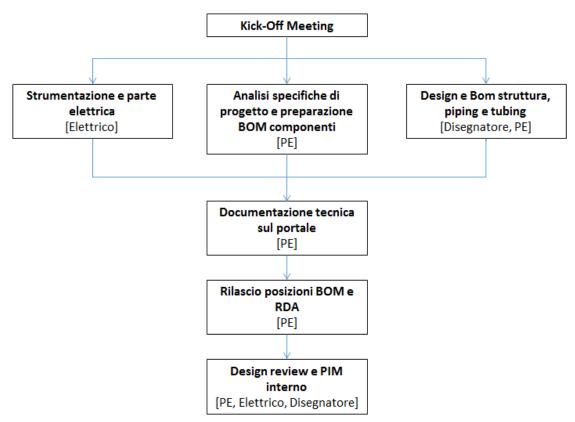


Figura 1-3: Macro fasi dello sviluppo del progetto nell'ufficio tecnico

Inoltre il PE è incaricato della stesura del verbale della riunione secondo traccia concordata e consolidata.

A seguire diverse macro-fasi del lavoro vengono svolte parallelamente, o in alcuni casi in collaborazione, dai diversi elementi del team di commessa.

All'Analisi specifiche progetto e preparazione BOM componenti principali partecipa tutto il team tecnico di commessa ma la figura predominante è quella del PE. È suo compito l'analisi delle specifiche generali (MainOrdering Specification, Site information, Quality requirement, Component Specification, P&ID, Outline, Painting &Packing Specification, Device Summary, Piping Class, Test Specification), la gestione dei disegni dei componenti inviati dai fornitori dopo l'emissione dell'ordine.

Compito del PE è anche preparare le Bill of Material (BOM) dei componenti principali, comprendendo i requisiti di qualità e la documentazione richiesta al fornitore, acquistando tutto il materiale che non necessita di modifiche da parte dell'officina per essere assemblato. Inoltre affianca il disegnatore e l'elettrico nell'analisi rispettivamente delle specifiche meccaniche (Mechanical Outline, P&ID, Piping Specification, Instrument Specification, Primary Hook Up) e di quelle elettriche (Wiring Diagram, Electrical Outline, Electrical Hook Up, Cable Specification, Power Supply Specification, Instrument Specification).

La cura di *Strumentazione e parte elettrica* è interamente nelle mani dell'elettrico che viene affiancato dal disegnatore solo per verificare se l'impianto elettrico ed i cablaggi, così come sono stati progettati, consentano o meno le attività di manutenzione e che non interferiscano con le funzioni dell'impianto. Rientrano in questa macro-fase l'inserimento dei disegni dei prodotti sul portale Flenco, l'invio e la gestione della documentazione elettrica per il cliente con relativi commenti e modifiche oltre che la realizzazione dei disegni costruttivi e l'emissione della BOM della parte elettrica.

Il *Design e BOM struttura, piping e tubing* è affidato al disegnatore, con supervisione del PE e del responsabile area designazione. Il primo passo è la creazione del modello 3D dell'impianto, ottimizzando il design per minimizzare il costo nel rispetto delle specifiche applicabili e con corretta selezione dei materiali e caratteristiche meccaniche in funzione delle condizioni specifiche di progetto. Viene quindi realizzato il General Arrangement dell'impianto da sottoporre al cliente per approvazione o commenti e si procede poi a rifinire il modello ottimizzando il layout per consentire le attività di manutenzione. Infine il disegnatore rilascia la BOM di piping e tubing e realizza i disegni costruttivi. Questi ultimi devono essere di facile lettura per agevolare il lavoro a chi segue nella produzione.

Il PE, oltre a supervisionare e revisionare il General Arrangement e il modello 3D, è responsabile in questa fase della gestione delle deviazioni del progetto rispetto ai requisiti contrattuali, se necessarie, e della corrispondenza di documentazione contrattuale con il cliente in caso di modifiche e commenti.

La gestione de *Documentazione tecnica su portale* è compito del Project Engineer, qui compresa anche la gestione di eventuali aggiornamenti della documentazione contrattuale.

Anche il *Rilascio posizioni BOM e RDA* sono a carico del PE. Questa macro-fase è composta da:

- L'invio dei data sheet dei componenti principali al cliente per approvazione, attendendo, quando possibili, l'approvazione ufficiale prima del rilascio della distinta;
- L'indicazione della data di consegna dei componenti principali, da indicare nella richiesta di acquisto (RDA) secondo planning ricevuto dal PM;
- Rilascio RDA dopo verifica conformità con i costi previsti nel preventivo esecutivo.

A queste operazioni seguono la design review e PIM interna con la produzione.

La **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** mette in evidenza il ruolo del PE nelle diverse macro-fasi della gestione di commessa.

Macro-Fase	Attività Project Engineer	
Avanprogetto	Appoggio per ufficio commerciale	
	Analisi Criticità	
Kick-Off Meeting	Verifica la disponibilità ultima revisione specifiche applicabili, loro condivisione e inserimento su portale Flenco	
Analisi Specifiche	Analisi specifiche generali	
Progetto e Preparazione	Preparazione BOM componenti principali	
BOM Componenti	Acquisto materiale pronto per assemblaggio	
Principali	Gestione disegni inviati dai fornitori	
	Supervisione alla realizzazione del General Arrangement e del modello 3D	
Design e BOM Piping & Tubing	Emissione eventuali deviazioni rispetto ai requisiti contrattuali	
	Invio documentazione contrattuale al cliente con relativa gestione di modifiche/commenti	
Documentazione Tecnica su Portale	Gestione aggiornamenti documentazione contrattuale	
Rilascio Posizioni BOM e	Invio data sheet al cliente per approvazione	
RDA	Rilascio RDA con date di consegna secondo planning e verifica compliance con preventivo esecutivo	

Tabella 1-1: Riepilogo ruolo del PE nella gestione di commessa

1.6 AS400

Il sistema AS/400 è un minicomputer sviluppato dall'IBM, per usi prevalentemente aziendali, utilizzato come supporto del sistema informativo gestionale. Nasce nel giugno 1988 come successore del system/38 e dopo oltre 25 anni è ancora in produzione.

Il suo successo è dovuto ai suoi numerosi vantaggi:

- Costo basso.
- Molti software disponibili.
- Grande stabilità sia in termini di sistema operativo che di hardware.

• Capacità di gestire centinaia di terminali connessi contemporaneamente.

L'architettura del sistema può essere rappresentata col classico modello a strati dei computer:

- Al livello più basso troviamo l'hardware.
- Al livello successivo troviamo uno strato software chiamato Machine Interface (MI), che collega l'hardware al vero e proprio Sistema Operativo. La Machine Interface ha lo scopo di permettere al produttore l'aggiornamento dell'hardware senza dover modificare il Sistema operativo.
- Al livello ancora superiore vi è il Sistema Operativo.
- In ultimo vi sono i cosiddetti "prodotti programma" forniti da IBM, ovvero tutte le utilità e gli strumenti per la gestione e l'utilizzo del sistema, come gli strumenti per la gestione dei dati.

AS/400 nasce come sistema centralizzato situato al centro di una rete a stella alle cui punte vi sono i vari terminali. Attualmente viene utilizzato come server per di applicazioni di tipo tipicamente gestionale.

Questo sistema viene dunque utilizzato sia dall'ufficio tecnico, all'interno del quale vengono rilasciati i vari componenti da acquistare, sia dall'ufficio acquisti che lo usa per inoltrare gli ordini.

Come si può vedere in Figura , all'interno di ogni commessa i componenti sono raggruppati all'interno di macro aree, o padri, per riuscire a distinguere i campi di appartenenza. Inoltre, il numero a inizio di ogni riga, permette di capire subito da quante macchine è composta la commessa.

A ogni reparto dell'ufficio tecnico spetta il compito di compilare la riga di competenza:

- Il PE compila le aree relative ai componenti, calcoli, ricambi e documentazione tecnica.
- Gli elettrici inseriscono tutto ciò che riguarda la componentistica elettrica.
- I disegnatori infine compilano le voci sul piping, tubing e bolting.

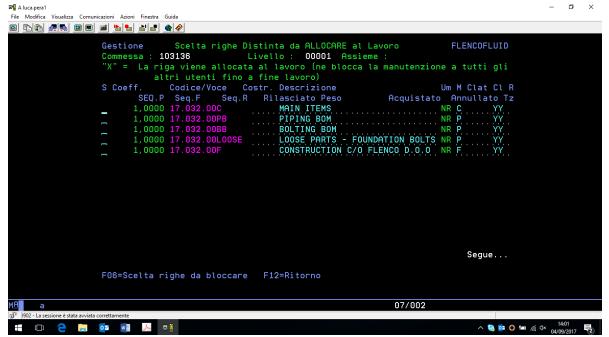


Figura 1-4: schermata AS400

Aprendo ogni singola schermata di commessa è possibile vedere da quali elementi è composta. Tale elenco costituisce la guida che l'ufficio acquisti utilizza per approvvigionare i componenti di quella precisa commessa.

In Figura, ad esempio, è mostrata la sezione contenente i main item, quindi valvole, accumulatori, misuratori e indicatori di pressione e temperatura.

Come si può vedere ogni componente è caratterizzato da un codice identificativo specifico. Questo codice è costituito codici alfanumerici. Le lettere servono per identificare la macroarea a cui appartiene il componente, ad esempio SC sta per Scambiatore di Calore, mentre i numeri servono per descrivere la specifica associata a quel componente.

Una volta che l'ufficio tecnico ha inserito la descrizione, in linea con il progetto, del componente, può rilasciare il componente inserendo la R gialla al fondo di ogni riga. A questo punto l'item diventa visibile per l'ufficio acquisti, il quale può procedere alla richiesta di quotazione e alla formulazione di offerta al fornitore. Una volta che è stata effettuata la richiesta di offerta il componente non è più modificabile sul sistema.

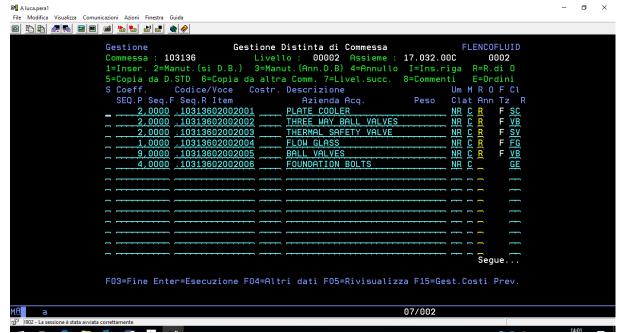


Figura 1-5: Schermata main items in AS400

Affinché il fornitore del componente possa proporre un'adeguata quotazione è necessario che l'ufficio acquisti alleghi alla richiesta di offerta una descrizione accurata del componete oltre alla specifica.

All'ufficio tecnico spetta quindi il compito di compilare, per ogni singolo componente, una distinta base in cui vengono fornite le caratteristiche di quella valvola o componente.

In particolare la distinta riporta per prima cosa il numero della specifica cliente di riferimento cliente, il part number e l'indice di revisione (come in Figura). Nel caso in cui il componente sia già stato comprato in precedenza, si riporta il nome del fornitore e il codice fornitore.

Viene anche fornita una descrizione del componente con l'indicazione del materiale, la tipologia di connessione, e le eventuali connessioni meccaniche. È anche importante indicare l'elenco di tutta la documentazione che il fornitore deve allegare al componente ed eventuali certificazioni particolari, come ad esempio CU-TR per il Mercato Russo o U-STAMP per gli Stati Uniti.

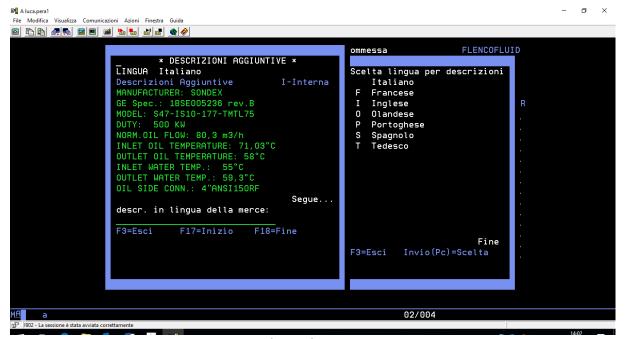


Figura 1-6: Esempio di una distinta componente in AS400

La distinta risulta inoltre molto utile al PE nel momento in cui deve verificare il completo allineamento tra l'offerta del fornitore e quanto necessario per la realizzazione di quel impianto. La distinta deve essere dunque quanto più dettagliata possibile per evitare, come detto in precedenza, sia errori di quotazione da parte del cliente, sia errori da parte del PE nel momento in cui confronti i vari preventivi.

Nel caso in cui l'offerta si presenti completamente allineata, l'ufficio acquisti può procedere con l'approvvigionamento del pezzo.

2 PROGETTOALBA POWER STATION 5 PROJECT – Lube Oil Cooler

2.1 Panoramica

Per tutelare gli interessi della Flenco Fluid System e del cliente non verranno mostrati integralmente disegni isometrici, diagrammi o altra documentazione. Verranno riportati esclusivamente particolari di tale documentazione, quando si renderà necessario per fini espositivi.

Il progetto ALBA POWER STATION 5 consiste in uno scambiatore di calore utilizzato per il raffreddamento dell'olio. Questo tipo di skid rientra nella tipologia dei LUBE OIL SYSTEMS citati precedentemente e il cliente è General Electric (France). Esso è diviso in 3 commesse (103136, 103137, 103138) in quanto sono 3 gli impianti da realizzare ed è un progetto BUILT TO SPEC poiché la progettazione dell'impianto, la realizzazione di isometrici e la scelta di componenti e strumentazione è completamente a carico dell'area tecnica della Flenco Fluid System.

Lo scambiatore verrà utilizzato per il raffreddamento dell'olio contenuto in un serbatoio per garantire un livello di viscosità opportuno e dunque prevenire eventuali grippaggi o malfunzionamenti dei componenti principali.

L'impianto generale è un sistema combinato a turbine gas -vapore per la progettazione di energia elettrica in Bahrain.

2.2 Condizioni di design

Il cliente generalmente fornisce un data sheet contenente tutte le indicazioni necessarie per la progettazione. In particolare lo scambiatore sarà situato in un luogo con caratteristiche indicate nella tabella 2-1 e la sua location sarà di tipo indoor (interna).

Lo skid dovrà essere composto da due Plate Coolers (piastre di raffreddamento) gemellari e il montaggio dovrà essere orizzontale come indicato nella tabella 2-2. Ciascun componente dovrà essere contrassegnato da una targhetta contenente il tago kks (codice alfa numerico identificativo del componente).

Characteristic	Specification
Design ambient temperature	55°C
Minimum ambient temperature	2°C
Maximum ambient temperature	55°C
Design relative humidity	70% (at 2° C ambient)
Minimum relative humidity	5%
Maximum relative humidity	100%
Seismic applicable Code	IBC 2012
Seismic Zone	Seismic zone 1 (as per IBC 2012)

Tabella 2-1: Caratteristiche generali del luogo in cui sarà situato l'impianto

TYPE OF COOLER	PLATE COOLER
KKS OF COOLER	72MAV22AC001/002 74MAV22AC001/002 82MAV22AC001/002
COOLING SURFACE	2 X 100 % (TWIN COOLER)
COOLER ARRANGEMENT	HORIZONTAL

Tabella 2-2: Caratteristiche di montaggio e kks dello scambiatore

_	EDIUM HANDLED AROUND THE PLATES Oil		THRO	UGH THE PLATES
MEDIUM HANDLED				Water
VISCOSITY		ISO VG 46		N/A
FLOW RATE	m³ / h	80.3	m³ / h	[By Supplier]
INLET TEMPERATURE (MAX)	°C	[By Supplier]	°C	55
OUTLET TEMPERATURE	°C	58	°C	[By Supplier]
HEAT TO BE DISSIPATED	kW	500		
OPERATING OVERPRESSURE	bar g	5	bar g	5
PRESSURE LOSS	bar	<1.0	bar	< 0.5
DESIGN OVERPRESSURE	bar g	10	bar g	10
DESIGN TEMPERATURE	°C	70	°C	60
TEST PRESSURE	bar g	15	bar g	15

Tabella 2-3: Caratteristiche di funzionamento dello scambiatore

Nella tabella 2-3 vengono fornite le condizioni di funzionamento principali come per esempio le indicazioni riguardanti le perdite di pressione, le sovrappressioni, le portate di acqua di raffreddamento e di olio (ISO VG 46) e le temperature, mentre nella tabella 2-4 sono indicate le caratteristiche costruttive. In particolare le parti evidenziate in azzurro dovranno essere progettate dall'ufficio tecnico e comunicate al cliente per approvazione.

TYPE OF PLATES	[By Supplier]				
THICKNESS OF PLATES	By Supplier]				
NUMBER OF PLATES	By Supplier]				
NOZZLE - CONNECTION	OIL SIDE	WATER SIDE			
INLET	NPS 4" class 300, incl. counter flanges	NPS 4" class 300, incl. counter flanges			
OUTLET	NPS 4" class 300, incl. counter	NPS 4" class 300, incl. counter			
MATERIAL		•			
FRAME	[By Supplier]				
PLATES	1.4401				
SURFACE	RAL9006	RAL9006			
SCREWS	Carbon Steel (Strength grade 8.8	or equivalent)			
GASKETS	NBR				
SWITCHOVER DEVICE	GGG40				
VALVES	[By Supplier]				
MATING FLANGES	Yes				
ZINC ANODE	No	No			
PRESSURE COMPENSATING LINE	Yes (in change-over-valve)	Yes (in change-over-valve)			
CALCULATION CODE	AD-Datasheet (AD-Merkblätter),	AD-Datasheet (AD-Merkblätter), DGR 97/23/EG (CE Mark)			
CONSTRUCTION CODE	AD-Datasheet (AD-Merkblätter),	AD-Datasheet (AD-Merkblätter), AD-2000 Test factor 1.5			
ACCEPTANCE TEST					

CALCULATION CODE	AD-Datasheet (AD-Merkblätter), DGR 97/23/EG (CE Mark)
CONSTRUCTION CODE	AD-Datasheet (AD-Merkblätter), AD-2000 Test factor 1.5
ACCEPTANCE TEST	Manufacturer, GE
PRESSURE TEST	Manufacturer, GE
MATERIAL CERTIFICATES	Pressure-loaded cooler parts:3.1 B Valves:2.2
NET WEIGHT OF ONE COOLER	[By Supplier]

Tabella 2-4: Caratteristiche costruttive dello scambiatore

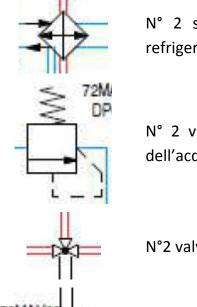
Il cliente come ultima ma importante indicazione comunica le specifiche da seguire riguardo la verniciatura dello skid e riguardo la qualità dei materiali e dei test ITPL (Inspection Test PLans).

DOCUMENT	DOCUMENT NUMBER	REMARK
ITPL STANDARD SUPPLIER FOR LUBE OIL COOLER	GMD9700370	
ITPL 1 ST ARTICLE SUPPLIER FOR LUBE OIL COOLER	GMD9740062	
PAINTING SPECIFICATION - PAINTING AND COATING SYSTEMS - GENERAL INSTRUCTION PAINTING AND COATING ON METAL SURFACES - STANDARD COLOUR CODE	HTDA605437_H HTDA605621_F 1AHA000354_E	

Tabella 2-5: ITPL e caratteristiche di verniciatura dello scambiatore

2.3 P&ID e funzionamento dello skid

Il P&ID (Pipe & Instrument Diagram) è lo schema grafico di tutti i componenti e delle tubazioni che compongono lo skid. In particolare lo scambiatore di calore è composto da:



N° 2 scambiatori di calore gemellari aventi il compito di refrigerare l' olio;

N° 2 valvole di sicurezza per il controllo della temperature dell'acqua in ingresso;

N°2 valvole a 3 vie per il controllo del flusso dell'olio;

N°1 leva manuale utilizzata per il cambio di flusso dell' olio;

N° 9 valvole a sfera utilizzate per l'apertura o la chiusura di un tratto di tubazione;

N° 1 flow glass.

Lo schema grafico di tutti i componenti sopra elencati è rappresentato nella figura 2-1. In essa sono contenuti tutti i kks o tags che identificano gli strumenti e i nomi dei terminal points delle tubazioni.

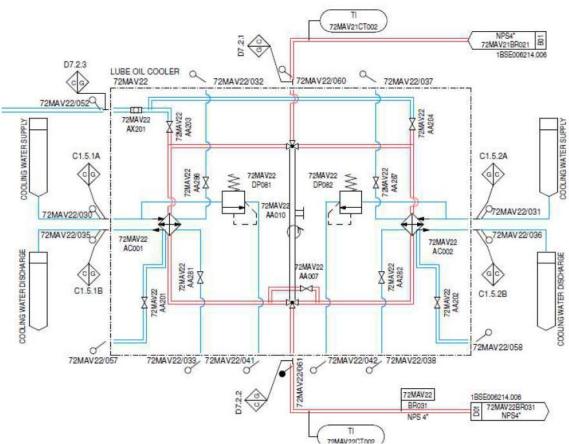


Figura 2-1: P&ID dello scambiatore

L'olio entra in circolo nel sistema dal terminal point MAV22/060 (doppia linea rossa) e scorre fino alla valvola a 3 vie dalla quale continua il suo percorso nel primo o nel secondo scambiatore di calore. Genericamente quando un plate cooler deve essere sottoposto ad un'accurata manutenzione, la valvola a 3 vie, tramite l'azionamento manuale, cambia il percorso del fluido indirizzandolo verso il secondo cooler.

Le dimensioni delle tubazioni in cui scorre l'olio devono essere uguali alle connessioni dello scambiatore di calore che nel nostro caso sono di 4". Una volta refrigerato il fluido esce dallo scambiatore di calore e si dirige verso il terminal point MAV22/061, dopo aver attraversato la seconda valvola a tre vie. Ciascun cooler è dotato di una valvola di drenaggio di dimensioni ½" e sono presenti delle valvole di ventilazione prima dell'ingresso di ciascun cooler sempre di ½".

L'acqua refrigerante (linea azzurra) entra in circolo dai terminal points MAV22/030 o MAV22/031 in funzione dello scambiatore utilizzato e, dopo aver diminuito la temperatura dell'olio, esce dai terminal points MAV22/035 o MAV22/036. Le dimensioni delle tubazioni sono di 4". Come per la parte dell'olio, anche per la parte dell'acqua ciascun cooler è dotato di una valvola di drenaggio e di una valvola di ventilazione, entrambe di dimensioni ½".

La temperatura di ingresso dell'acqua viene monitorata dalle Thermal safetyvalves che controllano che non si superino i 55 °C. Entrambe le tubazioni delle valvole hanno dimensioni di ¾" in ingresso e di 1" in uscita.

2.4 Verifica Disegni, P&ID e BOM e analisi dei componenti

Inizialmente il PE (project engineer) ha il compito di verificare che tutti i componenti e gli strumenti della BOM (bill of materials) siano presenti e quantitativamente corretti sul P&ID in modo che il budget redatto dall' ufficio commerciale sia allineato. Infatti una volta stipulato il budget, esso non può essere cambiato in corso d' opera e quindi tutti gli strumenti e i componenti in più da acquistare saranno considerati extra budget.

Una volta effettuata la verifica della BOM, si procede con l'analisi dei componenti dello skid. Generalmente si parte dai pezzi più costosi e essenziali per il sistema e con tempi di consegna più lunghi. In questa particolare commessa si è partito con l'analisi dell'offerta dello scambiatore di calore.

2.4.1 Scambiatore di calore

L' ufficio commerciale ha inviato, solo per questo componente, 3 richieste d' offerta a 3 differenti fornitori i quali hanno risposto con un documento ufficiale di quotazione. Il PE in questo particolare caso (generalmente l'offerta è singola o al massimo due) deve compiere una valutazione attenta e accurata delle "quotations" considerando i materiali utilizzati, le portate, le temperature in ingresso e in uscita, la potenza e gli ingombri. Per questo scambiatore non sono stati comunicati vincoli sugli ingombri, ma è sempre bene evitare sprechi di materiale. Dopo l'accurata analisi il PE propone la sua scelta al cliente fornendogli tutti le caratteristiche principali (figura 2-3).

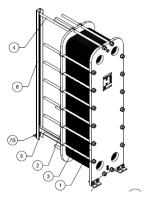


Figura 2-2: Scambiatore

PHE-Type		140-TL-LIQUID		
Flowrate	(m3/h)		80,30	75,00
Inlet temperature	(°C)		71,03	55,00
Outlet temperature	(°C)		58,00	60,85
Pressure drop	(bar)		0,85	0,50
Heat exchanged	(kW)		500	
Thermodynamic properties:			Oil ISO VG	46 Water
Density	(kg/m^3)		845,90	984,47
Specific heat	(kJ/kg*K)		2,03	4,18
Thermal conductivity	(W/m*K)		0,13	0,65
Mean viscosity	(mPa*s)		15,28	0,51
Wall viscosity	(mPa*s)		19,41	0,46
Fouling factors	$(m^2 * K/kW)$		0,04	0,04
Dimensioning factor	%		10,23	1
Inlet branch			F1	F3
Outlet branch			F4	F2
Design of Frame / Plates:				
Plate arrangement (passes*ch	annel)		L x 69 +	0 x 0
Plate arrangement (passes*ch	annel)		L x 70 +	0 x 0
Number of plates		140		
Effective heat surface	(m²)	70,9	5	
Overall K-value Duty/Clean	$(W/m^2 * K)$	1.19	5,63 1.31	7,70
Plate material		0.5	nm AISI 316	
Gasket material / Max. temp.		NITR	IL HT SONDER	LOCK (S) / 120
Max. design temperature	(°C)	90,0)	
Max. Working/test pressure	(bar)	10,0	14,3	30
Liquid volume	(liter)	160		
Frame length	(mm)	1034	Max. No.	of Plates 152
Net weight	(kg)	806		
Frame type		IG		
Connections HOT side: 4 IN	CH Flange	rubberlined A	NSI B16.5 #1	50
Connections COLD side: 4 IN	CH Flange	rubberlined A	NSI B16.5 #1	50

Figura2-3: Caratteristiche e prestazioni dello scambiatore

Una volta che il cliente approva il data sheet inviato, si può procedere con la richiesta dei disegni e con l'aggiornamento di AS400 come descritto nel capitolo precedente.

Il tutto viene poi formalizzato con l'invio di una richiesta di acquisto (RDA) all'ufficio acquisti con in allegato l'offerta del fornitore. Per maggior chiarezza si invia il data sheet iniziale fornito dal cliente aggiornato con i dati mancanti (figura 2-4).

	AROU	ND THE PLATES	TH	THROUGH THE PLATES	
MEDIUM HANDLED		Oil		Water	
VISCOSITY		ISO VG 46		N/A	
FLOW RATE	m³ / h	80.3	m³ / h	75	
INLET TEMPERATURE (MAX)	°C	71,03 Supplier	00	55	
OUTLET TEMPERATURE	°C	58	°C	60,85 By Supplier]	
HEAT TO BE DISSIPATED	kW	500		,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	
OPERATING OVERPRESSURE	bar g	5	bar g	5	
PRESSURE LOSS	bar	<1.0	bar	< 0.5	
DESIGN OVERPRESSURE	bar g	10	bar g	10	
DESIGN TEMPERATURE	°C	70	°C	60	
TEST PRESSURE	bar g	15	bar g	15	
TYPE OF PLATES	AISI 316	Supplier	<u> </u>		
THICKNESS OF PLATES	0,5 mm				
NUMBER OF PLATES	140 _B	/ Supplier]			
NOZZLE – CONNECTION	OIL SID	у Заррнег <u>ј</u>	WA	TER SIDE	
INLET	NPS 4" flanges	NPS 4" class 300, incl. counter NPS 4" class 300, incl. counter			
OUTLET	NPS 4" flanges	NPS 4" class 300, incl. counter			
MATERIAL	nangee		nai	1900	
FRAME	IG _B	IG[By Supplier]			
PLATES	1.4401				
SURFACE		RAL9006			
SCREWS	Carbon	Carbon Steel (Strength grade 8.8 or equivalent)			
GASKETS	NBR				
SWITCHOVER DEVICE	GGG40				
VALVES	Stainles	s steel			
MATING FLANGES	Yes				
ZINC ANODE	No				
PRESSURE COMPENSATING LINE	Yes (in	change-over-val	ve)		
CALCULATION CODE	AD-Data	asheet (AD-Merk	blätter) DGF	R 97/23/EG (CE Mark)	
CONSTRUCTION CODE		AD-Datasheet (AD-Merkblätter), DGR 97/23/EG (CE Mark) AD-Datasheet (AD-Merkblätter), AD-2000 Test factor 1.5			
ACCEPTANCE TEST		Manufacturer, GE			
PRESSURE TEST		Manufacturer, GE			
MATERIAL CERTIFICATES	Pressur	Pressure-loaded cooler parts : 3.1 B Valves : 2.2			
NET WEIGHT OF ONE COO! 52		-			
NET WEIGHT OF ONE COOLER	806 kg	Supplier]			

Figura2-4: Caratteristiche e prestazioni dello scambiatore (data sheet del cliente aggiornato)

2.4.2 Valvole a sfera e flow glass

Queste valvole a sfera sono, per questo skid, di due tipologie:

- Valvole a tre vie a 4" di diametro utilizzate per deviare il flusso di olio da uno scambiatore al gemello (figura 2-6). Esse hanno la cavità interna in acciaio inox per evitare i fenomeni di corrosione, mentre la parte esterna è in carbon steel (acciaio al carbonio);
- Valvole a due vie a ½" di diametro utilizzate per isolare un certo tratto di tubazione (figura 2-5). Esse hanno la parte interna e il corpo esterno in stainless steel (acciaio inox).

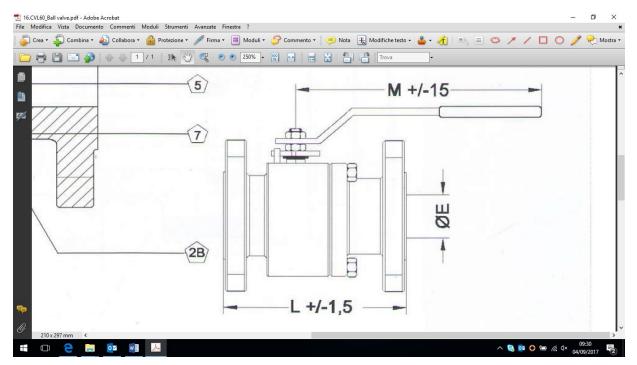


Figura2-5: Ball valve a due vie

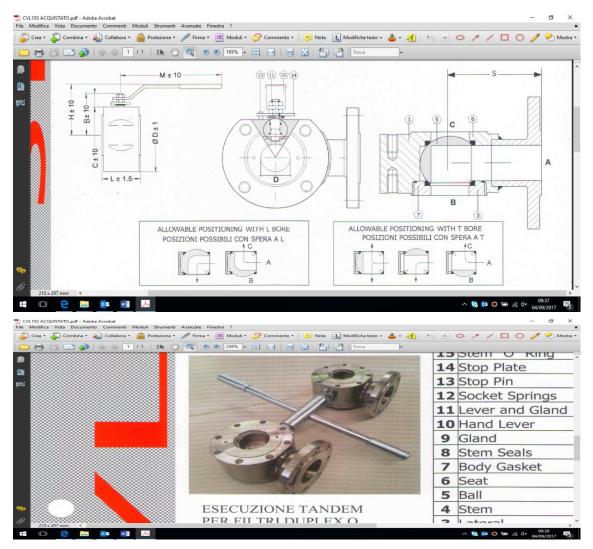


Figura2-6: Ball valve a tre vie collegate da una leva manuale per il cambio di flusso

Essendo valvole di uso comune, la quotazione non viene richiesta dall'ufficio commerciale, ma direttamente dal PE. Il fornitore è lo stesso per entrambi i componenti e compreso nel pacchetto vi è anche il flow glass.

Il flow glass ("bicchiere di flusso") è un componente fatto di acciaio inossidabile e vetro temperato. Il vetro temperato è un tipo di vetro sottoposto ad un trattamento termico di riscaldamento fino a 700°C circa e poi ad un repentino raffreddamento in modo da rendere la sua struttura cristallina più fine e quindi più resistente.

Questo "bicchiere di flusso", il cui diametro è di ½", viene installato tra un tratto di pipe e un altro e, grazie al vetro trasparente, si può scoprire se circola olio o meno in quel tratto di tubazione. Nel nostro impianto viene installato in un tratto di scarico.

Come per il cooler, dopo aver esaminato la coerenza dell'offerta, viene aggiornato il software AS 400 e compilata una RDA per il reparto acquisti.

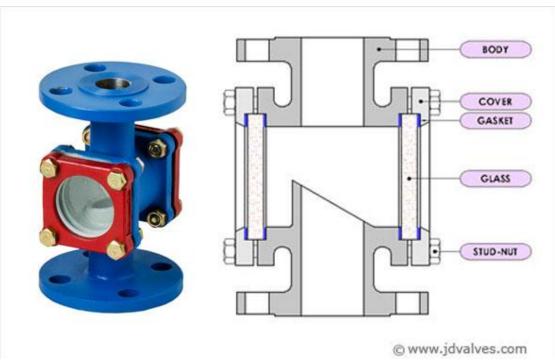


Figura2-7: Ball valve a tre vie

2.4.3 Thermal safety valve

Queste valvole sono utilizzate per il controllo della temperatura dell'acqua refrigerante in ingresso allo scambiatore. Infatti viene tarata a 55°C come indicato nel data sheet del cooler (inlet temperature). Come le valvole a tre vie, anche le thermal safety valves hanno la parte interna in stainless steal, mentre il body esterno è in acciaio al carbonio, più soggetto a corrosione.

E' di estrema importanza comunicare al fornitore la temperatura di taratura in quanto è proprio quest' ultimo a fornire le valvole pronte per l'installazione.

La particolarità di questi componenti è che hanno il diametro di ingresso di ¾" e il diametro in uscita di 1". Questo sarà importante per la messa in tavola e per il General Arrangement.

Come per il cooler e le ball valves, dopo aver esaminato l'offerta, viene aggiornato il software AS 400 e compilata una RDA per il reparto acquisti.

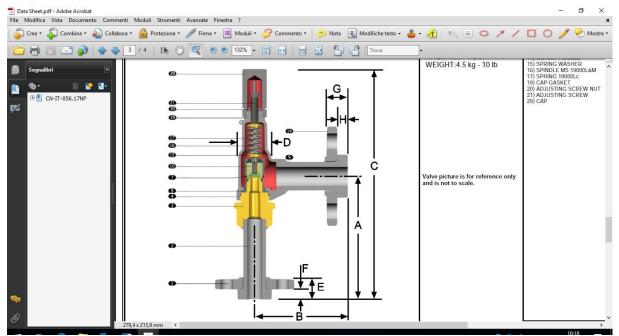


Figura 2-8: Thermal safety valve

2.5 General Arrangement e modello 3D

Una volta conclusa l'analisi dei componenti e i disegni dei particolari, i disegnatori possono procedere con la redazione dell'assieme e il progetto del basamento (travi di acciaio saldate che costituiscono la base su cui poggerà il cooler). Viene assegnato il job ad un disegnatore e tramite l'uso di Autocad o JT2toGO, egli prepara lo skid in formato 3D. Il PE deve fornire dunque i disegni di ogni componente e la lista delle connessioni e affiancare il suddetto disegnatore per tutte le ore di lavoro.

2.5.1 Connessioni e flange

Le connessioni sono dei tratti di tubazione che collegano i vari componenti dell'impianto. Esse possono essere di due tipologie:

- Pipe
- Tubing

Il **Pipe** è un tratto in carbon steel (acciaio al carbonio) o stainless steel che inizia e termina con delle flange. Il suo spessore è maggiore del tubing in quanto in esso dovranno circolare fluidi a pressione più elevata. Generalmente il pipe ha la dimensione del diametro che parte da 1/8" e arriva a34"-36". I principali diametri caratteristici sono raffigurati nella tabella 2-7.

Il **Tubing**, a differenza del pipe, è sempre in stainless steel e viene utilizzato per gli strumenti di controllo (trasmettitori di pressione o di temperatura). Il suo spessore non è troppo elevato in quanto in esso circolano fluidi a bassa pressione e i diametri dono generalmente non superiori al pollice. I principali diametri caratteristici sono raffigurati nella tabella 2-6.

Diamètre nominal NPS	Diamètre exterieur mm	Epaisseur mm	Masse kg/m	Repère affecté	Article N°
1 / 8 "	3,175	0,71	0.045	601	P001
1 / 4 "	6,35	0.89	0.122	603	P002
1 / 4 "	6.35	1.65	0.195	604	P003
3 / 8 "	9,525	0.89	0.194	606	P004
1/2"	12,7	0.89	0.265	608	P005
1/2"	12.7	2.03	0.534	610	P006
3 / 4 "	19,05	1,25	0.536	611	P007
1"	25,4	2,11	1.24	613	P008
1"1/4 "	31.75	2.11	1.55	615	P009

Tabella2-6: Caratteristiche del tubingsecondo le tabelle ANSI

Diamètre nominal		Repère affecté	Diamètre extérieur	Epaisseu r	Masse	Article N°		
NPS	DN		mm	mm	kg/m	P		
3/8"	10	N/A	17.1	2.31	0,85	P010		
1 / 2"	15	701	213	2.77	1.27	P015		
3 / 4"	20	702	26.7	2.87	1.69	P020		
1 "	25	703	33.4	3.38	2.5	P025		
1" 1 / 4	32	704	42.2	3.56	3.39	P032		
1" 1 / 2	40	705	48.3	3.68	4.05	P040		
2"	50	706	60.3	3.91	5.44	P050		
2" 1 / 2	65	707	73	5.16	8.63	P065		
3"	80	708	88.9	5.49	11.29	P080		
3" 1 / 2	90	709	101.6	5.74	13.57	P090		
4"	100	710	114.3	6.02	16.07	P100		
5"	125	711	141.3	6.55	21.77	P125		
6"	150	712	168.3	7.11	28.26	P150		
8"	200	713	219.1	8.18	42.55	P200		
10"	250	714	273.1	9.27	60.31	P250		
12"	300	715	323.9	10.31	79.73	P300		
14"	350	716	355.6	11.13	94.55	P350		
16"	400	717	406.4	12.70	123.30	P400		
18"	450	718	457	14.27	155.8	P450		
20"	500	719	508	15.09	183.42	P500		
Idem P015 sauf longueur en mètre - Article utilisé uniquement par EGT / PBL						P515		

Tabella2-7: Caratteristiche del pipe secondo le tabelle ANSI

Nell'impianto in questione, non essendoci strumenti di controllo, non vi è tubing ma solo pipe con diametri corrispondenti ai relativi componenti dello skid.

Per quanto riguarda le **Flange**, esse possono essere di vari tipi (relativamente alla superficie di tenuta):

- piane(flat faced): senza gradino;
- a gradino (raised face);
- a guarnizione metallica con sezione ottagonale o ellittica (ring joint);
- a incameratura semplice (grooved);
- a incameratura doppia (tongue and groove);

oppure (relativamente al sistema di fissaggio):

- a saldare a sovrapposizione (slip-on)
- a saldare di testa (welding neck)
- a saldare a tasca (socie weld)
- con anello d'appoggio (lap-joint e swivel)
- **filettate** (threaded)
- cieche (blind).



Figura2-9: Esempi di flange

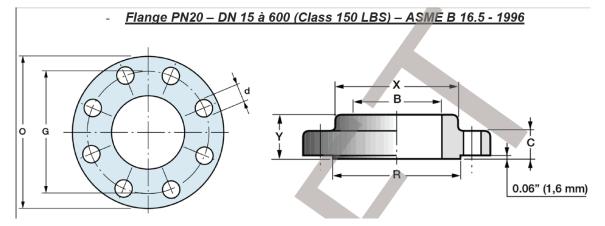


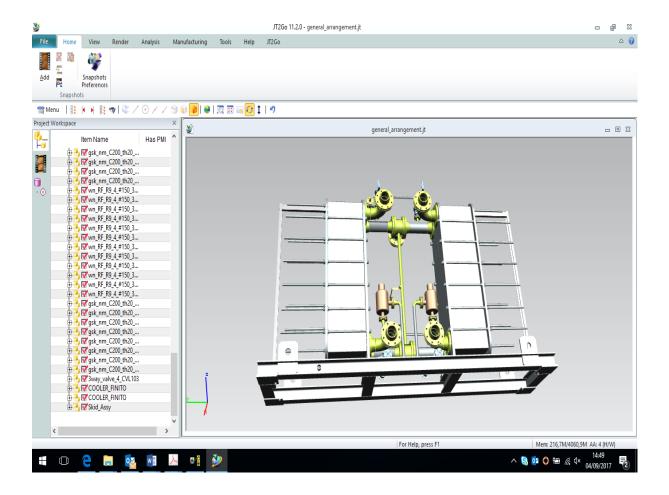
Figura2-10: Esempio di flangia raised face

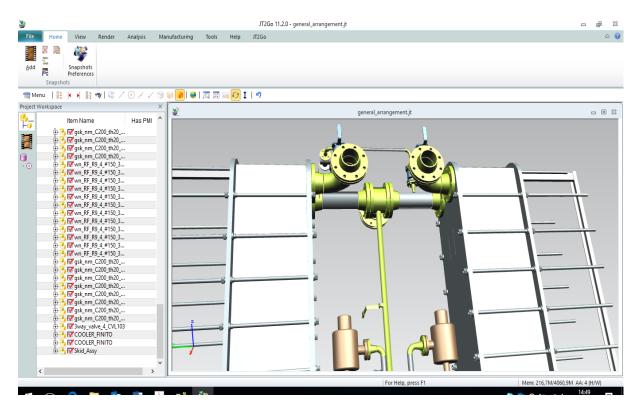
Nel lubeoil cooler le flange e le controflange utilizzate sono tutte a gradino (raised face).

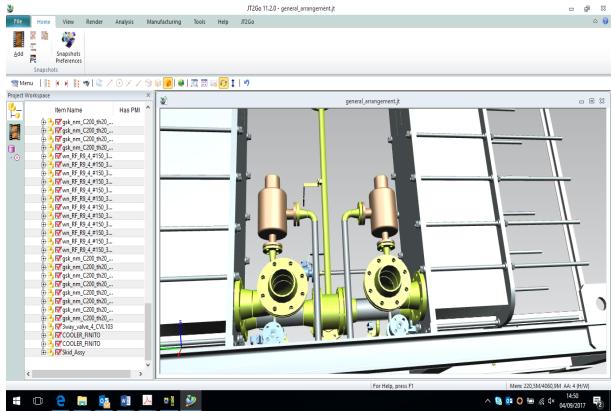
2.5.2 Il modello 3D

Una volta che il disegnatore ha completato la ricerca dei particolari costruttivi di tutto il pipe, delle flange e dei componenti, si può assemblare il modello 3D grazie al quale la messa in tavola (general arrangement) può avvenire più facilmente.

Nella figura 2-11è raffigurato il modello 3D in più viste.







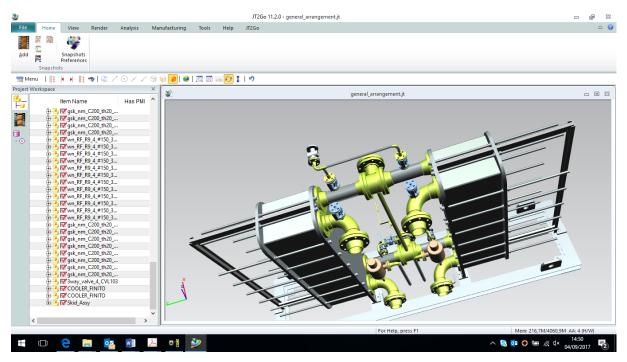


Figura2-11: Più viste del modello 3D con il basamento progettato

2.5.3 Il General Arrangement

Grazie al modello 3D è possibile realizzare il general arrangement il quale è il principale documento da inviare al cliente. In esso è possibile reperire i principali dati relativi alle misure e agli ingombri dello skid, i vari componenti da cui è composto e i terminal points (punti terminali costituiti nella maggior parte dei casi da flange o controflange). Nel G.A. sono anche indicati i materiali e le dimensioni del pipe, nonché il peso dell'intero skid vuoto (sprovvisto di acqua refrigerante e olio).

LIST OF CONNECTION				
REF.	DESCRIPTION	SIZE / RATING	COUNTERFLANGE	
72MAV22-060	OIL INLET	4" ANSI #150 RFR9(WN)	4" ANSI #150 RFR9(WN)	
72MAV22-061	OIL OUTLET	4" ANSI #150 RFR9(WN)	4" ANSI #150 RFR9(WN)	
72MAV22-052	OIL VENT	1/2" ANSI #150 RFR9		
72MAV22-030	COOLING WATER INLET	4" ANSI #150 RFR9(WN)	4" ANSI #150 RFR9(WN)	
72MAV22-031	COOLING WATER INLET	4" ANSI #150 RFR9(WN)	4" ANSI #150 RFR9(WN)	
72MAV22-032	COOLING WATER OUTLET	4" ANSI #150 RFR9(WN)	4" ANSI #150 RFR9(WN)	
72MAV22-033	COOLING WATER DRAIN	1/2" ANSI #150 RFR9		
72MAV22-035	COOLING WATER VENT	1/2" ANSI #150 RFR9		
72MAV22-036	COOLING WATER VENT	1/2" ANSI #150 RFR9		
72MAV22-037	COOLING WATER OUTLET	4" ANSI #150 RFR9(WN)	4" ANSI #150 RFR9(WN)	
72MAV22-038	COOLING WATER DRAIN	1/2" ANSI #150 RFR9		
72MAV22-041	OUTLET SAFETY VALVE	1" ANSI #150 RFR9		
72MAV22-042	OUTLET SAFETY VALVE	1" ANSI #150 RFR9		
72MAV22-057	OIL DRAIN	1/2" ANSI #150 RFR9		
72MAV22-058	OIL DRAIN	1/2" ANSI #150 RFR9		

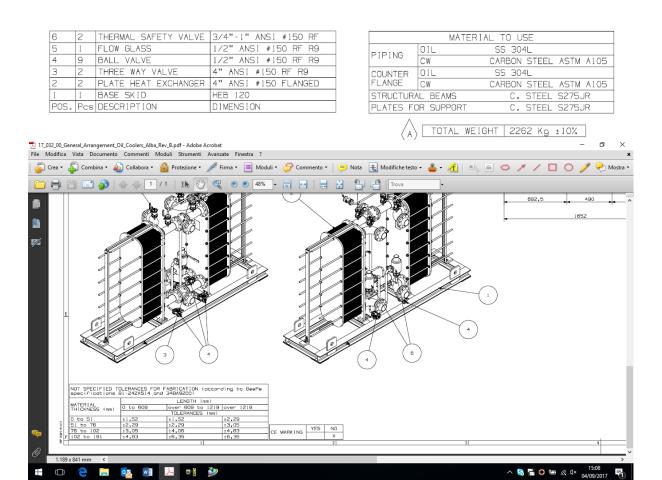


Figura 2-12: Alcune parti del G.A.

2.6 Painting and coating

La verniciatura è una fase molto importante e viene svolta prima dell'assemblaggio dei componenti in officina. Esiste infatti un reparto dedicato esclusivamente al Painting e Coating.

Il sistema di verniciatura deve garantire in media una durata delle superfici metalliche compresa tra i 5 e i 15 anni come definito nella normativa ISO 12944 (1:1998 e 5:2007). In base al tipo di esposizione in atmosfera (indoor o outdoor) e in base al tipo di agenti corrosivi e loro concentrazione viene scelta la tipologia di coating e painting.

Uno strumento importante per la scelta è la Chart of painting systems mostrata in tabella 2-8. Essa è divisa in varie sezioni: tipo di esposizione, tipologia di materiale, massima temperatura superficiale e tipologia di isolamento delle superfici. Queste ultime infatti possono essere isolate o non isolate in base alla loro funzione finale e il tipo di isolamento può essere termico, acustico o anti condensa.

La figura 2-13 mostra le varie parti di una superficie con strato di isolamento.

Non insulated						
Substrate, base metal ***			Max. Surface	Exposure		
Aluminium**	Stainless steel**	Hot dip galv, surf, ISO 1461	Ferrous *	temp, [°C]	Exposure	
40.26 outdoor C5-I/-M	30.26 outdoor C5-I/-M	20.05 outdoor C5-I/-M	10,02	< 120	Atmospheric indoor or outdoor protection	
40.20	30.20	20.20	10.02	< 120	Atmospheric indoor or outdoor, identification only	
			10.03	< 250	High temperature	
			10,04	> 250	Very high temperature	
		20.05	10,05	< 60	Spray or immersed in water, condensation water	
40.26	30.26	20.00	10,08	< 120	Acid/Alkali/Mineral oil/Hydraulic fluids	
			10.15	<50	Water immersion (tank inside)	
			10.16	<50	Fuel oil immersion (tank inside)	
			10,17	<50	Agitated water immersion	
			10.30	< 50	Buried surface (Underground)	
	Insulated					
	Substrate, base metal ***			max, Surface	Evneaure	
Aluminium	Stainless steel	Hot dip galv. surf. ISO1461	Ferrous *	temp. [°C]	Exposure	
			10.12	> 60	Heat insulated	
			10.14	< 60	Anti-frost / Acoustic / Anti-sweat insulated	

Remarks: * Low alloyed steel and high alloyed steel

Tabella2-8: Chart of painting systems

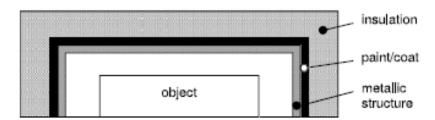


Figura 2-13: Struttura della superficie metallica isolata

Generalmente le superfici in stainless steel o in alluminio possono anche essere esenti dalla verniciatura a meno che non siano esposte a condizioni di alta corrosione (acqua marina). Mentre quelle in carbon steel devono essere verniciate secondo la

^{**} For galvanized steel, stainless steel and aluminium, see chapters 4.2, 4.3 and 4.4

specifica, l'unica eccezione è quella dei tanks (serbatoi); infatti la parte interna, ovvero quella a contatto con l'olio, può anche essere non verniciata in quanto l'olio stesso è un agente anticorrosivo e svolge dunque una funzione di protezione delle superfici interne del tank.

I cicli più utilizzati per una temperatura superficiale inferiore ai 120 °C e per superfici non isolate sono:

• **C2**atmosfera indoor:

- primo strato di epossido di zinco o etil silicato di zinco con profondità di 40/80 μm;
- \circ strato finale di vernice di epossido o poliuretano con profondità di 40 $\mu\text{m};$
- o profondità totale di 80/120 μm.

• C3 atmosfera indoor:

- o primo strato di fosfato di epossido di zinco con profondità di 80 μm;
- \circ strato intermedio di vernice di epossido micaceo con profondità di 40 μm ;
- o strato finale di vernice di epossido con profondità di 40 μm;
- o profondità totale di 160μm.

C3atmosfera outdoor:

- o primo strato di fosfato di epossido di zinco con profondità di 80 μm;
- \circ strato intermedio di vernice di epossido micaceo con profondità di 40 μm ;
- o strato finale di vernice di poliuretano con profondità di 40 μm;
- o profondità totale di 160μm.

C4atmosfera indoor:

- o primo strato di fosfato di epossido di zinco con profondità di 80 μm;
- \circ strato intermedio di vernice di epossido micaceo con profondità di 120 μm ;
- o strato finale di vernice di epossido con profondità di 40 μm;
- o profondità totale di 240μm.

C4atmosfera outdoor:

- o primo strato di fosfato di epossido di zinco con profondità di 80 μm;
- \circ strato intermedio di vernice di epossido micaceo con profondità di 120 μm ;
- o strato finale di vernice di poliuretano con profondità di 40 μm;
- o profondità totale di 240μm.

• **C5-l**atmosfera outdoor:

- o primo strato di polvere di epossido di zinco con profondità di 40 μm;
- \circ strato intermedio di vernice di epossido micaceo con profondità di 160 μm ;
- o strato finale di vernice di poliuretano con profondità di 40 μm;
- o profondità totale di 240μm.

• **C5-M**atmosfera outdoor:

- \circ primo strato di polvere di etil silicato di zinco con profondità di 40 μm (max 150 μm);
- strato intermedio di vernice di epossido micaceo con profondità di 160 μm;
- o strato finale di vernice di poliuretano con profondità di 40 μm;
- o profondità totale di 240μm.
- **IM-1** completa immersione in acqua dolce:
 - o primo strato di fosfato di epossido di zinco con profondità di 80 μm;
 - \circ strato finale di vernice di solvente di epossido con profondità di 300 μm ;
 - o profondità totale di 380μm.
- **IM-1**completa immersione in acqua dolce:
 - o primo strato di polvere di epossido di zinco con profondità di 40 μm;
 - o strato finale di vernice di epossido con profondità di 160 μm;
 - o profondità totale di 200μm.
- **IM-2**completa immersione in acqua salmastra:
 - o primo strato di fosfato di epossido di zinco con profondità di 80 μm;
 - \circ strato finale di vernice di solvente di epossido con profondità di 420 $\mu m;$
 - o profondità totale di 500 μm.
- **IM-3** completa immersione in acqua salmastra:
 - $\circ~$ unico strato di solvente di epossido o poliuretano con profondità totale di 800 $\mu m.$

Per quanto riguarda il nostro skid, si è deciso di utilizzare il ciclo C3 indoor perché l'ubicazione finale prevista dall'end user sarà al coperto.

Il colore della vernice è una fase di scelta fondamentale. Infatti dal colore dei componenti o delle tubazioni si potrà capire di che materiale sono e che liquido scorre al loro interno. I componenti e i tratti di pipe saranno colorati per la loro intera

lunghezza se fabbricati in carbon steel, invece, se fatti in stainless steel o lega di alluminio, sarà verniciato solo un anello nella parte finale e iniziale.

In riferimento ai tratti di pipe, alle valvole e ai raccordi, ad essi sarà assegnato una colorazione in base al fluido che scorrerà al loro interno (Tabella 2-9).

Water		
Water, general	Grass green	6010
Fresh water	Grass green	6010
Sea and brackish water	Pastel green	6019
Demineralised water	Grass green	6010
Drinking water	Light green	6027
Fire fighting water	Flame red	3000
Sanitary waste water	Light ivory	1015
Cooling water	Grass green	6010
Vacuum		
Vacuum, general	O l ive grey	7002
Steam		
Steam and steam water mixture	Ruby red	3003
Air		
Air, general	Azure b l ue	5009
Cooling and sealing air	Coba l t blue	5013
Service air	Pigeon blue	5014
Control air	Light b l ue	5012
Fuel		
Liquid fuel	Ochre brown	8001
Fuel gas	Lemon yellow	1012
Gas re l ief	Lemon ye ll ow	1012
Oil		
Lube oil, cooling oil jacking oil	Ochre brown	8001
Power oil	Red brown	8012
Loop control oil	Ochre brown	8001
Emergency oil	Ochre brown	8001
Emergency coo l ing oil	Ochre brown	8001
Lube oil return	Go l den yellow	1004
Power oil return	Go l den yellow	1004
Gases		
Gases, general	Lemon ye ll ow	1012
Oxygen	Pure white	9010
Nitrogen	Jet black	9005
Hydrogen	Flame red	3000
Carbon dioxide	Dusty grey	7037
Chemicals		
Acid	Ye ll ow orange	2000
Caustic	Red lilac	4001

Tabella 2-9: Fluidi e corrispettivo colore con RAL

Per quanto riguarda invece la parte elettrica, le pompe, i motori e gli scambiatori di calore, è necessario fare riferimento alla tabella 2-10 per individuare il RAL corretto.

Il fornitore utilizza un suo standard painting che non sempre è allineato agli standard del cliente, così le officine della Flenco si prendono carico di effettuare la corretta verniciatura, altrimenti questo servizio del cliente andrebbe ad intaccare ulteriormente i costi del componente.

GT Set and GT Auxiliary Equipment

GT and Block Enclosure indoor	Galvanised	
GT and Block Enclosure outdoor	Light ivory	1015
Block enclosure	Light ivory	1015
Intake filter housing	Light ivory	1015
Air intake manifo l d	Reseda green	6011
Blow off silencer	Reseda green	6011
Combustion chamber	N/A	
Exhaust gas diffuser	N/A	
Exhaust gas stack steel structure	N/A	
Fuel oil block	Reseda green	6011
Fuel gas block	Reseda green	6011
NOx water block	Reseda green	6011
Control valve block	Reseda green	6011
GT auxiliary block	Reseda green	6011
Purge block	Reseda green	6011
CMAS skid	Reseda green	6011
Supporting structures	Reseda green	6011

ST Set and ST Auxiliary Equipment

Turbine	Cream	9001
Condenser	White aluminium	9006
Thermal devices such as heaters, coolers, etc.	White aluminium	9006
Heat recovery steam generator body	White aluminium	9006

Miscellaneous Mechanical Components

Air condition unit	Light b l ue	5012
Air condition units for electrical modules	Dusty grey	7037
Skid	Pebb l e grey	7032
Others such as pumps, compressors, fans, valves, fittings, etc.	According to medium, see pipes	

Electrical Equipment

Generators Power transformers	Pastel green Pebble grey	6019 7032 or 7035
Starting devices	Light grey	7035
Exciting devices	Light grey	7035
Generator breaker, neutral point cubicle, bus duct	Light grey	7035
Electrical modules	Light ivory	1015
Diesel group and daily fuel tank		
Switch gear, control panels and boards, general electrical equipment	Light grey	7035
Lighting Distribution	Light grey	7035
Croppe and Lifting Devices		

Cranes and Lifting Devices

General	Signal yellow	1003 or

Tabella 2-10: Componenti elettrici e altri componenti particolari con RAL

2.7 Targhette di riconoscimento

Una volta effettuato l'assemblaggio dell'intero skid, è prassi indicare i principali componenti con delle targhette di plastica o in stainless steel di spessore non superiore ai 3 mm (le dimensioni vengono solitamente indicate nella BOM), per non creare confusione e individuare subito il pezzo in questione.

La fabbricazione delle etichette è affidata ad una ditta esterna a cui la Flenco dovrà fornire la lista di KKS e la sigla dei componenti.

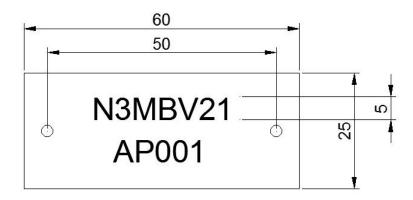


Figura 2-14: Dimensioni di una targhetta di riconoscimento

2.8 Sistema di sollevamento e trasporto

La procedura atta ad effettuare il sollevamento e lo studio delle sue modalità sono a carico dell'ufficio tecnico della Flenco. I tipi di sollevamento adottati principalmente sono: a punto unico e a punto doppio (entrambi tramite lifting beam).

Nel sollevamento di carichi pesanti e con volumi elevati l'utilizzo della lifting beam (bilancino di sollevamento) è prassi dato che permette di aver sforzi minori sulle catene/funi di sollevamento. L'aumento delle tensioni in assenza di bilancino è dovuto all'inclinazione delle funi, necessaria per convergere in un unico punto, che a parità della componente verticale complessiva, data dal peso della struttura e dall'accelerazione di sollevamento, genera delle forze sul piano orizzontale che vanno ad aumentare la risultante. L'insorgere di queste componenti comporta sforzi maggiori anche sulla struttura.

Nel nostro caso lo skid non è particolarmente pesante come potrebbe esserlo uno skid a gas, così si è adottato un tipo di sollevamento a 2 punti tramite lifting beam(figura 2-15).

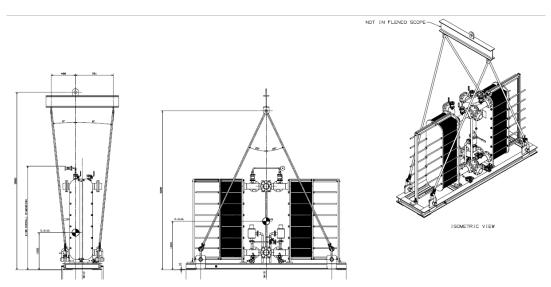


Figura 2-15: Sistema di sollevamento a due punti tramite lifting beam

Una volta sollevato, tramite carroponte viene traslato e posizionato sul sistema di movimentazione su strada (camion) tramite il quale potrà raggiungere la destinazione finale. Lo skid sarà consegnato privo di ogni fluido al suo interno e il trasporto potrà essere a carico del cliente (FCA) oppure a carico della Flenco. Insieme al manuale di manutenzione del cooler, verrà anche fornito un manuale specifico per il sistema di trasporto adottato.

2.9 Problematiche e loro risoluzione

Come spesso succede in tutte le commesse, anche per il cooler si sono riscontrate incomprensioni tra ufficio tecnico e cliente (Flenco – Cliente), tra ufficio tecnico e officina (Flenco – Flenco) e tra ufficio tecnico e fornitori (Flenco – Fornitori). Essendo questo skid molto piccolo rispetto ad altri impianti, i componenti assemblati sono in numero basso e questo fatto ha facilitato il compito del PE e dell'officina.

Come già accennato in precedenza, sono stati esaminati con maggior attenzione i coolers montati in modo speculare; in particolare le loro portate di olio e acqua refrigerante e le perdite di pressione dovevano stare in un range indicato dal cliente. In questo caso, il fornitore era ben conosciuto dal cliente in quanto era già stato commissionato per commesse analoghe e quindi non vi sono stati problemi di prestazioni e di certificazione dei materiali. Gli altri componenti non hanno avuto bisogno di un accurato controllo in quanto erano già stati ordinati per commesse precedenti. L' unica differenza si è riscontrata nella leva manuale che unisce le valvole a 3 vie: essa è stata sostituita con un volante in modo da applicare meno forza nel momento di apertura o chiusura del circuito.

Per quanto riguarda le problematiche Flenco – Cliente, vi è stata una discussione riguardo il P&ID giusto da seguire in fase si ispezione iniziale. Infatti secondo l'ispettore del cliente, il P&ID inviato alla Flenco non era stato aggiornato secondo le loro direttive e quindi si sono dovuti invertire i nomi dei terminal points e quindi riaggiornare i disegni.

In riferimento alle problematiche Flenco – Fornitore, vi è stato un episodio di smarrimento di qualche valvola da inserire nello skid; così si è dovuto procedere con un nuovo ordine tempestivo dopo che il cliente ha emesso una nuova quotazione.

Invece in riferimento alle problematiche Flenco – Flenco, vi è stata un'incomprensione tra officina e ufficio tecnico nella realizzazione di un tratto di pipe. Infatti la valvola a sfera installata alla fine di questo tratto non poteva essere aperta o chiusa perché la leva di apertura ruotando veniva ostacolata dal basamento. I disegni riesaminati hanno confermato l'errata lunghezza del pipe e l'officina ha risolto il problema tagliando un tratto di pipe e saldando le due parti rimanenti in modo da avere più spazio tra valvola e basamento.

3 PROGETTO ALBA POWER STATION 5 PROJECT – Lube Oil Tank

3.1 Panoramica

Per tutelare gli interessi della Flenco Fluid System e del cliente non verranno mostrati integralmente disegni isometrici, diagrammi o altra documentazione. Verranno riportati esclusivamente particolari di tale documentazione, quando si renderà necessario per fini espositivi.

Il progetto ALBA POWER STATION 5 Lube Oil Tank consiste in una vasca o serbatoio in lamiera saldata da cui viene prelevato olio per svolgere diverse funzioni. Questo tipo di skid rientra nella tipologia dei LUBE OIL SYSTEMS citati precedentemente e il cliente è General Electric (France). Esso è diviso in 3 commesse (103118, 103119, 103120) in quanto sono 3 gli impianti da realizzare ed è un progetto BUILT TO SPEC poiché la progettazione dell'impianto, la realizzazione di isometrici e la scelta di componenti e strumentazione è completamente a carico dell'area tecnica della Flenco Fluid System.

L'impianto generale (lo stesso del lube oil cooler) è un sistema combinato a turbine gas -vapore per la progettazione di energia elettrica in Bahrain. In particolare il tank verrà utilizzato come sistema ausiliario per la turbina a vapore.

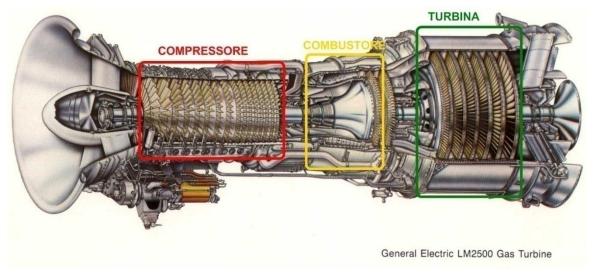


Figura 3-1:Impianto di turbina a gas per un sistema cogenerativo

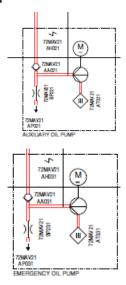


Figura 3-2:Turbina a vapore per un sistema cogenerativo

3.1 P&ID e funzionamento dello skid

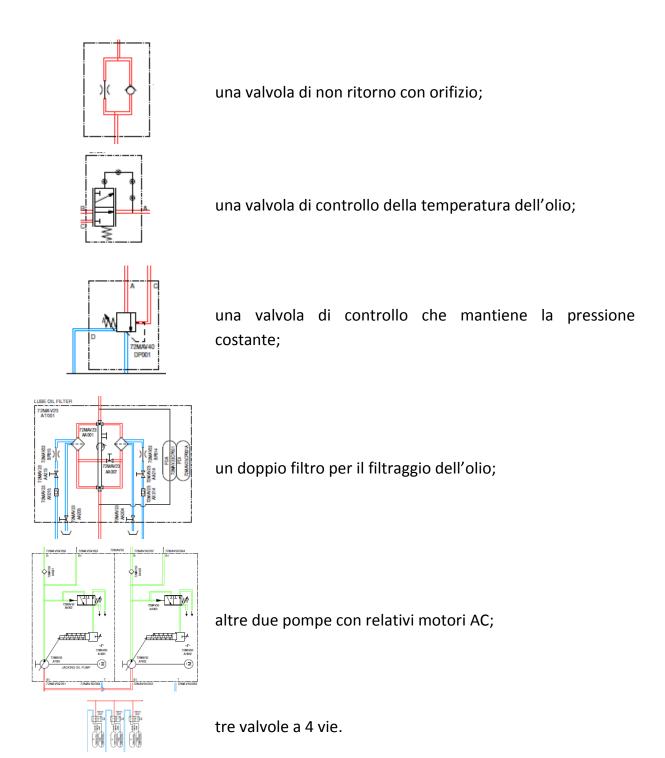
Questo sistema è composto da un tank riempito di olio (in genere fino al 90% circa della sua capacità) che ha la funzione di serbatoio. Su di esso sono posizionati due differenti impianti: una parte Lube (lubrificazione) e una parte Hydraulic (idraulica).

La parte di lubrificazione è composta da:



una pompa ausiliaria con relativo motore a corrente alternata;

una pompa di emergenza con relativo motore a corrente continua;



La pompa ausiliaria aspira olio dal tank e ne manda una parte alla valvola di non ritorno e l'altra invece alla valvola di controllo della temperatura. L'orifizio o strozzatura, montato insieme alla valvola di non ritorno, permette a una piccola quantità di olio di superare la valvola e raggiungere un componente al di fuori del tank. La temperature control valve mantiene costante la temperatura dell'olio attraverso il mescolamento di olio caldo e freddo, il primo proveniente dal tank e il secondo dal lube oil cooler il cui impianto è stato descritto nel capitolo 2.

La pressione verrà mantenuta costante e inferiore 16 bar dalla constant pressure valve. Una volta che il fluido ha raggiunto la pressione e la temperatura ideale di lavoro, viene filtrato attraverso il lube oil filter che lavora fino a pressione di 16 bar.

Nel caso di malfunzionamento o manutenzione della pompa ausiliaria, viene azionata la pompa di emergenza che assicura che l'olio raggiunga l'utenza finale per la lubrificazione. L'unico difetto di questo secondo circuito è che la temperatura, la pressione e la pulizia dell'olio non sono garantite.

Fra le tre quella obbligatoria è il controllo della pressione, così sono installate tre valvole a 4 vie collegate a dei manometri che misurano il livello di pressione in opera.

Le due jacking oil pumps montate in parallelo hanno il compito di aspirare una parte di olio dal circuito e mandarlo ai cuscinetti dell'albero della turbina in modo da garantire il loro corretto funzionamento. La valvola limitatrice di pressione a taratura variabile installata alla mandata delle due pompe assume il compito di controllo della pressione di mandata. L'olio del percorso principale fluirà verso l'utenza che però è fuori dagli scopi della Flenco.

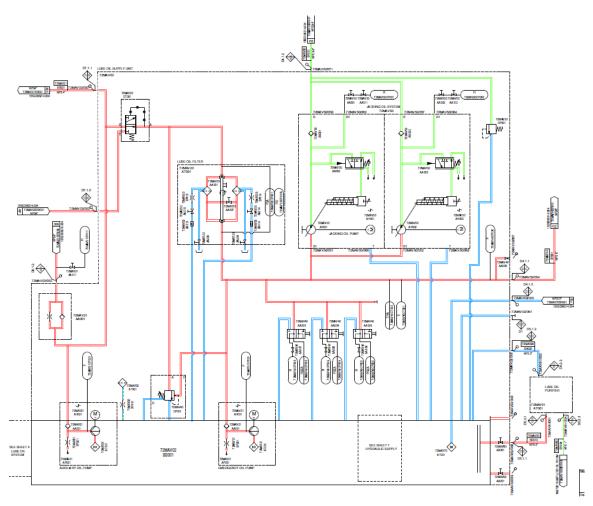
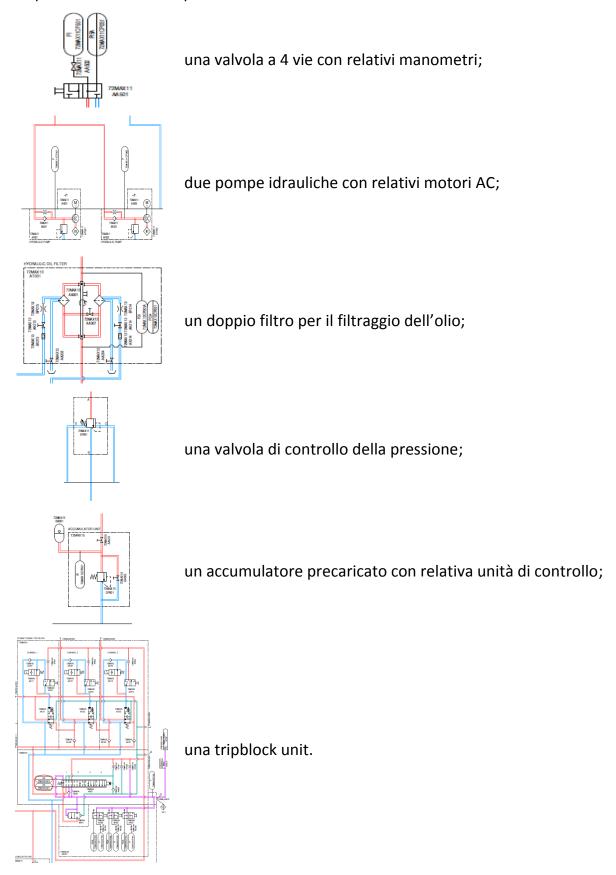


Figura 3-3:P&ID della parte Lube

La parte idraulica è composta da:



Le due pompe idrauliche montate in parallelo aspirano olio dal tank e lo mandano ad una pressione massima di 64 bar ad un filtro più prestante di quello della parte lube che ripulisce l'olio dalle impurità. Prima del doppio filtro sono installate rispettivamente una valvola a 4 vie con manometri e una constant pressure valve per il mantenimento della pressione costante. Una volta filtrato l'olio raggiunge la tripblock unit da cui dopo un complesso sistema di controllo raggiungerà l'utenza al di fuori degli scopi della Flenco. In caso di malfunzionamenti o manutenzione delle due pompe, l'accumulatore garantirà una certa pressione di olio in modo da non dover fermare l'impianto.

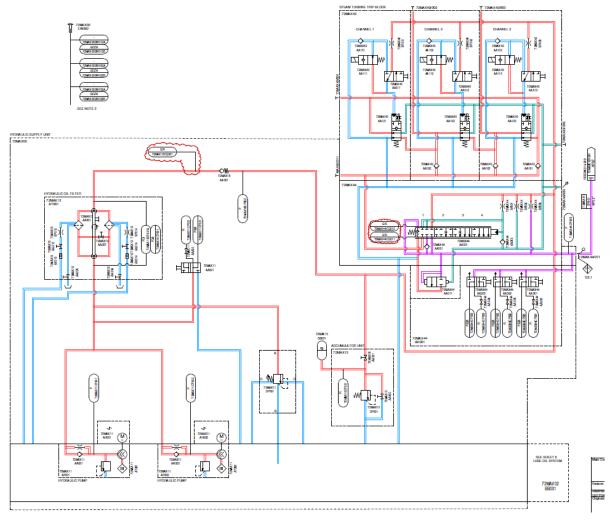


Figura 3-4:P&ID della parte Hydraulic

Infine vi è una parte indipendente dai due sistemi che è composta da due ventilatori in parallelo con relativi motori a corrente continua che hanno il compito di aspirare i gas d'olio contenuti nel tank e filtrarli in modo da recuperare le particelle di olio evaporate.

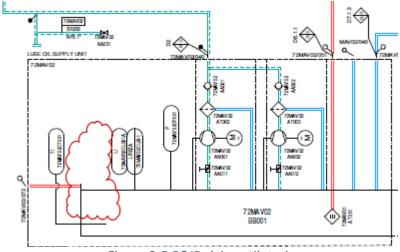


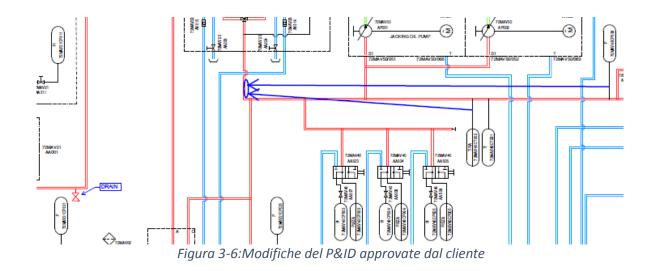
Figura 3-5:P&ID dei ventilatori

3.2 Verifica Disegni, P&ID e BOM e analisi dei componenti

Terminato il KOM (Kick Off Meeting), il PE comincia ad analizzare e sistemare i files forniti dal cliente, dividendo i disegni e le specifiche tecniche nelle varie cartelle del server assegnato alla commessa. La prima informazione da reperire nel caso di un progetto di un tank è il materiale in cui deve essere realizzato; come indicato nella BOM, la vasca contenente l'olio (ISO VG 46), le piastre e i coperchi di ispezione dovranno essere realizzati interamente in carbon steel (RST37-2).

Il responsabile dei disegnatori, una volta acquisita dal PE questa informazione, potrà quindi procedere con gli ordini delle lamiere da modellare per la realizzazione del tank. Lo spessore dovrà essere di almeno 10-12 mm. Per quanto riguarda invece il materiale del pipe, esso dovrà essere stainless steel AISI 304L, tranne per il tratto che parte dal doppio filtro (Lube oil system) e arriva al terminal point che dovrà essere in stainless steel AISI 321 come specificato nella BOM del cliente.

Fin da subito si è notata la mancanza di una valvola di drenaggio alla mandata dell'Auxiliary oil pump nel P&ID che è stata aggiunta e proposta al cliente per approvazione e, in un secondo momento si è proposto lo spostamento del pannello di controllo in modo che venisse rispettata la normativa API. Infatti lo spazio per il controllo e la manutenzione del Control Pannel era insufficiente nel disegno iniziale così è stato consigliato di spostarlo in un'altra parte del tank più spaziosa e di facile accessibilità.



Come per le commesse 103136-37-38, anche per queste commesse si comincia l'analisi dei componenti partendo da quelli principali. Grazie al lavoro dell'ufficio commerciale, si possono confrontare i componenti e gli item offerti dai fornitori con quelli richiesti dalla General Electric.

3.2.1 Motori AC e DC

I motori a corrente continua e alternata sono utilizzati per la movimentazione delle pompe e dei ventilatori. Essi vengono comprati separatamente dalla pompa (il fornitore della pompa è diverso dal fornitore del motore), ad eccezione dei ventilatori che vengono forniti insieme ai rispettivi motori AC. Il compito del PE è controllare le caratteristiche costruttive e le prestazioni di ogni componente in questione in modo che il loro accoppiamento sia confermato.

Per la verifica dell'accoppiamento motore-pompa occorre che l'albero abbia la stessa quota dell'alloggiamento della pompa con interferenza. In caso di accoppiamento con giunto, quest'ultimo sarà fornito dal venditore della pompa.



Figura 3-7:Motori AC e DC

Le principali caratteristiche e prestazioni, che i motori con potenza ≤ 250 kW devono rispettare, sono:

- Compatibilità con le condizioni ambientali del sito in cui verrà installato il motore. Occorrerà specificare le temperature di funzionamento e l'effetto che queste condizioni termiche avranno sul rendimento e soprattutto sull' usura delle parti meccaniche.
- Servizio di tipo S1. Il motore dovrà funzionare sempre allo stesso valore di potenza per un periodo di tempo molto lungo e sufficiente affinchè venga raggiunto l'equilibrio termico. La temperatura di regime non deve essere superiore a quella massima ammessa in relazione alle condizioni ambientali di lavoro. E' questo tipo di servizio che consente di definire il valore limite della coppia continuativa e, in corrispondenza di una determinata velocità base, il valore della coppia nominale. Gli altri tipi di servizio sono:
- S2: funzionamento a carico costante per un periodo di tempo inferiore a quello richiesto per raggiungere l'equilibrio termico, seguito da un tempo di riposo.
- S3: funzionamento secondo una serie di cicli identici, ognuno comprendente un determinato tempo di funzionamento a carico costante e un tempo di riposo.
- S4: funzionamento secondo una serie di cicli identici, ciascuno comprendente un tempo considerevole di avviamento, uno di funzionamento a carico costante e uno di riposo.
- S5: funzionamento come S4, più frenatura che viene eseguita con mezzi elettrici.

- S6: funzionamento secondo una serie di cicli identici, ciascuno comprendente un tempo di funzionamento a carico costante e un tempo di funzionamento a vuoto senza riposo.
- S7: come S5, ma senza tempo di riposo.
- S8: funzionamento definito dai valori delle velocità di rotazione e dagli intervalli di tempo durante i quali esse agiscono.
- Numero di partenze sequenziali per ora. Nel caso non sia specificato in un data sheet, le partenze devono essere minimo tre successive (in caso di massima temperatura di esercizio con motore inizialmente fermo) oppure minimo due successive (in caso di motore a pieno carico).
- Il voltaggio nominale per motori DC deve essere 220 V (o 125 V) +10% -20%, durante l'accensione il voltaggio deve essere ≥70% di quello nominale. Per quanto riguarda i motori AC, il voltaggio nominale potrà essere 400 V (50 Hz) o 460 V (60 Hz).
- La **corrente di start** deve essere ≤ 3 volte il valore della corrente nominale per i motori DC, mentre per i motori AC deve essere ≤ 8 volte la corrente nominale.
- La **coppia** del motore deve essere del 10% superiore alla coppia nominale che la pompa assorbe.
- La classe di isolamento deve essere H/B oppure F/B. La sovratemperatura massima ammessa è funzione della qualità del materiale isolante degli avvolgimenti elettrici, presenti nel motore, individuata dalla classe di isolamento: per la classe di isolamento B si ha un limite di +80 °C, per la classe F (quella più comunemente adottata) si ha un limite di +100 °C, per la classe H il limite sale a +120 °C; altri limiti di temperatura possono essere imposti dalla presenza di eventuali magneti permanenti. Queste sovratemperature si riferiscono ad una temperatura esterna uguale a 40 °C (o minore). Questi limiti determinano il valore della potenza nominale del motore.
- Il grado di protezione deve essere IP54 (indoor) o IP55 (outdoor). Il tipo di ventilazione possibile, e quindi la sua efficacia, dipende soprattutto dal grado di protezione che si vuol dare al motore stesso, definito dalla sigla IP seguita da due cifre: la prima si riferisce alla protezione contro il contatto e alla penetrazione di corpi solidi, la seconda alla protezione contro l'acqua. Le protezioni usuali sono la IP23 (forma aperta, eventualmente protetta, usata spesso per motori in DC a ventilazione forzata), la IP44 (forma chiusa, usata di solito per motori asincroni autoventilati) e la IP55 (motori a tenuta stagna). Per applicazioni speciali si hanno motori antideflagranti, antiscintilla, o tropicalizzati contro le muffe. Al migliorare del grado di protezione corrisponde

una maggior difficoltà di ventilazione e quindi una diminuzione della potenza nominale del motore.

Denomina- zione del motore	Gradi di pro- tezione	I cifra: protezione contro		II cifra: protezione contro l'acqua
motore		contatti acci- dentali	corpi solidi	
Protetto	IP 21	dita della	corpi di dia-	stillicidio gocce d'acqua in caduta verticale gocce d'acqua: caduta
Tiotetto	11 22	mano	metro > 12 mm	incliata di 15 gradi
	IP 23			gocce d'acqua: caduta inclinata di 60 gradi
Chiuso	IP 44	utensili, fili di	corpi di	acqua spruzzata da qualsiasi direzione
	IP 45	$\begin{array}{c} \text{diametro} > 1 \\ \text{mm} \end{array}$	diametro > 1mm	getto di "manichetta", esposizione intemperie
Chiuso	IP 54	totale	polvere di	acqua spruzzata da qualsiasi direzione
	IP 55		talco	getto di "manichetta", esposizione intemperie

Tabella 3-1:Indici di protezione

- Deve essere presente una protezione contro l'umidità, la corrosione e gli acidi.
- Le bobine devono essere resistenti agli shock termici e meccanici.
- Il sistema di raffreddamento della superficie deve essere garantito da uno scambiatore ad aria.
- Il motore deve essere provvisto di un riscaldatore anti condensa che si attivi a motore fermo.
- Il materiale del telaio deve essere in ghisa o in acciaio.
- Il motore deve essere provvisto di tettuccio parapioggia in caso di montaggio verticale (IMV1) ed esposizione agli eventi atmosferici, mentre per un montaggio orizzontale (IMB35) e una locazione indoor deve essere sprovvisto.
- I cuscinetti antifrizione devono garantire una vita di 20.000 ore a 60 °C.
- Insieme al motore il fornitore dovrà garantire un manuale di istruzione e un certificato che attesti l'autenticità dei materiali.

In queste commesse si è avuto un problema con la quotazione dei motori DC in quanto in fase iniziale non è stata comunicata la specifica da seguire, ma con un aggiornamento dell'offerta i data sheets (del cliente e dei fornitori) sono stati allineati. Una volta ricevuto l'ordine, il venditore invia i disegni 2D e 3D dei componenti acquistati.

3.2.2 Pompe

Le pompe presenti nel lube oil skid sono:

- Auxiliary oil pump;
- Jacking oil pump;
- Emergency oil pump;
- Hydraulic oil pump.

L'Auxiliary oil pump, l' Emergency oil pump e le Hydraulic pumps sono delle pompe centrifughe ad immersione completa nel tank. Come mostrato in figura 3-8, questa tipologia di pompe è composta da un alloggiamento per il motore a corrente continua (Emergency) o alternata (Auxiliary e Hydraulic) nella parte superiore della piastra di appoggio e dal corpo della pompa volumetrica nella parte inferiore della piastra, direttamente immerso nell' olio. Prima della mandata, vi è una valvola di non ritorno che non permette all' olio di tornare indietro.

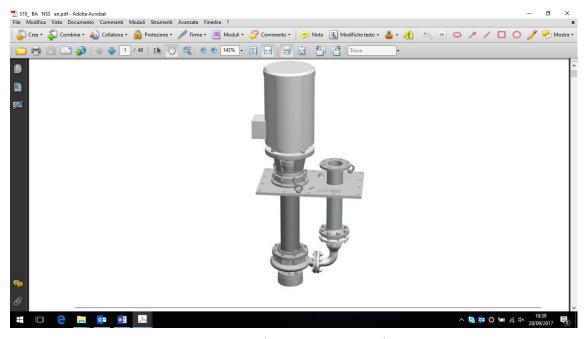


Figura 3-8: Auxiliary e Emergency oilpump

Le prestazioni principali dell'Auxiliary oil pump sono:

- Portata di 25 l/s
- Pressione di mandata di 4,5 bar
- Velocità nominale di 2930rpm, il motore utilizzato avrà 2 poli
- Potenza massima assorbita di 25,8 kW
- Coppia allo spunto di 11 Nm

Le prestazioni dell'Emergency oil pump sono:

- Portata di 10,2 l/s
- Pressione di mandata di 0,9 bar
- Velocità nominale di 1500 rpm, il motore utilizzato avrà 4 poli
- Potenza assorbita di 3 kW
- Coppia allo spunto di 3 Nm

Le prestazioni delle due Hydraulic oil pumps sono:

- Portata di 3,8 l/s
- Pressione di mandata di 40 bar (apertura della valvola di sicurezza a 52 bar)
- Velocità nominale di 2900 rpm, il motore utilizzato avrà 2 poli
- Potenza assorbita di 19,5 kW
- Coppia allo spunto di 54,27 Nm

Da notare come le pressioni di mandata dell'Emergency oil pump e dell'Auxiliary oil pump siano dello stesso ordine di grandezza. Infatti il loro circuito viene definito a bassa pressione perché l'olio sarà utilizzato solo per lubrificare. Al contrario, per quanto riguarda le pompe idrauliche, esse sono in un circuito ad alta pressione perché l'olio viene utilizzato per scopi motrici.

Le **Jacking oil pumps** sono delle pompe con differente struttura rispetto alle altre utilizzate. Esse infatti sono pompe ad ingranaggi con montaggio orizzontale (Figura 3-9).

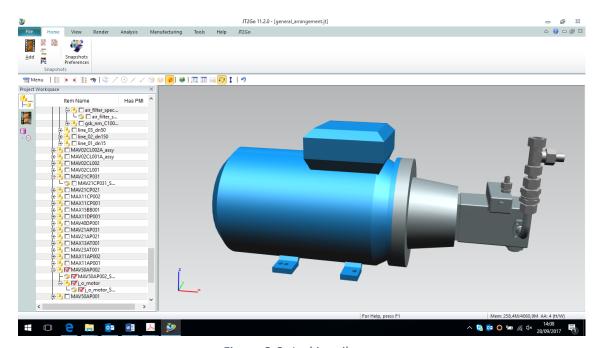


Figura 3-9: Jackingoilpump

Le Jacking oil pumps "spillano" olio dal circuito di lubrificazione e lo mandano ai cuscinetti dell'albero della turbina a vapore utilizzata per la produzione di energia elettrica in modo che il suo moto rotatorio sia agevolato.

Le prestazioni della jacking oil pump sono le seguenti:

- Portata di 0,93 l/s
- Pressione di mandata di 266,9 bar
- Velocità nominale di 1480rpm, il motore utilizzato avrà 4 poli
- Potenza massima assorbita di 37 kW

3.2.3 Valvola di controllo della temperatura

Questa valvola collocata all'uscita della pompa ausiliaria ha il compito di mantenere costante la temperatura dell'olio. Essa è una valvola a cassetto che si apre tramite un interruttore sensibile alla temperatura. Se l'olio ha una temperatura troppo alta, l'interruttore mette in comunicazione il tratto di pipe con l'olio raffreddato dal cooler con il percorso principale in modo da provocare una miscela di olio caldo con olio freddo e abbassare la temperatura. Una volta che la temperatura torna nei limiti consentiti l'interruttore ostruisce il passaggio dell'olio freddo.



Figura 3-10: Temperature control valve.

3.2.4 Valvola di controllo della pressione

Questa valvola, situata dopo la mandata delle pompe, controlla tramite l'azione di una molla tarabile che la pressione non superi un certo limite. Nel caso in cui l'olio superasse la pressione massima consentita, viene aperto automaticamente lo scarico della valvola al tank in modo da spillare olio dal circuito principale e diminuire così la pressione al suo interno.

Questa valvola ha due vie di comunicazione con il pipe: uno a valle e uno a monte del filtro. Questo perché il filtro può causare degli sbalzi di pressione.

Le valvole di controllo della pressione sono due in tutto: una per la parte idraulica e una per la parte lube. Esse hanno le stesse dimensioni ma taratura della molla differente in quanto la pressione massima consentita nei due sistemi è differente.

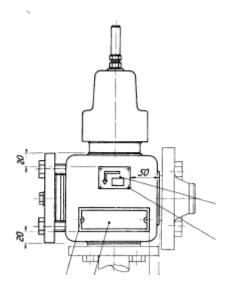


Figura 3-11: Constant pressure valve

3.2.5 Filtri doppi

I double filters sono utilizzati per eliminare le impurità nell' olio. Essi sono composti da due colonne in cui viene innestata la cartuccia filtrante. Essi sono doppi per motivi di manutenzione; infatti quando uno deve essere smontato per cambiare la cartuccia, l'altro può filtrare al suo posto essendo montato in parallelo.

Il flusso dell'olio al loro interno è controllato da una valvola a tre vie regolabile tramite leva manuale. Nel caso in cui la pressione dell'olio e la sua portata siano troppo elevate, viene installata una valvola di non ritorno precaricata che costituisce un circuito di by-pass del filtro stesso. Entrambi i filtri hanno dei drenaggi di olio (in caso ci fossero delle piccole perdite), provvisti di flow glass (per la verifica visiva del passaggio di olio) e collegati direttamente al tank.

Insieme ai filtri doppi, è compito del PE richiedere al fornitore la quotazione di due cartucce per i filtri in più come parte di ricambio da garantire al cliente.

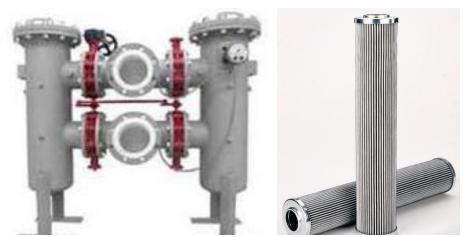


Figura 3-12: Filtri doppi con cartucce filtranti

3.2.6 Accumulatore

Come già menzionato in precedenza, l'accumulatore a sacca viene utilizzato in caso di emergenza per garantire una certa portata di olio macchina a una pressione di 25 bar. Il gas che viene utilizzato per garantire la pressione di precarico è azoto. L'unità intera è composta da una valvola di composta da una valvola di

è composta da una valvola a sfera, che apre o chiude il circuito, e da una valvola di controllo della pressione con by-pass che scarica al tank nel caso la pressione sia troppo elevata.

Per quanto riguarda la quotazione di questo componente, è sorto un dubbio in quanto il modello non coincideva con quello indicato nella BOM. Il fornitore infatti ha offerto un accumulatore da 50 I, mentre invece ne bastava uno da 32 I. Così dopo una richiesta di revisione dell'offerta, si è rimediato all'errore con una giusta quotazione.



Figura 3-13: Accumulatore a sacca

3.2.7 Valvola limitatrice di pressionee valvola di non ritorno con orifizio

La valvola limitatrice di pressione posta alla mandata delle jackingoilpumps serve a limitare il range massimo di pressione. A differenza della valvola di controllo della pressione, la limitatrice non ha due bocche di contatto e la molla di carico non è a taratura variabile ma fissa. Questa valvola impone che la pressione alla mandata della pompa sia uguale alla pressione di taratura della molla.

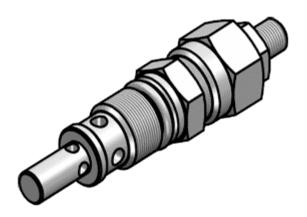


Figura 3-14: Valvola limitatrice di pressione

La valvola di non ritorno con orifizio da 7,1 mm viene posta dopo un raccordo a T alla mandata della pompa ausiliaria. Essa, se montata senza orifizio, non permette all'olio di passare al di là del tratto, ma con un piccolo by-pass con restringimento lascia che una moderata quantità di olio passi oltre essa per poi fluire in un sistema fuori dagli scopi della Flenco.



Figura 3-15: Valvola di non ritorno con orifizio

3.2.8 Ventilatori per condensa vapori

Questi componenti costituiscono un circuito isolato nel sistema del Lube oil tank. I due ventilatori, movimentati da due motori AC, aspirano i gas generati dall'olio del serbatoio. Questi vapori, composti da aria e olio nebulizzato, si formano a causa della variazione di temperatura dell'olio stesso all'interno della vasca. Il compito dei ventilatori è aspirare la miscela aeriforme, filtrarla e mandarla ad un utilizzatore. L'olio che viene recuperato dal filtro viene riversato nel tank.

I ventilatori sono montati in parallelo e la mandata è collegata tramite un condotto flessibile (figura 3-16). Il circuito può essere isolato tramite delle isolating valves installate prima della bocca di aspirazione di ogni ventilatore. Inoltre, a monte e a valle dei filtri, sono installati dei manometri differenziali utilizzati per rilevare la caduta di pressione sui filtri.

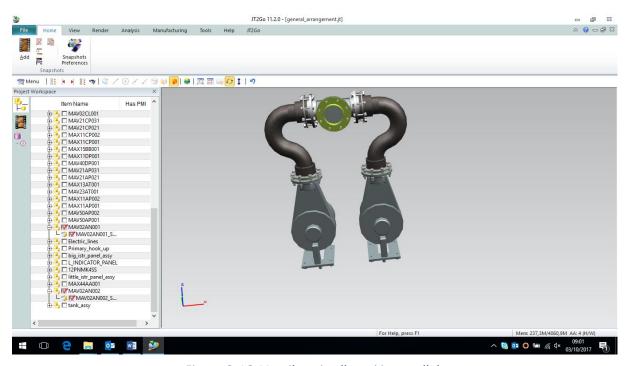


Figura 3-16: Ventilatori collegati in parallelo

3.2.9 Tripblockunit

La Tripblock unit è un sistema utilizzato per smistare l'olio in 6 vie diverse verso altrettante utenze. Viene utilizzato questo sistema per evitare di installare una valvola con 6 cassetti azionata da un solenoide troppo grande che risulterebbe troppo ingombrante e molto costoso. Conriferimento alla Figura 3-17, si possono notare un sistema principale (valvola con 4 cassetti 72MAX44) e 3 sistemi pilota (72MAX43).

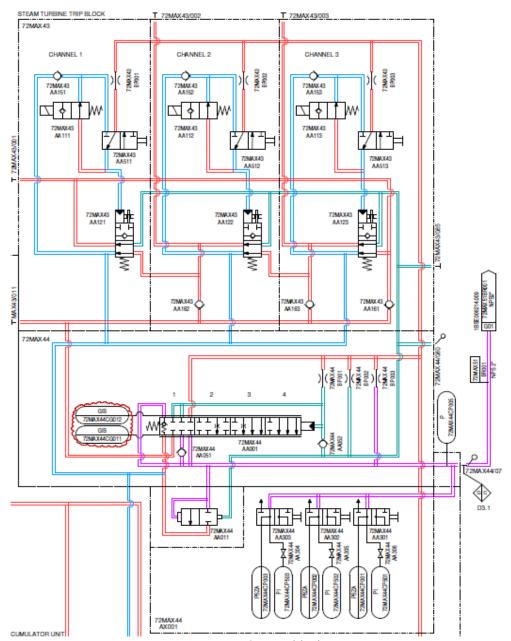


Figura 3-17: P&IDTripblockunit.

L'olio in ingresso alla valvola 72MAX44, arriva al cassetto 1 e trova la via chiusa, perciò continua il suo percorso attraverso gli orifizi che causano una perdita di pressione. La chiusura del cassetto viene effettuata tramite una spinta oleodinamica che vince la forza di una molla non tarabile installata nella valvola.

Gli stadi 2 e 3 sono degli stadi intermedi che determinano l'apertura di una via alla volta mentre lo stadio 4 rappresenta la completa apertura di tutte le vie in modo che i terminal points 011 e 071 possano essere alimentati con una portata di olio.

Una valvola limitatrice di pressione con due superfici diverse di controllo è installata prima del terminal point 071 in modo da mantenere la pressione uguale o inferiore a

quella massima di esercizio la quale è determinata dall' olio passante da due dei tre orifizi precedentemente citati.

I tre stadi pilota sono composti da tre valvole manuali (per l'apertura o la chiusura degli stadi), da tre valvole azionate da solenoidi (per l'apertura o la chiusura degli scarichi) e da tre valvole azionate da una spinta oleodinamica (per l'apertura o la chiusura dei terminal points001, 002 e 003).

Le valvole a cassetto manuali determinano il funzionamento dello stadio pilota; se una valvola è aperta per manutenzione o malfunzionamenti, possono lavorare gli altri due stadi pilota, mentre se sono aperte due valvole pilota, il funzionamento dell'intero stadio è compromesso in quanto una sola valvola chiusa non lo garantisce.

Le valvole a cassetto azionate dai solenoidi determinano l'apertura dello scarico al tank. Se sono chiuse l'olio fluisce nelle valvole a cassetto a controllo oleodinamico, mentre se sono aperte l'olio raggiunge il serbatoio.

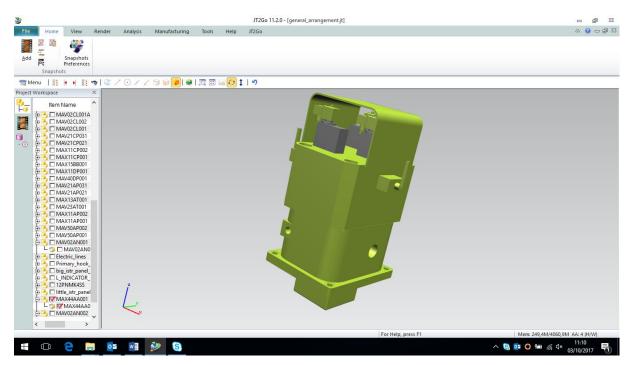


Figura 3-18: Tripblock unit

Infine le valvole a cassetto con azionamento oleodinamico determinano l'apertura dei terminal points. Se sono aperte, i terminal points garantiscono una certa portata di olio alle utenze, mentre invece in caso di loro chiusura i terminal points 001,002 e 003 sono chiusi e tutto l'olio uscirà dai terminal points 080, 085. Da notare che l'olio che fluirà nei terminal points 001, 002,003, 080 e 085 sarà lo stesso che regolerà la valvola limitatrice di pressione a due superfici diverse.

Leggermente prima del terminal point 071 saranno installate tre valvole a 4 vie per poter rilevare il livello di pressione tramite tre manometri e tre trasmettitori di pressione.

3.2.10 Strumentazione

Per strumentazione si intendono tutti quegli strumenti di misura della temperatura e della pressione che sono presenti all' interno del circuito oleodinamico.

Gli strumenti utilizzati per la stima della pressione sono i manometri differenziali (ΔP) e i pressure gauge (manometri). Essi possono essere collegati ad un componente oppure al pipe tramite per esempio valvole a tre o quattro vie.



Figura 3-19: Manometro e manometro differenziale

La differenza tra i due manometri è la tipologia di attacco. Infatti, come si può notare dalla figura 3-19 il manometro ha un solo attacco filettato, mentre il manometro differenziale ha due attacchi filettati (uno per il tratto a monte e uno per il tratto a valle).

Gli strumenti utilizzati per il rilevamento della temperatura dell'olio sono termometri e termo resistenze. Essi vengono montati tramite dei pozzetti (thermowell), quindi non a diretto contatto con il fluido. I pozzetti possono essere saldati o filettati con il pipe.



Figura 3-20: Pozzetti termometrici filettati

La figura 3-21 mostra come devono essere assemblati una termoresistenza con il relativo pozzetto termometrico. È importante che la lunghezza dello stelo del pozzetto sia:

$$L = \frac{3}{4} * d_{int}$$

dove d_{int} indica il diametro interno del pipe. È importante specificare al fornitore quanto deve essere lungo lo stelo del thermowell, perché la specifica del cliente non lo sottolinea.



Figura 3-21: Pozzetto termometrico filettato con termoresistenza

Come ultimi strumenti da installare vi sono le prese di pressione o "pressure pick up points". Questi punti vengono situati sul pipe o direttamente sulle pareti del tank e servono per attaccarci un manometro tramite l'attacco filettato per rilevare la pressione.



Figura 3-22: Prese di pressione

3.3 General Arrangement e modello 3D

Una volta terminata l'analisi dei componenti e dei relativi disegni, il PE trasmette al disegnatore, incaricato di redigere il general arrangement, tutte le informazioni.

A differenza della commessa descritta in precedenza, il cliente in questo caso fornisce un outline drawing contenente gli ingombri e le quote di massima da rispettare e una "list of connections" in cui vengono elencati tutti i terminal points con i rispettivi dimensioni e materiali.

KKS-No.	Connection	Туре	Material
MAX44CP005	Pressure measuring connection	G ½"	Steel
MAX16CP002	Pressure measuring connection	G ½"	Steel
MAV40CP506	Pressure measuring connection	G ½"	Steel
MAV02CP001	Pressure measuring connection	G ½"	Steel
MAX44/071	Safety system	Flange J1 PN100/DN50	DIN 1,4541
MAX44/080	Primary safety system	Blind G ¾"	DIN 1,4541
MAV02/072	Drain of lube oil tank cover	G 1"	Steel
MAV02/071	Jacking oil pressure pipe to bearing	SKAR 30/25 x 471	DIN 1,4541
MAV02/068	Drain of lube oil tank cover	G 1"	Steel
MAV02/067	Sampling connection lube oil	G ¼"	Steel
MAV02/061	Filling socket for lube oil tank	BI-Flange PN16/DN100	DIN 1,4541
MAV02/059	Drain of lube oil tank	Flange J1 PN16/DN50	DIN 1,4541
MAV02/058	Return pipe from lube oil purifier	Flange J1 PN16/DN50	DIN 1,4541
MAV02/056	Vent and suction tube of oil purifier	Flange J1 PN16/DN40	DIN 1,4541
MAV02/055	Return header	Flange J1 PN16/DN250	DIN 1,4541
MAV02/054	Lube oil distributer	Flange J1 PN16/DN150	DIN 1,4541
MAV02/053	Pressure pipe from oil cooler	Flange J1 PN16/DN125	DIN 1,4541
MAV02/052	Pressure pipe from main oil pump	Flange J1 PN16/DN125	DIN 1,4541
MAV02/051	Suction pipe to main oil pump	Flange J1 PN16/DN200	DIN 1,4541
MAV02/050	Pressure pipe to oil cooler	Flange J1 PN16/DN125	DIN 1,4541
MAV02/049	Oil vent of oil cooler	G ½"	DIN 1,4541
MAV02/048	Oil vent of oil cooler	Blind G ½"	Steel
MAV02/040	Outlet of oil vapour exhauster	Flange J1 PN16/DN150	Steel
MAX11AP002	Motor to hydraulic pump 2		
MAX11AP001	Motor to hydraulic pump 1		
MAV50AP001	Motor to jacking oil pump		
MAV50AP002	Motor to jacking oil pump		
MAV21AP031	Motor to emergency lube oil pump		
MAV21AP021	Motor to auxiliary lube oil pump		
MAV02AN001	Motor to oil vapour exhauster		
MAV02AN002	Motor to oil vapour exhauster		

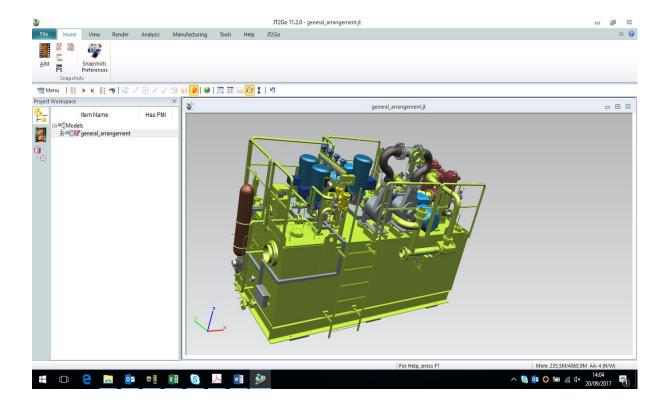
Tabella 3-2: List of connections

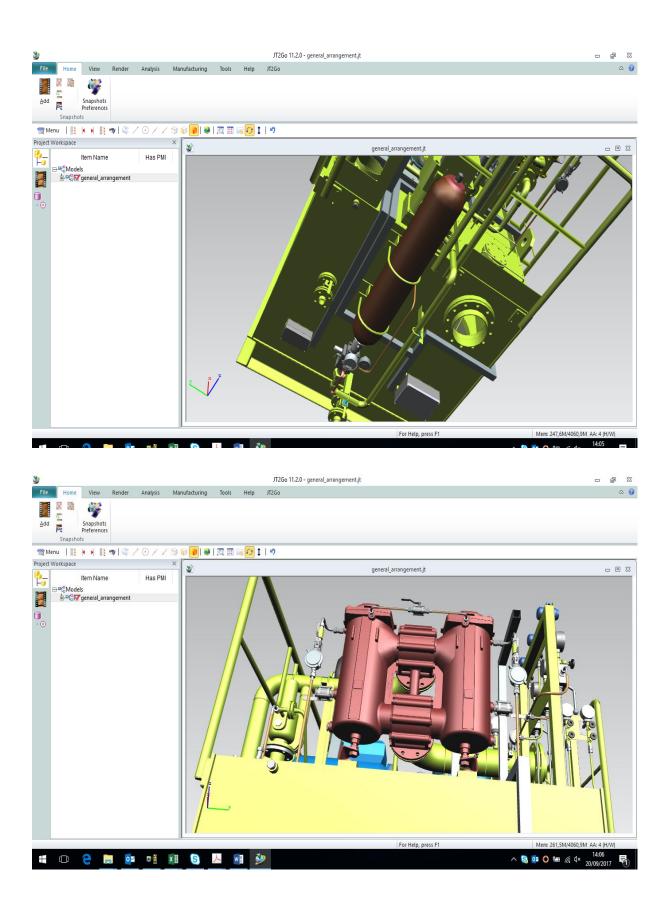
3.3.1 Il modello 3D

Dopo aver chiarito con il cliente le deviazioni rispetto all'outline drawing (dovute principalmente ad aggiornamenti delle dimensioni dei singoli componenti), viene caricato il disegno 3D sul portale riservato al cliente.

Nella figura 3-23 si possono osservare diverse viste del modello 3D.

Nel lube oil skid le flange e le controflange utilizzate sono tutte a gradino (raised face) come per il lube oil cooler.





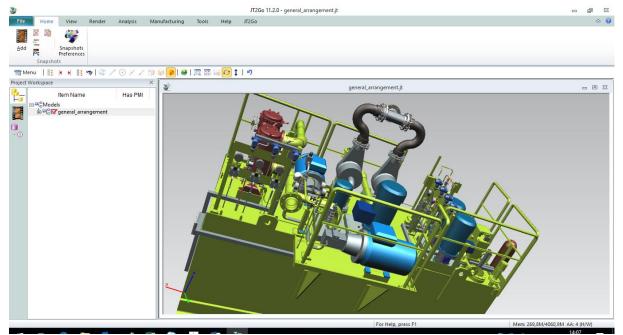
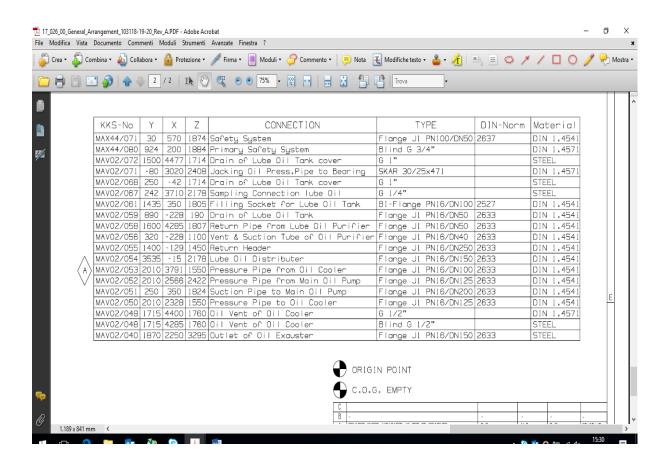


Figura 3-23: Più viste del modello 3D

3.3.2 Il General Arrangement

Il GA in questo caso è stato completato con una revisione di tipo A in quanto c'è stata qualche incomprensione con la GE France per via di qualche terminal point non in misura ma poi prontamente corretto dai disegnatori.

La valvola di drenaggio e lo spostamento del pannello degli strumenti sono stati visionati e accettati dal cliente.



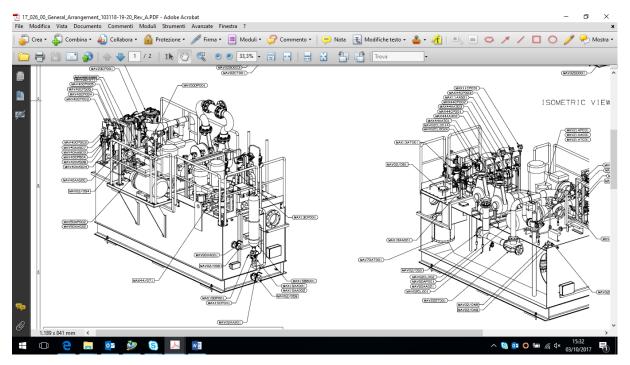


Figura 3-24: Parti del GA

3.4 IOM e pezzi di ricambio

Insieme alla macchina assemblata e trasportata con la stessa tecnica del cooler skid, il PE deve occuparsi di raggruppare in un manuale (completo di tutti i manuali operativi dei componenti) tutte le indicazioni da seguire per collaudare l'impianto. Già in fase di quotazione, ogni fornitore propone un operating manual per il componente che sta vendendo con allegato un disegno e un data sheet, quindi il PE non deve fare altro che recuperarli tutti e inserirli in un file in formato pdf che verrà caricato sul portale utilizzato per la comunicazione con il cliente.



OPERATING AND MAINTENANCE INSTRUCTIONS

Figura 3-25: Copertina del manuale d'istruzioni.

I dati principali da comunicare sono:

- L' anno di produzione
- Il tipo di olio da utilizzare
- La massima temperatura e la tipologia di esposizione
- Il tipo di alimentazione elettrica
- Tutti i materiali utilizzati per il pipe e lo skid
- Il peso dello skid vuoto e in esercizio
- Le istruzioni di sicurezza
- Le istruzioni per il trasporto e il sollevamento
- Le azioni da compier prima di mettere la macchina in funzione
- Le manovre da fare per fermare la macchina
- Le operazioni di manutenzione da svolgere

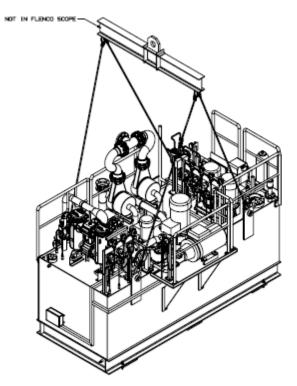


Figura 3-26: Sistema di sollevamento e trasporto

TROUBLE	CAUSE	WHAT TO DO	
low pressure alarm	Insufficient oil delivery due to: piping break insufficient oil in the oil tank dirty duplex filter damages to pump	verify all lube oil piping verify oil level tank verify duplex filter cartridges dismantle the pump	
differential pressure alarm	5. dirty duplex filters 6. cartridgesforeign material on lube oil pipes	5. verify duplex filter cartridges 6. check pipes and remove foreign material	
L.O. pump vibration	7. misaligned pump shaft line 8. worn bearing	7. dismantle pump coupling cover 8. dismantle pump and verify	
L.O pump fail to start	9. electrical circuit open or damaged 10. foreign material in impeller	dismantle the motor and verify wire connections dismantle pump and verify	
oil temperature alarm	11.TCV improper operation 12. foreign material on lube oil pipes and cooler 13. insufficient cooling water flow	11. verify TCV operation 12. check pipes and remove foreign material 13. verify cooling water valves opening	
low and low-low level switch alarms	14. insufficient oil quantity in tank 15. defective operation of level instruments	14 verify that drain valves are closed - verify all lube oil piping 15. verify level instruments and electrical wiring	

Tabella 3-3: Tabella per la risoluzione dei possibili malfunzionamenti

Le spare parts (pezzi di ricambio) sono divise in due tipi:

- Commissioning: fornite dalla Flenco perché incluse nel prezzo (devono coprire tutto il periodo di garanzia).
- Two years: sono i pezzi di ricambio consigliati dalla Flenco per coprire un periodo di durata non superiore ai due anni (a carico del cliente).

Per quanto riguarda il sistema del lube oil tank viene completata una tabella di un file excel con diversi campi di completamento:

- Descrizione del sistema finale (Lube oil tank)
- Descrizione dello strumento.
- KKS dello strumento considerato
- Quantità utilizzata nel sistema
- Quantità consigliata
- Unità di misura
- Codice del pezzo di ricambio
- Prezzo
- Tempi di consegna
- Nome del fornitore
- Numero seriale del pezzo di ricambio

Solitamente i ricambi necessari consigliati dalla Flenco per due anni di funzionamento sono:

- 1/2 cuscinetti per ogni pompa e motore del sistema
- 2 cartucce per ogni filtro
- 1/2 guarnizioni per ogni strumento e ogni valvola utilizzati
- 1/2 valvole manuali per l'intero sistema
- 1 set di pezzi di ricambio per ogni valvola di controllo di pressione e temperatura

Naturalmente nella tabella delle spare parts vengono indicati tutti i ricambi consigliati dalla Flenco e dal cliente, ma sarà cura di quest' ultimo rispettarla.

Part Location Description on Assembly		Illustration Item Number	GE Device Number (if Applicable)		Quantity used on Assembly		Quantity Recommended as Spares	Unit of Meas	
LO	skid			MAV21AP021	1				
LO	LO skid		MAV21AP031		1				
Spare Code	Price to GE (€) EUR	Procureme Cycle	ent	Component Sup OEM	plier	Com	Component Supplier (OEM) Part Number		
				ALLWEILER		NSS65-250/02/221		21	
				ALLWEILER		-	NSS50-250/01/216		

Tabella 3-4: Tabella utilizzata per la lista dei pezzi di ricambio

3.5 Problematiche e loro risoluzione

Le maggiori problematiche Flenco-Cliente riscontrate per queste tre commesse sono state:

- Richiesta di variazione del P&ID per allineamento ad un vecchio progetto e per rispetto della normativa API 614. Il cliente ha accettato sia l'aggiunta della valvola di drenaggio a valle dell'Auxiliary oil pump che lo spostamento del pannello di controllo.
- Richiesta di variazione di un diametro di un tratto di pipe non corrispondente a quello della valvola ad esso contigua. Infatti la valvola di controllo della pressione aveva una bocca di ingresso con diametro diverso (indicato nella BOM) dal diametro del pipe indicato nella tabella dei terminal points. Anche in questo caso la risposta del cliente è stata affermativa.
- Richiesta di variazione da parte della Flenco del GA. Il cliente infatti ha notato qualche leggera discrepanza tra il suo disegno di progetto e il GA emesso dalla Flenco. È stato quindi necessario modificare qualche quota inerente ai terminal points in quanto, come ha spiegato il cliente, vi erano delle restrizioni tassative sul rispetto di quelle quote per questioni di ingombri dovuti al luogo di installazione. I disegnatori della Flenco sono riusciti a risolvere questo problema in collaborazione con il PE ed il PM.
- Richiesta di variazione da parte di Flenco del materiale delle targhette di riconoscimento. Non essendoci stata alcuna precisazione da parte del cliente riguardo il materiale da utilizzare per le nameplates nella BOM, si è deciso di

- richiedere questa precisazione direttamente al cliente. Mentre per una commessa simile in passato si era dovuto usare la plastica, per l'Alba project il cliente ha optato per delle targhette in stainless steel. Fortunatamente non era stato ancora contattato il fornitore e quindi l'errore è stato evitato.
- Richiesta di progettazione di una piastra di protezione per un tratto di parete del tank. Il cliente, tramite una nota del GA, ha richiesto di dimensionare una piastra smontabile situata in un punto strategico della parete del tank. Proprio in questo punto sarà alloggiato lo scambiatore di calore utilizzato per il raffreddamento dell'olio e quindi avrà bisogno di una maggiore protezione. Il cliente ha inoltre stimato i carichi agenti in quel punto della piastra e li ha trascritti sul GA (Figura 3-27).

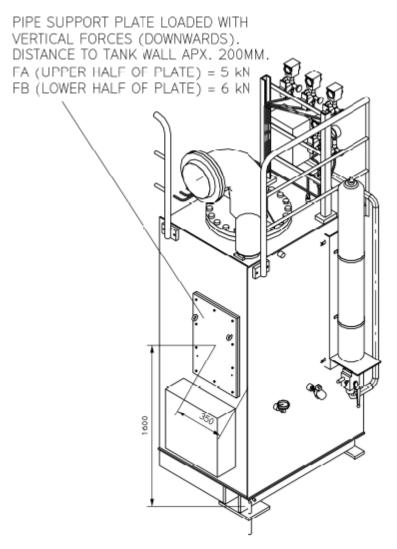


Figura 3-27: Carichi agenti sulla piastra di protezione.

Per comodità si è deciso di considerare solo il carico più gravoso in modo da mantenere lo spessore della piastra intera uniforme. La lunghezza e la larghezza sono state invece scelte in proporzione all' altezza delle pareti del tank.

Lo spessore minimo è stato stimato tramite il calcolo di resistenza a snervamento, a frattura e secondo normativa UNI. Dati:

 $\sigma_{s}=1500~Mpa$ Tensione di snervamento

 $K_{Ic} = 90 Mpa\sqrt{m}$ Tenacità a frattura

BSpessore incognito

 $W = 350 \ mm$ Larghezza

 $a = 5 \, mm$ Lunghezza cricca iniziale ipotizzata

P = 6000 NCarico massimo applicato

$$y = 1{,}12\sqrt{\pi} - 0{,}41\left(\frac{a}{W}\right) + 18{,}7\left(\frac{a}{W}\right)^2 - 38{,}48\left(\frac{a}{W}\right)^3$$
 Fattore di forma

Sono stati dunque calcolati i differenti valori dello spessore tramite le seguenti equazioni:

$$B=2,5(rac{K_{Ic}}{\sigma_s})^2=9~mm$$
Normativa
$$B=rac{P}{\sigma_s(W-a)}=0,012~mm$$
Resistenza a snervamento
$$B=rac{yP\sqrt{a}}{K_{Ic}W}=0,026~mm$$
Resistenza a frattura

Fra i 3 è stato scelto il valore maggiore, quindi lo spessore minimo da garantire alla suddetta piastra è stato 9 mm. Come richiesto dal cliente, la piastra in questione non è stata verniciata perché sarà sottoposta ad una lavorazione superficiale in un momento successivo. Per proteggerla dalla corrosione è stata applicata su di essa un'altra lamiera verniciata.

 Richiesta da parte della Flenco al cliente di modificare il montaggio della cassetta contenente i terminali elettrici in modo da essere conforme alle regole API. E' stato infatti notato che la cassetta nel disegno del cliente era a diretto contatto con la parete del tank; così è stata proposta una diversa sistemazione in modo da rendere più agevole lo smontaggio e dunque la manutenzione.

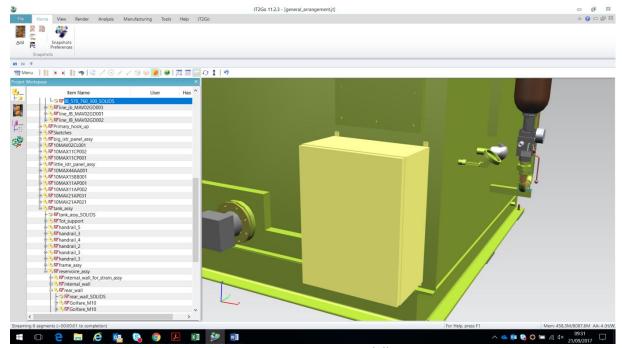


Figura 3-28: Corretto montaggio della cassetta.

- Richiesta di variazione della pendenza di un tratto di pipe da parte del cliente. Il cliente ha notato la mancanza di pendenza di un tratto di tubazione che collega la valvola di controllo della pressione con il resto del circuito. La pendenza minima da garantire è del 5% in modo che l'olio riesca a fluire per tutto il tratto di tubazione e quindi non compromettere la funzione della valvola. Il modello è stato prontamente aggiornato.
- Richiesta di cambiamento della lunghezza e il tipo di montaggio del filtro e del suo relativo tratto di pipe da parte del cliente.

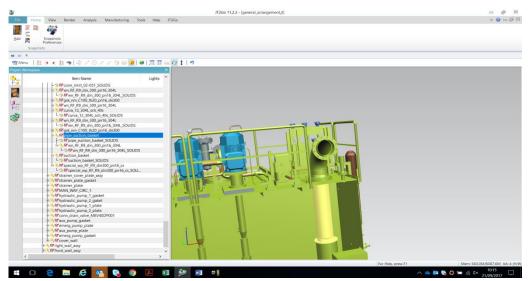


Figura 3-29: Variazione della lunghezza e del montaggio del filtro e del pipe in uscita.

La lunghezza è stata dettata dal GA del cliente e deve permettere che il filtro rimanga completamente immerso nell' olio; quindi deve stare sotto il livello minimo consentito (indicato nel GA).

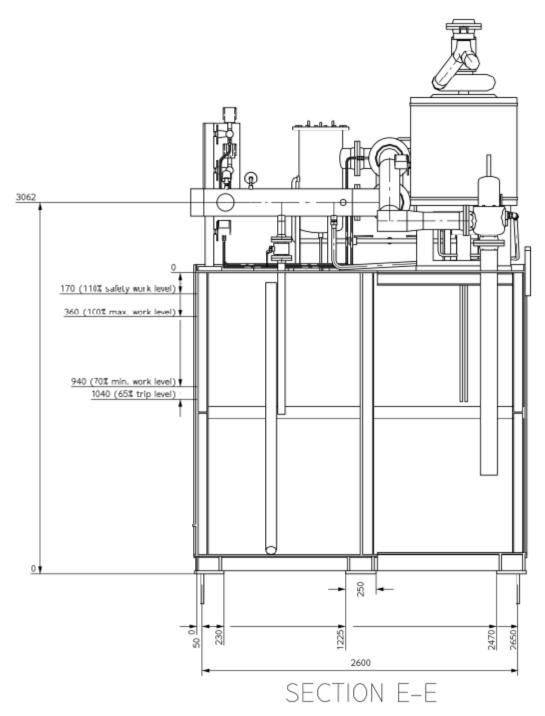


Figura 3-30: Prospetto indicante il livello minimo dell'olio.

Per quanto riguarda il montaggio del pipe, esso è stato realizzato in modo che possa essere rimosso. Mentre nel modello proposto dalla Flenco non era possibile la rimozione in quanto è stato fissato tramite una saldatura, con l'utilizzo di una piastra e di una contro piastra può avvenire il fissaggio e quindi anche lo smontaggio per la pulizia del filtro (come indicato nella BOM).

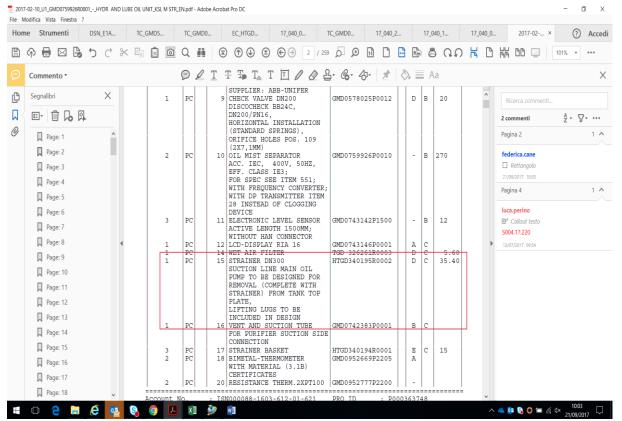


Figura 3-30: Caratteristiche del filtro e del pipe da BOM.

Le problematiche Flenco-Fornitori da segnalare sono state:

- Variazione dei data sheets dei motori. Come già accennato in precedenza, ci sono stati dei problemi nella quotazione dei motori a corrente continua. Per evitare fraintendimenti, si è organizzato un incontro con il fornitore in modo da discutere i data sheets del cliente e quindi evitare che le caratteristiche finali non fossero allineate. Una volta chiariti i punti aperti si è potuto procedere con l'ordine.
- Variazione del modello di accumulatore. Come detto precedentemente, anche le caratteristiche dell'accumulatore non erano allineate con le richieste del cliente, così è stato organizzato anche in questo caso un incontro di chiarimento con il fornitore per la risoluzione del problema. È stato dunque compilata una RDA per un accumulatore da 32 l.
- Per quanto riguarda il sistema di aspirazione dei vapori d'olio, vi è stato un problema sui tempi di consegna. Infatti il fornitore ha corretto i tempi di consegna ed ha allungato il periodo oltre la data di inizio assemblaggio. Questo fatto ha causato qualche disguido non solo per l'officina della Flenco, ma anche per il cliente che, una volta contattato il fornitore, ha rimandato la data di prima ispezione.

Il sistema lube oil tank, essendo un sistema molto più complesso del lube oil cooler ed essendo il costo molto più elevato, è stato monitorato con maggior attenzione dal PE.

La maggior parte del tempo è stata dedicata alla valutazione delle caratteristiche dei componenti offerti e alle richieste di informazioni ai fornitori, mentre il tempo rimanente è stato dedicato alla redazione del GA, alla collaborazione con l'officina, alla stesura del IOM e alla richiesta di quotazione delle spare parts.

4 CONCLUSIONE

L'esperienza alla Flenco Fuid Systems è stata utile per capire più da vicino l'organizzazione del lavoro su commessa in un ufficio tecnico. Il compito del PE si può considerare polivalente in quanto accompagna la commessa in tutto il suo iter. Questa figura ha il compito importante non solo di gestire la commessa sotto il punto di vista tecnico, ma anche di interagire strettamente con cliente e fornitore. Questi ultimi molto spesso sono difficili da accordare in quanto le richieste dell'uno in alcuni casi possono essere di difficile comprensione per l'altro. Il compito del Project Engineer deve essere quello di trovare i giusti compromessi per soddisfare il cliente.

Per quanto riguarda la commessa del Lube Oil Cooler, come è già stato detto, la mansione più difficile del PE è stata nella scelta dello scambiatore di calore e del reperimento dei certificati richiesti dal cliente per la sua approvazione; gli altri componenti infatti sono stati considerati in secondo piano in quanto i fornitori sono gli stessi per tutte queste tipologie di commessa. Il problema riguardo l'errata posizione e nomenclatura dei terminal point del P&ID è stata risolta prontamente dal cliente che ha rimediato al suo errore pubblicando un P&ID aggiornato sul portale dell' azienda e dalla Flenco. La produzione ha prontamente provveduto a correggere la nomenclatura delle targhette di riconoscimento dei terminal point.

Inoltre vi è stata una piccola incongruenza di quote tra disegno e skid assemblato. Infatti una delle ball valves a due vie non poteva essere aperta o chiusa completamente, così si è deciso (in produzione) di ruotare la valvola perpendicolarmente all' asse del pipe in modo da garantire l'apertura o la chiusura completa della leva manuale. Molto spesso capita che i modelli 3D dei componenti utilizzati dai disegnatori possano essere non aggiornati dal fornitore e quindi, a causa della variazione degli ingombri esterni (anche solo di qualche millimetro), può succedere che il General Arrangement e il macchinario assemblato possano non essere allineati riguardo posizione e quote. In questo caso il supporto del reparto produttivo è stato determinante per la buona riuscita della commessa e dunque si è deciso di allineare completamente il GA con il modello reale ruotando la valvola anche se non richiesto specificatamente dal cliente che comunque è rimasto soddisfatto.

Invece per il Lube Oil Tank il lavoro del PE è stato più difficoltoso per via della mole di componenti più alta e per la quantità di certificazione più difficile da reperire. Sono

stati infatti organizzati più meeting e phone call del previsto per la gestione del cliente. Non è facile accordarsi con quest' ultimo poichè molte sue richieste talvolta possono rivelarsi onerose e il budget è sempre più complicato da rispettare.

Uno strumento importante che si è adottato per questa tipologia di commessa è stato quello della Lube Oil Review. Grazie a questi meetings straordinari indetti dal responsabile dell'ufficio tecnico, si sono riuniti tutti i project engineers dell'ufficio in modo da avere pareri diversi e modi diversi su come agire sia per quanto riguarda la gestione della commessa sia per quanto riguarda la gestione tecnica cliente/fornitore. Vi è stato qualche disaccordo dovuto principalmente al metodo diverso adottato da ogni singolo PE, ma grazie a un buon lavoro di squadra la commessa è stata analizzata in modo approfondito in ogni suo singolo problema.

La prima riunione si è concentrata prevalentemente sul GA in modo che la produzione potesse partire il prima possibile per rispettare le scadenze una volta ricevuti tutti i componenti. È stato deciso di modificare il sistema di piping in qualche suo punto per ridurre gli ingombri esterni e permettere un sistema di manutenzione ordinaria e preventiva più agevole. Le altre riunioni si sono invece indette per la gestione dei componenti e si sono analizzate, una per una, tutte le specifiche tecniche in modo che i data sheets fossero analizzati da più PE per evitare ogni tipo di errore o svista. Le ultime riunioni si sono invece concentrate di più sotto il punto di vista del budjet e dei costi di produzione e hanno partecipato solamente il responsabile dell'ufficio tecnico, il responsabile dell' ufficio commerciale e il responsabile dell' ufficio acquisti. Grazie ad un coeso lavoro di squadra non solo tra i PE ma anche tra i colleghi di più reparti è stato possibile raggiungere l'obbiettivo finale.

Reputo questa permanenza in Flenco molto positiva sotto il punto di vista tecnico, a partire dai colleghi che sono stati molto precisi e disponibili nel seguirmi e nel trasmettermi le loro conoscenze in questo campo.

L'unica pecca è stata dal punto di vista pratico in quanto non ho avuto la possibilità di seguire più da vicino la realizzazione e il montaggio degli skid, poiché per una questione di costi e comodità si è deciso di assemblare il tutto nella sede slovena.

5 BIBLIOGRAFIA

- Oleodinamica pneumatica, Sistemi volume 1, Politeko.
- www.cimamotori.com/pdf/classidiisolamentoedtit_gb.pdf
- www.e-rimor.com/sottocategorie/8_Motori-per-alta-temperatura.html
- API 614 5th edition Part 2 Special Purpose Oil Systems.
- ISO 2178 Measurement of coating system
- ISO 2409 Paints and Varnishes
- ISO 12944 1-8 Corrosion protection of steel structures by protective paint systems
- Armando Monte, Elementi di Impianti industriali Vol.1, Libreria Cortina 1994
- Armando Monte, Elementi di Impianti industriali Vol.2, Libreria Cortina 1994
- Costruzione di macchine, Dispense del professore
- https://powergen.gepower.com/products/heavy-duty-vapour-turbines/9e-03gas-turbine.html
- https://powergen.gepower.com/products/heavy-duty-vapour-turbines/6f-03-gas-turbine.html
- https://www.flenco.com/index.php/projects/132-erzin-combined-cyclepower-plant-73