UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTÀ DI MEDICINA E CHIRURGIA

Corso di Laurea in Tecniche della Prevenzione nell'Ambiente e nei Luoghi di Lavoro

IMPLEMENTAZIONE DI UN SISTEMA DI GESTIONE DELLA SALUTE E SICUREZZA SUL LAVORO (SGSL) PER UN IMPIANTO DI TRATTAMENTO DI MISCELE BIFASE

Relatore:

Prof. Giovanni Mazzuto

Tesi di Laurea di:

Lorenzo Giustozzi

A.A. 2019/2020

INDICE

INTRODUZIONE **1**

CAPITOLO 1:

I SISTEMI DI GESTIONE DELLA SALUTE E SICUREZZA SUL LAVORO (SGSL) **5**

1.1: DEFINIZIONI E FINALITÀ 5

1.2: STRUTTURAZIONE DI UN SGSL 7

1.2.1: Plan *10*

1.2.2: Do *18*

1.2.3: Check *20*

1.2.4: Act *22*

1.3: LA CERTIFICAZIONE DI UN SISTEMA DI GESTIONE 25

1.4: PANORAMICA SUL SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO 26

CAPITOLO 2:

L'IMPIANTO DI TRATTAMENTO DI MISCELE BIFASE **29**

2.1: DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO 29

2.2: SCHEMA DEL FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO 31

2.3: COMPONENTI DELL'IMPIANTO 35

2.3.1: Pompa Vergani 32-201 ..... *35*

2.3.2: Eiettore *36*

2.3.3: Serbatoio/separatore verticale Elbi 780-I *38*

2.3.4: Valvole di intercettazione *40*

2.3.5: Condutture *41*

2.3.6: Elettrovalvole pneumatiche *42*

2.3.7: Foxboro Magnetic Flow Transmitter 8000 series *44*

2.3.8: Setra 280E *45*

2.3.9: Foxboro 841 GM-CI1 ..... *46*

2.3.10: Foxboro IDP-10 ..... *48*

2.3.11: Foxboro Vortex DN 50 ..... *49*

2.3.12: Arduino Mega 2560 ..... *51*

2.4: I RISCHI CONNESSI ALL'ESERCIZIO DELL'IMPIANTO ED I POSSIBILI RISCHI NEL CASO REALE 53

CAPITOLO 3:

LA PROGETTAZIONE DEL SGSL DA IMPLEMENTARE ALL'IMPIANTO DI TRATTAMENTO DI MISCELE BIFASE **57**

3.1: PIANIFICAZIONE DEL SGSL 57

3.1.1: L'esame della situazione iniziale *58*

3.1.2: La politica di Salute e Sicurezza *62*

3.1.3: La pianificazione e l'organizzazione del Sistema *63*

3.2: L'ATTUAZIONE DEL SGSL 69

3.3: IL MONITORAGGIO DEL SGSL 75

3.4: IL RIESAME DEL SGSL 77

3.6: LA GESTIONE DEL CASO REALE 78

CAPITOLO 4:

L'ANALISI E LA GESTIONE DI UN'ANOMALIA TRAMITE LA TECNICA DEL "FAULT TREE ANALYSIS", L'ALBERO DEL GUASTO **82**

4.1: LA DESCRIZIONE DELLA TECNICA DI VALUTAZIONE 82

4.2: LA SIMBOLOGIA DEL FAULT TREE ANALYSIS 83

4.3: LO SVILUPPO DELL'ALBERO DEL GUASTO 83

4.4: LA GESTIONE DI UN'IPOTETICA ANOMALIA 84

4.4.1: L'individuazione del Top Event e di tutti gli altri eventi *84*
4.4.2: Rappresentazione grafica *86*
4.4.3: L'equazione *87*
4.4.4: Conclusioni finali *87*
CONCLUSIONI **90**
BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA **92**

INTRODUZIONE

La Qualità Totale è una concezione per la quale tutte le risorse sono coinvolte al raggiungimento degli obiettivi prefissati. L'approccio ad essa è anche conosciuto con la sigla TQM (Total Quality Management), ossia gestione totale della qualità. Tale visione consiste in un approccio strategico molto ampio che comprende sia l'organizzazione aziendale che la stessa cultura aziendale (valori guida). I principali valori guida possono essere identificati nei seguenti:

- Soddisfazione del cliente esterno, come percepisce la qualità il cliente (qualità soggettiva);
- Soddisfazione del cliente interno, ossia la soddisfazione dell'unità produttiva (cliente interno) che compone insieme ad altre il processo aziendale. La gratificazione di un'unità migliora la qualità complessiva del processo;
- Miglioramento continuo, continua ricerca del miglioramento del processo aziendale e dei sistemi aziendali;
- Flessibilità delle risorse, strettamente collegato al miglioramento continuo. Eliminando le rigidità organizzative, si possono attuare cambiamenti per ricercare il miglioramento;
- Cultura aziendale, il personale dell'azienda è consapevole e coinvolto nel raggiungimento degli obiettivi prefissati, svolgendo un ruolo attivo. Inoltre l'azienda è attenta alle relazioni umane interne e offre una formazione continua

del proprio personale, il che permette ad ogni lavoratore di conoscere alla perfezione ciò che fa e di contribuire all'obiettivo principale del miglioramento costante;

- Feed-back, ovvero segnali provenienti da clienti interni ed esterni, fondamentali per verificare sé le azioni adottate apportano effettivamente un miglioramento della qualità, dei processi e del sistema aziendale.

Il miglioramento continuo dei processi aziendali consente di soddisfare i principali target d'impresa, quali l'ottimizzazione della produttività, la riduzione dei costi di impresa (efficienza), la conquista o il mantenimento della domanda e della quota di mercato. Inoltre, nell'approccio alla gestione totale della qualità, si fa anche ricorso alle tecniche di "problem solving", ovvero la ricerca della soluzione migliore al problema riscontrato. Questa visione, adottata come modello organizzativo d'impresa, fa in modo che la sicurezza del lavoro si ponga come obiettivo il "rischio zero" di incidenti ed infortuni, agendo sulla tecnica, sulla tecnologia, sull'ergonomia e sulle risorse umane. Perciò, il principio ispiratore volto all'attuazione della sicurezza, deve essere rivolto ad evitare danni non solo agli uomini che attuano i processi, ma anche a coloro che ne sono estranei, con riguardo non meno attento a cose ed ambiente.

Questo presupposto pertanto, impone due riferimenti fondamentali per lo svolgimento dell'incarico, i quali sono:

- Progettare in sicurezza, ossia seguire tutte le regole, i suggerimenti e le indicazioni dettate dalle conoscenze tecnico-scientifiche e dalla legislazione, affinché la probabilità che si verifichino eventi di rischio siano ridotte ai livelli minimi;
- Progettare la sicurezza, ossia organizzare un'efficiente struttura di uomini, mezzi e procedure ed implementare il sistema tecnico-produttivo di cui si vuole aumentare la sicurezza, affinché gli accadimenti, susseguenti a situazioni di pericolo, non abbiano conseguenze dannose, o nel caso ciò non fosse possibile, questi devono essere limitati il più possibile.

Sul piano operativo il collegamento tra qualità e sicurezza è rappresentato dall'ergonomia, che tende alla ricerca del benessere umano nell'espletamento delle attività lavorative.

Per concludere, si può quindi affermare che la sicurezza si configura come una componente fondamentale della Qualità Totale, che, intervenendo in tutte le aree aziendali, contribuisce al miglioramento della produttività e della redditività. Per questa motivazione, l'implementazione di un Sistema di Gestione della Salute e della Sicurezza sul Lavoro (SGSL) è fondamentale per la ricerca del miglioramento continuo dei processi aziendali, principio necessario per il raggiungimento della Qualità Totale.

Nei capitoli e nei paragrafi seguenti verrà sviluppato l'elaborato in tutti suoi dettagli, con lo scopo di rafforzare il concetto che il Sistema di Gestione della Salute e Sicurezza sul Lavoro (SGSL), è uno strumento efficace ed efficiente che consente il raggiungimento della Qualità Totale. Si partirà dal primo capitolo, che descrive cosa è e come è strutturato il SGSL, per poi proseguire nel secondo capitolo con la descrizione accurata dell'impianto a cui verrà implementato il SGSL, si continuerà con il terzo capitolo, che tratta la progettazione del SGSL da implementare all'impianto oggetto di studio e si concluderà con il quarto e ultimo capitolo riguardante l'analisi e la gestione di una anomalia tramite l'ausilio di una tecnica di valutazione del rischio.

CAPITOLO 1:

I SISTEMI DI GESTIONE DELLA SALUTE E SICUREZZA SUL LAVORO (SGSL)

In questo capitolo verrà descritto cos'è un Sistema di Gestione della Salute e della Sicurezza sul Lavoro (SGSL) e quali siano le sue finalità ed inoltre verrà dettagliata la sua struttura secondo le linee guida Uni-Inail. Infine verrà trattato l'argomento inerente alla certificazione dei Sistemi di Gestione e verrà fatta una panoramica sul Sistema di Gestione Integrato (SGI).

1.1: Definizioni e finalità

Quando si tratta l'argomento dei Sistemi di Gestione della Salute e Sicurezza sul Lavoro (SGSL) ci si trova ad affrontare un ampio e variegato ambito, che non da una semplice definizione di ciò che è illustrato al suo interno, ma fornisce diverse interpretazioni da cui si può evincere il significato e le finalità di quest'ultimo.

Ci sono diverse definizioni che inquadrano il significato di Sistema di Gestione della Salute e Sicurezza sul Lavoro (SGSL), le quali possono essere:

- Insieme di procedure, di sistemi informativi ed informatici dedicati al governo di un processo tipicamente operativo, produttivo o amministrativo;

- "Sistema per stabilire politica ed obiettivi e per conseguire tali obiettivi" (G.Manatta, 2006; Rawlins, 2008);
- Sistema organizzativo finalizzato al raggiungimento degli obiettivi di salute e sicurezza aziendale, progettato con il più idoneo rapporto tra costi e benefici;
- Parte del sistema complessivo di gestione che facilita il controllo dei rischi associati con l'attività dell'Azienda. Questo include la struttura organizzativa e le attività di pianificazione, le responsabilità, le prassi, le procedure, i processi e le risorse per lo sviluppo, l'attuazione, il conseguimento, la revisione e il mantenimento della politica della sicurezza dell'azienda;
- Può essere definito come un sistema strutturato che permette di tenere sotto controllo i risultati aziendali in materia di sicurezza e salute del lavoro e garantire la conformità alla legge.

Le principali finalità di un SGSL sono quelle di definire le modalità per individuare, all'interno della struttura organizzativa aziendale, le responsabilità, le procedure, i processi e le risorse per la realizzazione della politica aziendale di prevenzione, nel rispetto delle norme di salute e sicurezza vigenti, in modo da renderle più efficienti e più integrate nelle operazioni aziendali generali, nell'ottica del miglioramento continuo. Un SGSL è finalizzato a garantire il

raggiungimento degli obiettivi di salute e sicurezza che l'impresa/organizzazione si è data in una efficace prospettiva costi/benefici. Tale sistema si propone infatti di:

- Ridurre i costi complessivi della salute e sicurezza sul lavoro compresi quelli derivanti da incidenti, infortuni e malattie correlate al lavoro, minimizzando i rischi cui possono essere esposti i dipendenti o i terzi (clienti, fornitori, visitatori ecc.);
- Aumentare l'efficienza e le prestazioni dell'impresa/organizzazione;
- Contribuire a migliorare i livelli di salute e sicurezza sul lavoro;
- Migliorare l'immagine interna ed esterna dell'impresa/organizzazione.

1.2: Strutturazione di un SGSL

Il Sistema di Gestione della Salute e Sicurezza sul Lavoro è strutturato (vedi figura 2) sulla base della sequenza ciclica delle fasi di pianificazione, attuazione, monitoraggio e riesame del sistema, per mezzo di un processo dinamico che ha come scopo il miglioramento continuo. La capacità del Sistema di raggiungere gli obiettivi pianificati deriva dall'impegno e dal coinvolgimento di tutte le funzioni aziendali. I contenuti delle fasi possono essere più o meno complessi in funzione di:

- Dimensioni, natura, attività e relativa complessità dell'organizzazione;

- Significatività dei pericoli e rischi presenti, potenziali o residui;
- Soggetti potenzialmente esposti.

Tale sequenza ciclica accennata brevemente sopra, fa riferimento al Ciclo di Deming (vedi figura 1):

- Plan: Fase di definizione degli obiettivi, dei processi e delle risorse;
- Do: Fase di attuazione e realizzazione di quanto pianificato;
- Check: Fase di controllo, misurazione, monitoraggio, verifica. Confronto tra quanto pianificato e quanto attuato;
- Act: Fase di revisione del sistema pianificato, trattamento delle non conformità, per conseguire il miglioramento continuo.

Facendo quindi riferimento a codesto ciclo, possiamo esemplificare le sequenze del Sistema di Gestione della Salute e Sicurezza sul Lavoro, le quali sono:

- Stabilire una politica di salute e sicurezza sul lavoro (SSL), che definisca gli impegni generali per la prevenzione dei rischi ed il miglioramento progressivo della salute e sicurezza;
- Identificare le prescrizioni di legge e dei regolamenti applicabili;
- Identificare tutti i pericoli e valutare i relativi rischi per tutti i lavoratori, associati con i processi, le attività operative ed organizzative (comprese le interazioni fra gli addetti), le sostanze, i preparati pericolosi ecc.;

- Identificare gli altri soggetti potenzialmente esposti (quali, ad esempio i lavoratori autonomi, dipendenti di soggetti terzi ed i visitatori occasionali);
- Fissare specifici obiettivi appropriati, raggiungibili e congruenti con gli impegni generali definiti nella politica;
- Elaborare programmi, definendo priorità, tempi e responsabilità ed assegnando le necessarie risorse;
- Stabilire le modalità più appropriate, in termini di procedure e prassi, per gestire i programmi;
- Sensibilizzare la struttura aziendale al raggiungimento degli obiettivi prefissati;
- Attuare adeguate attività di monitoraggio, verifica e controllo, per garantire il corretto funzionamento del Sistema;
- Procedere all'avviamento delle opportune azioni correttive e preventive in funzione degli esiti del monitoraggio;
- Effettuare un periodico riesame per valutare l'efficacia e l'efficienza del Sistema nel raggiungere quanto pianificato nonché per valutarne l'adeguatezza rispetto, sia alla specifica realtà aziendale che ai cambiamenti interni/esterni, modificando, sé necessario, politica ed obiettivi della salute e sicurezza, tenendo conto dell'impegno al miglioramento continuo.

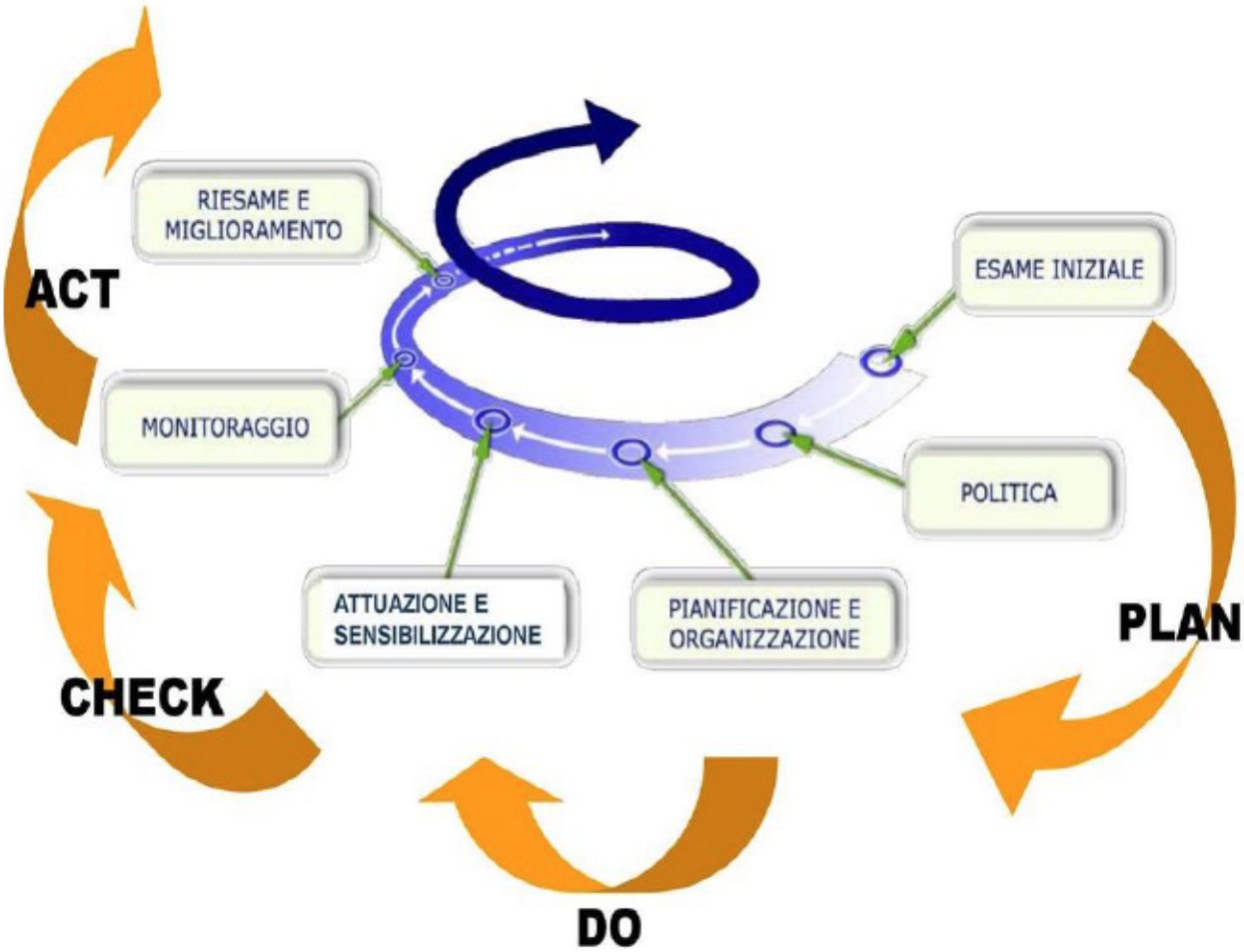


Figura 1_Ciclo di Deming

1.2.1: Plan

Il primo passo verso la strutturazione di un Sistema di Gestione della Salute e Sicurezza sul Lavoro è quello della pianificazione, o Plan seguendo il Ciclo di Deming. In questa fase troviamo tre punti principali, ovvero l'esame iniziale, la politica della Salute e Sicurezza sul Lavoro (SSL) e la pianificazione ed organizzazione.

L'esame iniziale è una valutazione iniziale della situazione all'interno dell'azienda/organizzazione, necessario per capire quale è la base da cui partire per sviluppare poi tutta la struttura del SGSL. La politica della SSl definita e documentata dai vertici aziendali, indica la visione, i valori essenziali e le convinzioni dell'azienda sul tema in questione ed è importante soprattutto per definire la direzione, i principi d'azione e i risultati a cui tendere per raggiungere gli obiettivi prefissati. La definizione della politica ed i suoi eventuali aggiornamenti devono sempre tener conto dell'attività svolta e della dimensione dell'azienda/organizzazione, della natura e del livello dei rischi presenti, della tipologia dei contratti di lavoro e dei risultati dell'esame iniziale e dei successivi monitoraggi. L'individuazione della politica è fondamentale soprattutto per dare maggiore visibilità all'azienda/organizzazione, sia verso l'interno che verso l'esterno, ed anche per dimostrare l'impegno assunto nei confronti del tema della SSL. Riassumendo, la politica della Salute e Sicurezza sul Lavoro aiuta a dimostrare quali siano i traguardi da raggiungere, ed al suo interno include:

- L'impegno nel rispettare la legislazione in materia di Salute e Sicurezza sul Lavoro;
- L'affermazione che la responsabilità della gestione riguarda l'intera organizzazione, dal Datore di Lavoro ai lavoratori, ognuno con specifiche attribuzioni e competenze;

- L'impegno nel considerare la tutela della SSL ed i relativi risultati come parte integrante della gestione aziendale;
- L'impegno al miglioramento continuo ed alla prevenzione dei rischi;
- L'impegno nel fornire le risorse umane e gli strumenti necessari al fine di raggiungere gli obiettivi prefissati;
- L'impegno nella sensibilizzazione e nella formazione dei lavoratori, affinché svolgano i lori compiti in sicurezza ed assumano le loro responsabilità in materia di SSL;
- L'impegno nel coinvolgimento di tutto il personale dell'azienda/organizzazione, anche attraverso i loro rappresentanti per la sicurezza;
- L'impegno nel revisionare la politica stessa e il Sistema di Gestione attuato, ai fini della ricerca del miglioramento continuo;
- L'impegno nel definire e diffondere all'interno dell'azienda gli obiettivi che si vogliono raggiungere ed i relativi programmi di attuazione.

Come ultimo e terzo punto troviamo la pianificazione ed organizzazione, ovvero la formulazione di uno specifico piano che permette la concretizzazione della politica precedentemente individuata. I metodi utilizzati per pianificare il raggiungimento degli obiettivi di SSL, devono essere coerenti con quelli utilizzati per pianificare il raggiungimento degli altri obiettivi aziendali. La pianificazione

innanzitutto deve tener conto delle attività lavorative ordinarie e straordinarie, comprese quelle di emergenza, delle attività di tutto il personale (lavoratori con contratti atipici, fornitori, visitatori ecc.), che ha accesso al luogo di lavoro o potrebbe interferire con le attività lavorative svolte, delle strutture, dei luoghi e metodi di lavoro, delle macchine, degli impianti, delle attrezzature, delle sostanze utilizzate, sia che siano quelle proprie dell'azienda sia che vengano fornite da terzi e delle modalità più adeguate per presidiare i processi aziendali, così da prevenire le inefficienze nonché individuare e pianificare le attività di modifica organizzativa, strutturale, procedurale, produttiva, tecnologica, tenendo conto delle esigenze di tutela della SSL. I requisiti chiave per lo sviluppo di un eccellente processo di pianificazione sono:

- Definizione e graduazione degli obiettivi finalizzati al mantenimento e al miglioramento del Sistema;
- Determinazione dei criteri di valutazione idonei a dimostrare l'effettivo raggiungimento degli obiettivi stessi;
- Predisposizione di un piano per il raggiungimento di ciascun obiettivo contenente anche le mete intermedie, ove necessarie, l'individuazione delle figure/strutture coinvolte nella realizzazione del piano stesso e l'attribuzione dei compiti e delle responsabilità relative;
- Definizione delle risorse necessarie, comprese quelle economiche;

- Previsione delle modalità di verifica del piano adottato, al fine di valutare l'efficacia e l'effettivo raggiungimento degli obiettivi.

Per quanto riguarda l'organizzazione del SGSL, innanzitutto si dovrebbero definire le responsabilità, in coerenza con lo schema organizzativo e funzionale dell'azienda. Nella definizione dei compiti organizzativi e operativi della direzione aziendale, dei dirigenti, dei preposti e dei lavoratori, dovrebbero essere esplicitati e resi noti anche quelli relativi alle attività di sicurezza di loro competenza, nonché le responsabilità connesse all'esercizio delle stesse, ed i compiti di verifica, ispezione e sorveglianza in materia di Salute e Sicurezza sul Lavoro (SSL). Le responsabilità e le attribuzioni in capo al Datore di Lavoro e della direzione aziendale, sono quelle di realizzare il SGSL e la politica di SSL relativa, definire gli obiettivi di mantenimento e miglioramento del SGSL, e stabilire quali siano le risorse tecniche ed economiche finalizzate alla realizzazione di tutto il processo. Inoltre, il Datore di Lavoro (DL) può individuare un soggetto, ovvero il Responsabile del Sistema di Gestione della Sicurezza (RSGS), il quale potrebbe essere il Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione (RSPP), cioè la persona in possesso delle capacità e dei requisiti professionali di cui all'art. 32 del D.lgs. 81/2008, a cui affidare in tutto o in parte il compito, indipendentemente da ulteriori responsabilità aziendali, di coordinare o verificare che il Sistema di Gestione della Salute e Sicurezza sul

Lavoro sia realizzato ad opera d'arte. Un'altra parte della fase di organizzazione è quella del coinvolgimento del personale, infatti l'azienda dovrebbe definire modalità adeguate di coinvolgimento dei lavoratori o dei loro rappresentanti, le quali possono essere:

- La consultazione preventiva in merito all'individuazione e valutazione dei rischi ed alla definizione delle misure preventive;
- Riunioni periodiche da effettuarsi con frequenza e modalità che tengano conto almeno delle richieste fissate dalla legislazione vigente (almeno una volta all'anno);
- Riunioni previste per la gestione aziendale, adottate per il coinvolgimento del personale;
- Creazione di gruppi o comitati di analisi e discussioni su particolari temi di SSL;
- Raccolta di osservazioni e commenti sulle misure preventive adottate, sull'organizzazione del SGSL, sulle procedure ed i metodi di lavoro.

Successivamente, un altro punto della seguente fase, è quello della formazione e dell'addestramento relativi alla sicurezza in azienda, e della consapevolezza che devono avere i lavoratori. Infatti l'azienda/organizzazione, deve, attraverso corsi di formazione, addestramento, informative divulgate ai dipendenti, far capire l'importanza che tutti hanno nello svolgere le giuste azioni, ai fini del corretto

funzionamento del SGSL. Un ulteriore punto fondamentale è quello della comunicazione, infatti la circolazione delle informazioni all'interno dell'azienda è un elemento fondamentale per garantire livelli adeguati di consapevolezza ed impegno riguardo alla politica adottata in tema di SSL. Per garantire ciò, è importante la cooperazione tra tutti i soggetti interessati, sia interni che esterni; per questo motivo, maggiore è la condivisione delle informazioni e la partecipazione attiva alla gestione del Sistema, maggiore sarà la probabilità di prevenire infortuni e le malattie professionali. La direzione dunque, dovrebbe definire ed attuare in seguito modalità di comunicazione su politiche, obiettivi, programmi e risultati, dovrebbe incoraggiare l'informazione relativa alla SSL e la comunicazione interpersonale per migliorare gli aspetti relazionali. Pertanto il personale deve essere consultato sulle questioni afferenti alla SSL, sui cambiamenti previsti che andrebbero ad influenzare la SSL e sulla successiva fase di attuazione, e va informato su chi è il responsabile del processo e sui soggetti con incarichi specifici inerenti alla SSL in azienda. A questo scopo si dovrebbe realizzare:

- Un'adeguata comunicazione interna che favorisca la cooperazione fra tutti i livelli aziendali, finalizzata alla raccolta ed alla diffusione delle informazioni, attraverso l'utilizzo di strumenti adeguati in funzione delle specifiche esigenze e dimensioni dell'impresa;

- Un'opportuna comunicazione esterna rivolta ai committenti, fornitori, collaboratori esterni, clienti, visitatori, soggetti interessati ed alle autorità competenti;
- La diffusione della politica sulla SSL.

L'ultima parte riguardante la fase dell'organizzazione è la documentazione, strumento importante che consente la gestione nel tempo delle conoscenze pertinenti alla specifica realtà produttiva, anche con l'obiettivo di contribuire all'implementazione ed al monitoraggio del Sistema adottato. La documentazione dovrebbe essere tenuta ed aggiornata per mantenere il Sistema efficiente ed efficace. Tutte le attività svolte dovrebbero essere documentate e registrate ed inoltre, dovrebbero essere stabilite modalità riguardanti la gestione della documentazione, in particolare, l'eventuale figura incaricata a svolgere tale incarico, i tempi di conservazione di essa, il collegamento tra la gestione della documentazione e i flussi informativi interni ed esterni all'azienda/organizzazione ed i contenuti e la forma (supporti cartacei, elettronici, audiovisivi). In ogni caso l'azienda stabilisce e mantiene le informazioni relative alla strutturazione del SGSL, per la corretta gestione di esso.

1.2.2: Do

Definita la fase di pianificazione, si entra nel vivo della strutturazione dell'SGSL, andando ad affrontare la fase di attuazione e sensibilizzazione, o DO seguendo il Ciclo di Deming, ovvero la realizzazione di ciò che è stato pianificato. L'azienda, affinché riesca ad attuare quanto programmato, dovrebbe integrare la gestione della sicurezza con la gestione complessiva dell'azienda. In particolare, dovrebbe assicurare:

- Che tutte le componenti aziendali siano sensibilizzate ed attivate rispetto agli obiettivi di SSL;
- Che sia evitato lo spreco di risorse;
- Che siano adeguate, chiare e definite le responsabilità in materia di SSL;
- Che tutti i lavoratori possano collaborare tra di loro;
- Che tutte le decisioni prese portino un vantaggio in merito alla SSL;
- Che la valutazione dei risultati raggiunti dall'azienda tenga anche conto delle prestazioni fornite in materia di SSL.

Successivamente, l'azienda dovrebbe anche impegnarsi affinché vengano determinate le modalità per l'individuazione dei propri processi, delle correlazioni ed influenze reciproche, e vengano determinate le modalità per l'analisi e lo studio di soluzioni per le modifiche eventuali dei processi, per raggiungere gli obiettivi di SSL e per migliorare l'efficacia e l'efficienza del SGSL.

L'azienda/organizzazione, una volta individuate le aree di intervento correlate agli aspetti di SSL, deve gestirle in maniera efficace, ed in particolare deve:

- Evidenziare le misure di prevenzione e protezione (compresi gli aspetti organizzativi e relazionali) e le interrelazioni tra i vari soggetti e processi aziendali che influenzano la SSL;
- Definire chi sono i soggetti che devono svolgere determinati ruoli con determinate funzioni e responsabilità;
- Definire i metodi di gestione necessari al raggiungimento degli obiettivi prefissati.

Inoltre, l'azienda sarebbe tenuta a stabilire ed aggiornare in seguito:

- Le procedure per affrontare situazioni difformi a quanto stabilito nella politica, definendo nelle stesse i criteri operativi;
- Le procedure che riguardino gli aspetti di SSL inerenti all'acquisizione di beni e servizi impiegati dall'organizzazione, comunicando le opportune informazioni a fornitori ed appaltatori;
- Le procedure per la gestione delle emergenze con i relativi criteri operativi.

Infine, l'azienda dovrebbe individuare e definire, al fine del raggiungimento degli obiettivi prefissati e del funzionamento del SGSL, precise disposizioni alle funzioni aziendali interessate, in materia di assunzioni e qualificazione del personale, organizzazione del lavoro, acquisto di attrezzature, strumentazioni,

materie prime, ausiliarie e di consumo, manutenzione ordinaria e straordinaria, qualificazione e scelta dei fornitori e degli appaltatori.

1.2.3: Check

Definita anche la fase di attuazione e sensibilizzazione, si arriva alla fase di monitoraggio, o CHECK seguendo il Ciclo di Deming, ovvero la fase in cui avviene il controllo e la verifica di quanto pianificato ed attuato. La fase di monitoraggio si applica su due livelli differenti. Per quanto riguarda il primo livello, si tratta della verifica del raggiungimento degli obiettivi pianificati. Tale attività dovrebbe essere svolta generalmente dalle risorse interne della struttura, sia in autocontrollo da parte dell'operatore, sia da parte dei vari preposti, ma può comportare, per aspetti più specialistici (come verifiche strumentali), il ricorso ad altre risorse (esterne ad esempio). Mentre il controllo dei provvedimenti di natura organizzativa e procedurale relativi alla SSL, necessari al corretto ed efficace funzionamento del SGSL, dovrebbe essere affidato ai soggetti già definiti in sede di attribuzione delle responsabilità (preposti, dirigenti ecc.). Per quanto riguarda il secondo livello, si tratta del monitoraggio sulla funzionalità del Sistema (verifica ispettiva interna), che ha lo scopo di stabilire sé esso è conforme a quanto pianificato, sé è correttamente implementato ed applicato, sé è mantenuto attivo e se consente il raggiungimento degli scopi per cui è stato adottato, ovvero il

miglioramento continuo delle condizioni di salute e sicurezza negli ambienti di lavoro. Tale fase di verifica e controllo, dovrebbe consentire ai vertici dell'azienda/organizzazione, l'adozione di decisioni strategiche per permettere il miglioramento della SSL; per tale motivo, questo livello di monitoraggio dovrebbe essere svolto da personale competente e qualificato, correttamente formato ed addestrato, che assicuri l'obiettività e l'imparzialità, e soprattutto che sia indipendente dal settore di lavoro dove viene svolta la verifica. Al fine di permettere un efficace monitoraggio sui due livelli esplicati in precedenza, un'azienda/organizzazione dovrebbe prevedere la realizzazione di un piano di monitoraggio. Tale piano, si dovrebbe strutturare attraverso:

- La pianificazione temporale delle verifiche (frequenza e tempistiche);
- L'attribuzione di compiti e di responsabilità, in relazione all'esecuzione dei monitoraggi;
- La descrizione delle metodologie di verifica e controllo da seguire;
- Le modalità di segnalazione delle eventuali situazioni di non conformità.

L'ultimo punto di tale elenco è fondamentale, affinché si possano, tempestivamente, definire le opportune azioni correttive; questo è possibile farlo attraverso l'attribuzione di autorità, responsabilità e risorse necessarie ad individuare le non conformità ed agire in breve tempo al fine di correggere e modificare ciò che non è stato pianificato o attuato correttamente. Infine, ci sono

alcuni criteri che forniscono una guida nella realizzazione di un efficace piano di monitoraggio, i quali sono:

- La coerenza fra il livello di rischio individuato, il grado di sicurezza dei provvedimenti tecnici, organizzativi e procedurali di prevenzione adottati, la frequenza ed il livello di affidabilità dei monitoraggi esercitati;
- L'affidamento delle responsabilità dei controlli di prevenzione a persone adeguatamente preparate, formate ed addestrate nel merito dei rischi che i provvedimenti di prevenzione pianificati tutelano.

1.2.4: Act

L'ultima fase del SGSL è quella del riesame e del miglioramento, o ACT seguendo il Ciclo di Deming, ovvero la fase il cui viene effettuato il resoconto della attività di pianificazione, attuazione e monitoraggio del Sistema. Lo scopo di tale fase è di valutare sé il Sistema adottato sia adeguatamente implementato e sé si mantenga idoneo al conseguimento degli obiettivi e della politica di SSL stabilita dall'azienda. I classici argomenti che vengono revisionati sono:

- Le statistiche sugli infortuni e sulle malattie professionali;
- I risultati dei monitoraggi interni;
- Le azioni correttive intraprese;
- I rapporti sulle emergenze (reali o simulate);

- I rapporti sull'efficacia del Sistema di Gestione;
- I rapporti sull'identificazione dei pericoli e valutazione e controllo dei rischi.

In conclusione, oltre alla valutazione dello stato di conseguimento degli obiettivi già pianificati, il DL, tenendo in considerazione i risultati dei monitoraggi, delle azioni correttive intraprese e delle modifiche effettuate, dovrebbe stabilire nuovi obiettivi e piani, nell'ottica del miglioramento continuo e progressivo, considerando l'opportunità di modificare la politica, le procedure o altri elementi del Sistema.

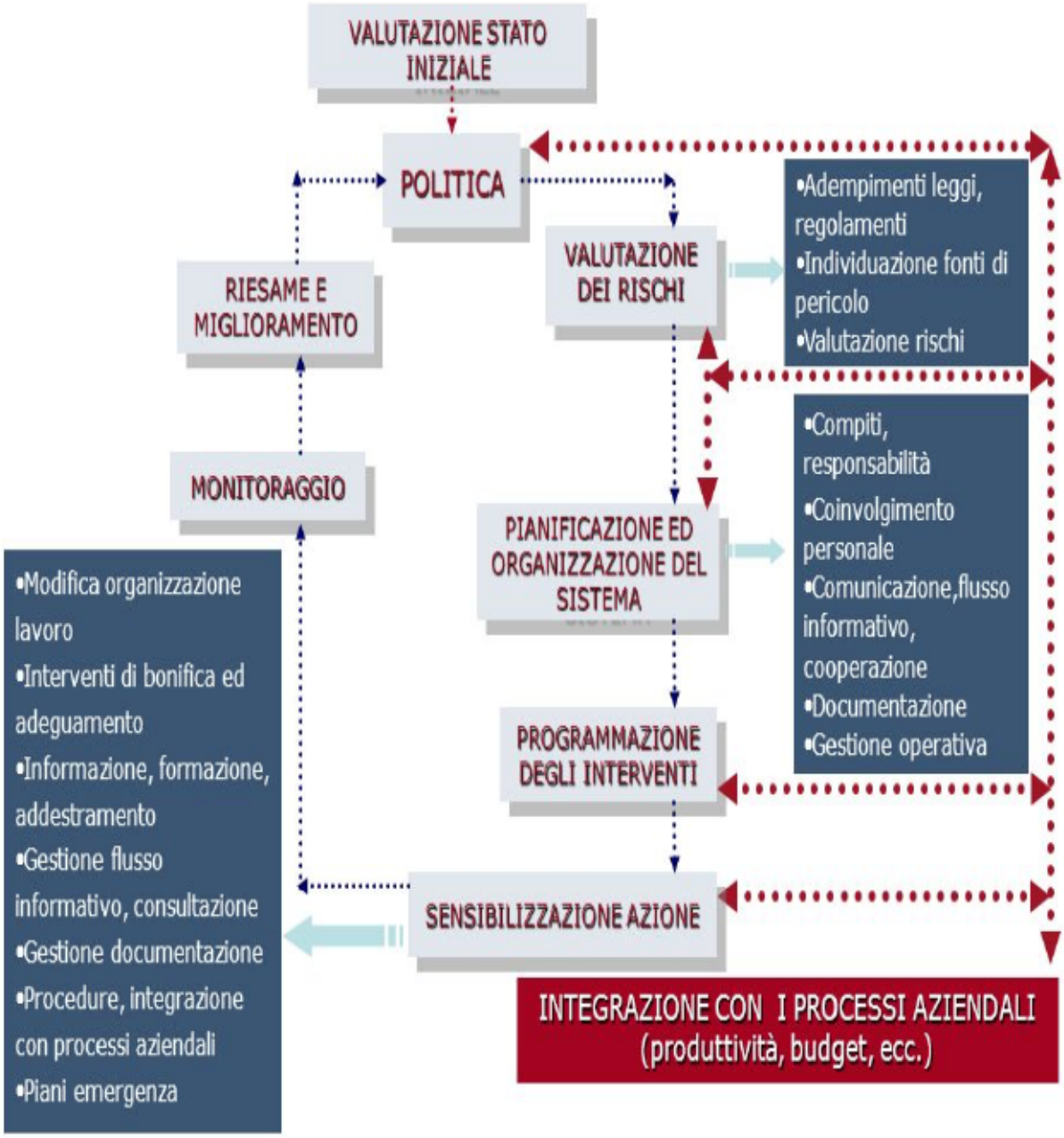


Figura 2_Strutturazione SGSL

1.3: La certificazione di un Sistema di Gestione

La certificazione di un Sistema di Gestione riveste un'importanza particolare per l'azienda/organizzazione che lo adotta e lo implementa. Partendo dal fatto che non è un obbligo di legge dover certificare il Sistema di Gestione ma una scelta volontaria dell'impresa che ha deciso di adottarlo, la certificazione comporta una serie di vantaggi e benefici, i quali sono:

- Essere previlegiati nel mercato riguardante la propria organizzazione;
- Essere conformi e rispettare specifici requisiti di legge;
- Essere attrezzati di fronte al continuo sviluppo tecnologico, che richiede processi sempre più sofisticati e all'avanguardia.

Per tali ragioni, le imprese più lungimiranti conoscono, a partire dai vertici dirigenziali, il valore aggiunto che una certificazione può dar loro. Inoltre, la comunicazione della propria politica di gestione del rischio diventa determinante per quelle aziende che vogliono essere percepite come affidabili e trasparenti, e la certificazione in questo senso assume un ruolo fondamentale, conferendo a tale comunicazione autorevolezza e credibilità. Infine, la certificazione del Sistema di Gestione del rischio va ben oltre la semplice conformità ai requisiti di legge, infatti introduce nuovi obiettivi più coerenti con uno sviluppo sostenibile e incrementa i vantaggi ed i benefici sul lungo periodo.

1.4: Panoramica sul Sistema di Gestione Integrato

Il Sistema di Gestione Integrato (SGI) è l'amministrazione unica delle normative ISO in materia di qualità, ambiente e sicurezza sul lavoro. Le certificazioni ISO hanno lo scopo di standardizzare le attività aziendali in modo da poter garantire:

- Alte prestazioni all'impresa;
- Applicazioni di specifici parametri per il raggiungimento di obiettivi predefiniti;
- Approccio di ottimizzazione costante, processi aziendali che mirano al miglioramento continuo.

Il SGI unisce le tre normative principali per la gestione del rischio:

- ISO 9001: riguardante il Sistema di Gestione della Qualità;
- ISO 14001: riguardante il Sistema di Gestione dell'Ambiente;
- ISO 45001 (ex OHSAS 18001): riguardante il Sistema di Gestione della Salute e Sicurezza.

Questi Sistemi nascono come indipendenti gli uni dagli altri, ma la loro gestione integrata permette il miglioramento del processo produttivo d'impresa, grazie anche ad una visione d'insieme delle peculiarità di ciascuno di esso. Un SGI permette di sfruttare tutti i punti che la sicurezza, la qualità del processo e la gestione ambientale hanno in comune, in modo da rendere l'organizzazione più efficace ed efficiente.

Gli obiettivi del Sistema di Gestione Integrato sono:

- Evitare le duplicazioni o le sovrapposizioni delle procedure dei Sistemi adottati (esempio: programma di manutenzione che ricada sia sulla sicurezza, sia sulla qualità, sia sui parametri ambientali da rispettare);
- Prevenire o eliminare possibili interferenze tra le normative;
- Ottimizzazione del tempo a disposizione e razionalizzazione delle operazioni, in modo da mantenere bassi i costi generali e migliorare l'efficienza della gestione;
- Inglobare le attività già esistenti che rispondono a diversi scopi e che possono essere utilizzate e distribuite nel processo d'integrazione.

Tali obiettivi si riflettono sulle capacità dell'impresa di operare in ottica di efficacia ed efficienza globale, adottando strumenti che possano permettere di controllare i processi e le attività dell'azienda. Successivamente, la gestione integrata dei Sistemi di Qualità, Ambiente e Sicurezza permette all'organizzazione una crescita coerente e precisa, ed in particolare offre i seguenti vantaggi:

- Unificazione degli obiettivi di miglioramento continuo e definizione dei criteri decisionali e dei programmi di attuazione;
- Coinvolgimento del personale a tutti i livelli, in modo da razionalizzare ogni ruolo d'impiego e maturare responsabilità e senso etico del lavoro;

- Definizione chiara dei ruoli, delle responsabilità e dell'impatto che ogni attività può avere sul raggiungimento degli obiettivi fissati;
- Unicità del sistema documentale e della gestione dei dati, evitando le duplicazioni di registrazioni comuni ai vari ambiti e facilitando la comunicazione interna attraverso la condivisione delle informazioni;
- Individuazione di nuovi approcci strategici grazie all'analisi dei processi globali, in ottica di impatto ambientale e di riduzione dei rischi per i lavoratori;
- Elevare l'immagine dell'azienda rispetto alla media presente nel mercato, sia nei confronti di potenziali clienti che di altri stakeholder (qualsiasi soggetto direttamente o indirettamente coinvolto in un progetto o nell'attività di una azienda).

In conclusione, la gestione integrata di queste normative comporta benefici in tre aspetti basilari dell'azienda, i quali sono:

- Economico;
- Strategico;
- Organizzativo.

CAPITOLO 2:

L'IMPIANTO DI TRATTAMENTO DI MISCELE BIFASE

In questo capitolo verrà descritto dettagliatamente l'impianto in tutte le sue varie componenti e verranno delineati tutti i possibili rischi connessi al suo esercizio. Infine, si farà anche un accenno relativo ai possibili rischi associati ad un impianto reale.

2.1: Descrizione dell'impianto

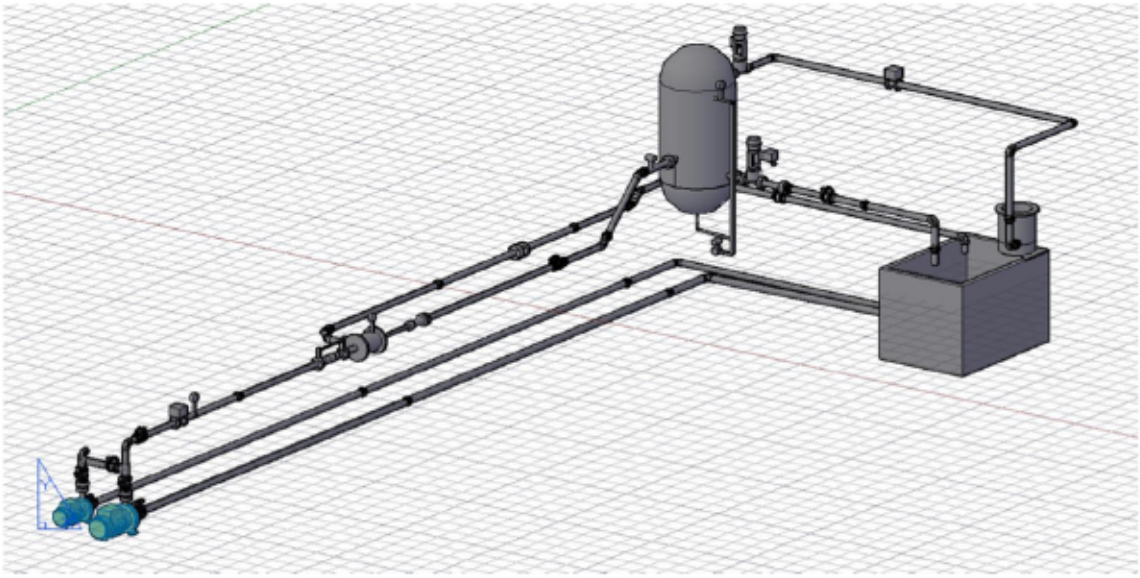


Figura 3_Impianto di trattamento miscele bifase rappresentato in 3D in tutte le sue componenti

L'impianto (vedi figura 3) utilizzato per l'implementazione del Sistema di Gestione della Salute e Sicurezza sul Lavoro (SGSL), è un impianto sperimentale situato all'interno del Laboratorio del Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche dell'Università Politecnica delle Marche. Esso simula una classica situazione che si presenta nei processi di estrazione, ovvero sfruttare la pressione di un giacimento la quale è più alta di quella di trasporto per creare un'aspirazione su un secondo giacimento la cui pressione non è sufficientemente alta per il trasporto sulla linea. Nel caso in questione, il fluido motore, cioè quello a pressione più alta, sarà un liquido mentre ciò che verrà aspirato sarà un gas. Nella realtà parleremo di petrolio greggio e gas (metano per esempio), mentre nell'impianto sperimentale saranno utilizzati acqua e aria. In sostanza l'impianto in questione consiste in un sistema di pompaggio ad eiettore per il trasporto di fluidi bifase gas-liquido.

2.2: Schema del funzionamento dell'impianto

Il funzionamento dell'impianto è riportato nello schema sottostante (vedi figura 4) e le sue componenti nella tabella sottostante (vedi tabella 1).

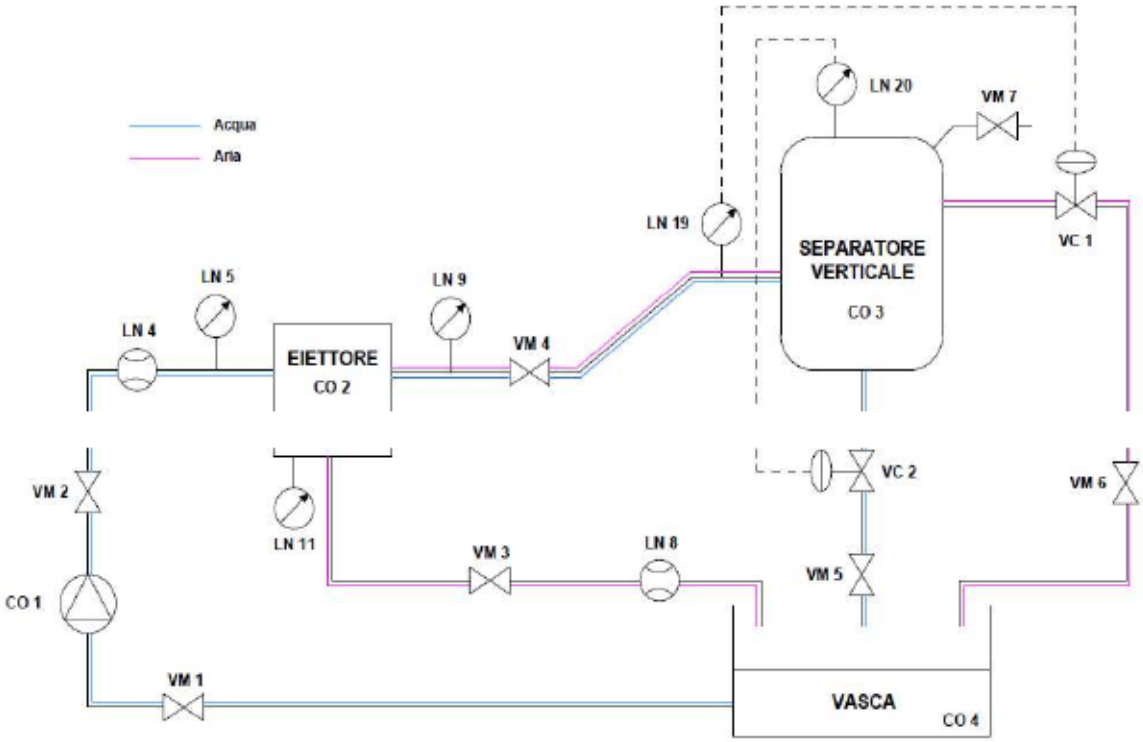


Figura 4_Schema impianto

INDICE	DESCRIZIONE
CO1	Pompa Centrifuga monoblocco Vergani 32-201
CO2	Eiettore
CO3	Serbatoio/Separatore verticale Elbi 780-I
CO4	Serbatoio aperto/Vasca
LN4	Sensore portata Foxboro Magnetic Flow Transmitter
LN5	Sensore portata assoluta Setra 280 E
LN8	Sensore portata volumetrica Foxboro Vortex DN 50
LN9	Sensore portata assoluta Setra 280 E
LN11	Sensore portata assoluta Setra 280 E
LN19	Sensore pressione relativa Foxboro 841GM-CI1
LN20	Sensore pressione differenziale Foxboro IDP-10
VC1	Elettrovalvola pneumatica ECKARDT MB6713
VC2	Elettrovalvola pneumatica ECKARDT MB6713
VM1	Valvola di intercettazione 2 vie FIP DN 50 PN 16
VM2	Valvola di intercettazione 2 vie FIP DN 50 PN 16
VM3	Valvola di intercettazione 2 vie FIP DN 50 PN 16
VM4	Valvola di intercettazione 2 vie FIP DN 50 PN 16
VM5	Valvola di intercettazione 2 vie FIP DN 50 PN 16
VM6	Valvola di intercettazione 2 vie FIP DN 50 PN 16

Tabella 1_Legenda schema impianto

La pompa CO1, collegata al serbatoio aperto/vasca CO4 preleva una portata d'acqua Q1 e la invia, ad una certa pressione P1, all'eiettore CO2, il cui funzionamento dettagliato sarà illustrato successivamente (nel caso reale ovviamente non ci sarà bisogno dell'ausilio di una pompa per prelevare il petrolio greggio grazie allo sfruttamento della pressione di giacimento, finché disponibile). Nell'eiettore avviene la trasformazione di energia di pressione in energia cinetica del liquido. La depressione che si verrà a creare richiama dall'esterno una portata di aria alla pressione atmosferica (o gas naturale nel caso reale). All'uscita dell'eiettore si realizza l'intimo contatto tra i due fluidi e il contemporaneo recupero di pressione della miscela formatasi rispetto al valore esistente nella cassa dell'eiettore. Inoltre il cono divergente situato all'uscita dell'eiettore, realizzato in materiale trasparente (perspex), garantisce un ulteriore recupero di pressione. La miscela bifase formata confluisce nel serbatoio a pressione CO3, il quale funge da separatore verticale della componente liquida e gassosa. Mediante due elettrovalvole VC1 e VC2 è possibile controllare rispettivamente il flusso d'acqua e il flusso d'aria in uscita; questo garantisce il regolamento della pressione e il livello di liquido all'interno del serbatoio.

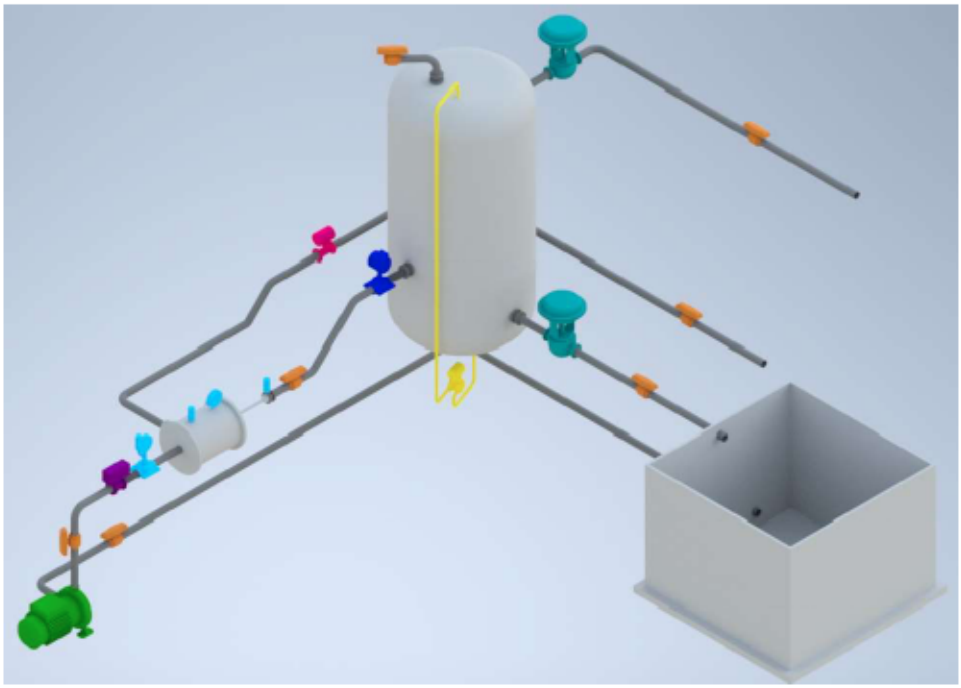


Figura 5_Schema 3D dell'impianto

L'impianto inoltre (vedi figura 4 e 5) è dotato di una serie di sensori (pressione, flusso, livello) che permettono di monitorare l'intero processo. I sensori in questione sono tutti di tipo analogico e la loro lettura è totalmente gestita dalla piattaforma hardware Arduino Mega 2560, la quale integra un microcontrollore ATmega2560. Oltre alla lettura dei sensori, tale piattaforma ha il compito di controllare le elettrovalvole VC1 e VC2 in modo da mantenere le condizioni di processo stabili, come prestabilite inizialmente (pressione e livello all'interno del serbatoio).

2.3: Componenti dell'impianto

Di seguito verranno descritte in maniera più dettagliata le varie componenti dell'impianto in questione.

2.3.1: Pompa Vergani 32-201

Figura 6_Pompa Vergani 32-201

Si tratta di una pompa centrifuga monoblocco (vedi figura 6 e tabella 2) flangiata direttamente al motore, identificata nella figura 4 e nella tabella 1 con la dicitura CO1. Il corpo è diviso verticalmente, con la bocca aspirante assiale e quella premente radiale rivolta verso l'alto; l'albero motore prolungato è supportato da cuscinetti a sfere lubrificate a grasso, che non necessitano di lubrificazione periodica. La girante è calettata direttamente sull'albero motore.

CARATTERISTICHE POMPA	
Modello	Vergani 32-201
Giri al minuto	2900 rpm
Capacità	233 l/min
Portata	14 m^3/h
Potenza	7,5 Kw
Prevalenza	54,25 m

Tabella 2_Caratteristiche pompa

2.3.2: Eiettore

Figura 7_Eiettore impianto

L'eiettore (vedi figura 7) in questione è identificato nella figura 4 e nella tabella 1 con la dicitura CO2. È un dispositivo molto simile ad una pompa avente due sostanziali differenze:

- Assenza di parti in movimento;
- È alimentato da un flusso di un fluido.

La mancanza di parti in movimento e la conseguente estrema semplicità dell'apparato, i bassi costi di manutenzione e installazione, l'assenza di problemi di tenute, fanno di tale componente una macchina che può offrire notevoli possibilità di applicazione nel trasporto sia di miscele di idrocarburi che di gas. Il principio di funzionamento dell'eiettore è basato sul fenomeno idrodinamico detto effetto Venturi, per cui la pressione di una corrente fluida aumenta con il diminuire della velocità. Ciò che succede è riportato semplicisticamente nello schema sottostante (vedi figura 8).

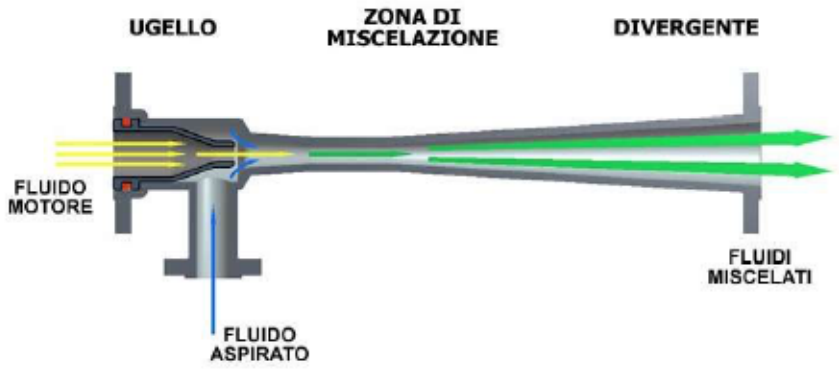


Figura 8_Schema funzionamento eiettore

Il fluido motore (acqua in questo caso sperimentale) muovendosi all'interno dell'ugello, il quale provocherà una riduzione della sezione di passaggio, subirà, per il teorema di Bernoulli, un aumento di velocità e pertanto una riduzione di pressione. Il fluido fuoriuscito dall'ugello è caratterizzato da un'alta velocità tale, per cui, secondo l'effetto Venturi, si crea una depressione nella camera di miscelazione. Questa depressione promuove l'ingresso del fluido di aspirazione (aria in tale processo sperimentale). Una volta formatasi la miscela bifase, l'elevata quantità di moto del fluido motore si trasmette al fluido di alimentazione che ha bassa quantità di moto. Attraverso il cono divergente, la miscela viene rallentata e l'energia cinetica è riconvertita in energia statica di pressione.

2.3.3: Serbatoio/separatore verticale Elbi 780-I

Figura 9_Serbatoio/separatore verticale Elbi 780-I

Tale componente è adatta all'accumulo di acqua in pressione. Svolge anche il ruolo di separatore verticale dei due fluidi che compongono la miscela (acqua e aria nel caso in questione). Il serbatoio (vedi figura 9 e tabella 3), identificato nella figura 4 e nella tabella 1 con la dicitura CO3, è dotato di un punto di accesso (1) per il fluido bifase in uscita dall'eiettore, un punto di uscita della componente liquida (2), un punto di uscita della componente gassosa (3), un punto di uscita collegato ad una valvola di intercettazione per simulare un eventuale foratura del serbatoio (4). Vi sono collegati inoltre un manometro meccanico a tubo di Bourdon per monitorare la pressione e una valvola di sicurezza a molla, tarata, secondo la normativa, ad una pressione del 10% minore del valore della pressione massima di prova.

CARATTERISTICHE SERBATOIO	
Modello	Elbi 780-I
Capacità	780 L
Pressione massima	9,8 bar
Temperatura esercizio	-10/+50 °C
Materiale	Acciaio Zincato

Tabella 3_Caratteristiche serbatoio/separatore verticale

2.3.4: Valvole di intercettazione

Figura 10_Valvole di intercettazione

L'impianto in esame è dotato di sei valvole di intercettazione manuali (vedi figura 10 e tabella 4), identificate nello schema di figura 4 e nella tabella 1 con la dicitura VM. Sono delle comuni valvole a sfera ed il loro funzionamento è basato sulla rotazione di 90° di un otturatore sferico dotato di una cavità cilindrica coassiale al flusso. Le valvole sono posizionate nelle zone più significative dell'impianto. Nello specifico la valvola VM2 sarà utilizzata per gestire la pressione del fluido motore, chiudendo la suddetta valvola si genererà una perdita di carico sul fluido motore che comporterà un automatico abbasso della pressione. Le restanti valvole sono state utilizzate per simulare potenziali anomalie riscontrabili sull'impianto, come per esempio le occlusioni delle tubature. Il loro azionamento è molto rapido (si deve compiere solo un quarto di giro), e quindi consentono una chiusura ed un'apertura rapida; questo è sia un pregio che un difetto, in quanto brusche aperture e chiusure potrebbero causare "colpi di ariete", andando a danneggiare

apparecchiature limitrofe. Inoltre, la corsa limitata, sé da un lato consente un facile azionamento, dall'altro non permette una regolazione del flusso precisa.

CARATTERISTICHE VALVOLE INTERCETTAZIONE	
Modello	FIP DN 50 PN 16
Materiale	PVC-U
Pressione massima	16 bar
Temperatura esercizio	0/+60 °C

Tabella 4_Caratteristiche valvole intercettazione

2.3.5: Condutture

Le condutture sono formate da tubi in PVC-U del tipo PN 16 incollati tra loro che garantiscono una pressione di 16 bar alla temperatura di 20 °C. Essendo la pressione massima di esercizio dettata dalla prevalenza della pompa (54,25 m corrispondente a 5 bar come riportato nella tabella 2), possiamo tranquillamente affermare che la pressione di esercizio massima è abbondantemente al di sotto di quella limite. L'unica zona a rischio è quella del cono divergente all'uscita dell'eiettore. Trattandosi di un competente soggetto a customizzazione (adeguamento di un prodotto, personalizzazione), realizzato in perspex, non è nota la pressione massima di esercizio, che di gran lunga è inferiore a 16 bar. Onde

evitare potenziali rischi durante i test sperimentali, nella zona in questione non si sono mai superati i 2 bar di pressione assoluta (lettura sensore LN9).

2.3.6: Elettrovalvole pneumatiche

Figura 11_Elettrovalvole pneumatiche

L'impianto è dotato di due valvole di regolazione indicate nella figura 4 e nella tabella 1 con la dicitura VC1 e VC2, le quali garantiscono le condizioni di esercizio del flusso in uscita di liquido (acqua nel caso specifico) e del flusso in uscita di gas (aria nel caso specifico) dal serbatoio. Si tratta nello specifico di due elettrovalvole pneumatiche (vedi figura 11 e tabella 5), la cui apertura e chiusura

è realizzata attraverso un attuatore pneumatico (1), il quale è controllato da un posizionatore (2). Il posizionatore restituisce un segnale in corrente compreso nell'intervallo 4-20 mA, il quale sta a significare "valvola completamente aperta e valvola completamente chiusa". Il controllo di tali valvole è affidato all'hardware Arduino Mega 2560, assicurando il controllo di:

- La valvola VC1 affinché la pressione letta dal sensore LN19 sia quella desiderata;
- La valvola VC2 affinché il livello letto dal sensore LN20 sia quello desiderato.

CARATTERISTICHE ELETTROVALVOLE	
Modello	ECKARDT MB6713
Attuatore	ECKARDT MB6986
Controllo	Corrente elettrica
Input	4-20 mA

Tabella 5_Caratteristiche elettrovalvole

2.3.7: Foxboro Magnetic Flow Transmitter 8000 series

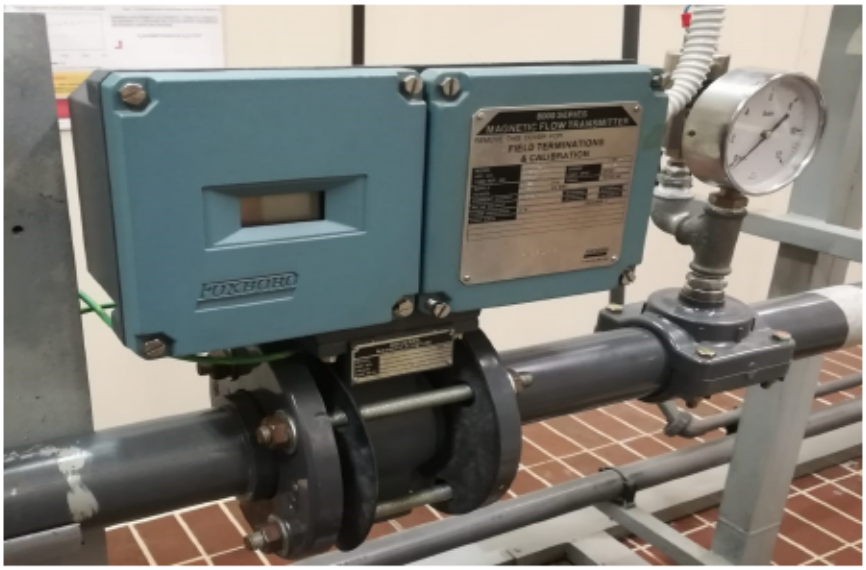


Figura 12_Foxboro Magnetic Flow Transmitter 8000

Si tratta di un rilevatore elettromagnetico di portata volumetrica di liquido (vedi figura 12 e tabella 6), indicato nella figura 4 e nella tabella 1 con la dicitura LN4. È un sensore con uscita in corrente (come LN8, LN19, LN20), per cui per poter misurare la tensione ai propri capi con un voltmetro è stato necessario aggiungere una resistenza di carico e successivamente calcolare la corrente I con la legge di Ohm (I=V/R). Il misuratore utilizza le caratteristiche di un liquido conduttivo per generare una tensione indotta direttamente proporzionale alla portata. Può essere usato per fluidi non omogenei, inoltre viscosità e densità del liquido misurato non hanno effetto sull'accuratezza della misura.

CARATTERISTICHE FOXBORO MAGNETIC	
Sensore	Foxboro Magnetic Flow Tube 801H-Wct
Diametro	50 mm
Alimentazione	220 V
Output	4-20 mA
Campo di misura	0-100 m^3/h

Tabella 6_Caratteristiche Foxboro Magnetic

2.3.8: Setra 280E

Figura 13_Setra 280E

Si tratta di un sensore di pressione assoluta in acciaio inox con un elettrodo isolato che forma un condensatore variabile (vedi figura 13 e tabella 7), indicato nella figura 4 e nella tabella 1 con la dicitura LN5, LN9 e LN11. Si tratta di un sensore con uscita in tensione, per cui la lettura può essere fatta con un voltmetro o attraverso una delle porte analogiche del controllore. All'aumentare della

pressione, la capacità diminuisce; la variazione di capacità viene rilevata e convertita in un segnale in uscita DC lineare. Nell'impianto ci sono differenti sensori Setra 280E, in particolare LN5 e LN9 hanno un campo di misura 0-250 psi, mentre LN11 ha un campo di misura 0-100 psi.

CARATTERISTICHE SETRA 280E	
Alimentazione	15-32 V DC
Output	0-5 V DC
Campo di misura	0-100 psi / 0-250 psi

Tabella 7_Caratteristiche Setra 280E

2.3.9: Foxboro 841 GM-CI1

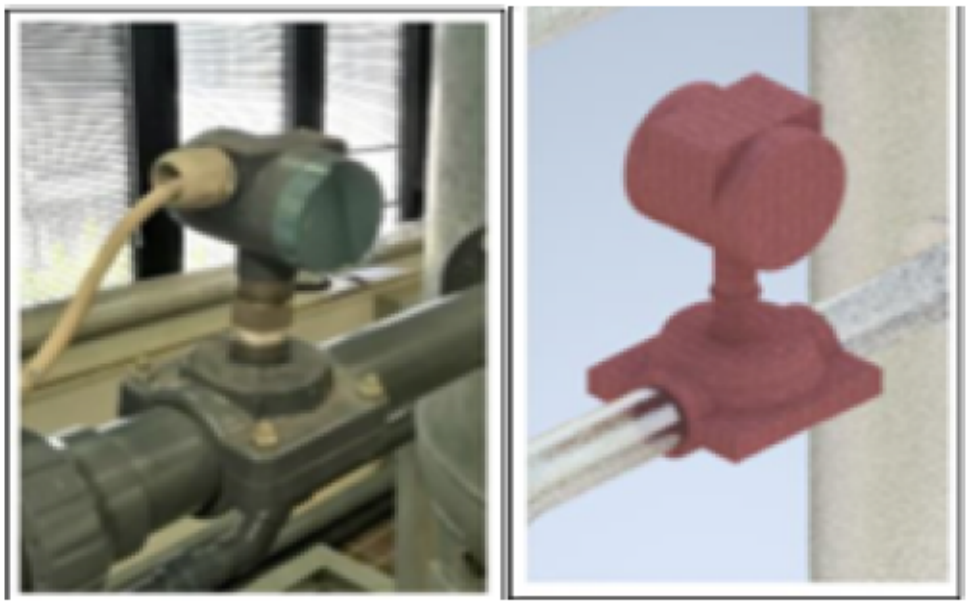


Figura 14_Foxboro 841 GM-CI1

Si tratta di un trasduttore di pressione relativa (vedi figura 14 e tabella 8), indicato nella figura 4 e nella tabella 1 con la dicitura LN19, il quale converte la pressione in un segnale elettrico analogico. È un sensore con uscita in corrente, per cui per essere letto sono state applicate le stesse procedure impartite al sensore LN4. La conversione della pressione in un segnale elettrico viene ottenuta attraverso la deformazione fisica degli estensimetri connessi alla membrana del trasduttore di pressione e cablati in una configurazione a ponte di Wheatstone. La pressione applicata ad esso produce una flessione del diaframma che a sua volta porta alla deformazione degli estensimetri. Tale deformazione produrrà un cambiamento della resistenza elettrica proporzionale alla pressione dando un segnale in uscita da 4 a 20 mA in DC.

CARATTERISTICHE FOXBORO 841 GM-CI1	
Alimentazione	12,5-36 V DC
Output	4-20 mA
Campo di misura	0-300 psi
Temperatura massima	120 °C
Diametro	50 mm

Tabella 8_Caratteristiche Foxboro 841 GM-CI1

2.3.10: Foxboro IDP-10

Figura 15_Foxboro IDP-1

Si tratta di un trasmettitore di pressione differenziale (vedi figura 15 e tabella 9), indicato nella figura 4 e nella tabella 1 con la dicitura LN20, usato per la misura del livello di liquido all'interno del serbatoio/separatore verticale. È un sensore con uscita in corrente, per cui è letto grazie all'applicazione delle stesse procedure attuate al sensore LN4 e LN19. Il principio di funzionamento è basato sulla rilevazione della differenza di pressione mediante un estensimetro in silicio. L'estensimetro converte la pressione differenziale in un cambiamento di resistenze, il quale viene convertito in un segnale da 4 a 20 mA proporzionale alla pressione differenziale. Tale pressione sarà misurata tra la testa e il fondo del serbatoio (vedi figura 9), pertanto sarà indice del livello di liquido nel serbatoio

(CO3). In fase di calibrazione il segnale in uscita dal sensore sarà convertito direttamente in una misura di lunghezza piuttosto che in una misura di pressione.

CARATTERISTICHE FOXBORO IDP-10	
Alimentazione	12,5-42 V DC
Output	4-20 mA
Campo di misura	0-300 psi
Pressione massima	250 bar

Tabella 9_Caratteristiche Foxboro IDP-10

2.3.11: Foxboro Vortex DN 50

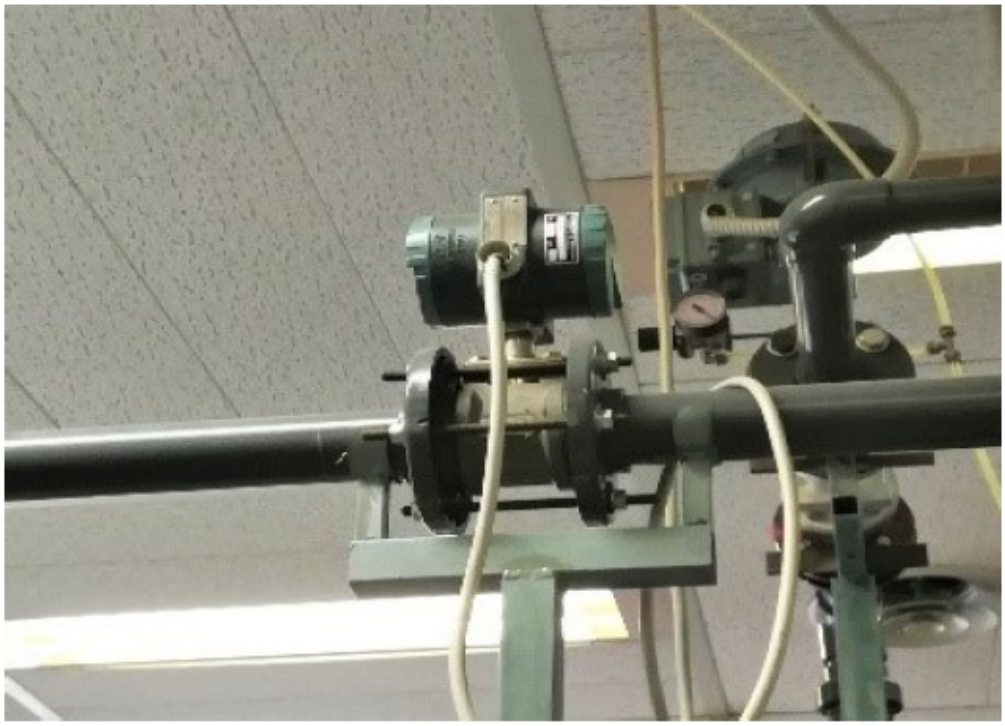


Figura 16_Foxboro Vortex DN 50

Si tratta di un sensore che misura la portata volumetrica del fluido usando il principio del distacco dei vortici (vedi figura 16 e tabella 10), indicato nella figura 4 e nella tabella 1 con la dicitura LN8. È un sensore con uscita in corrente, per cui viene letto grazie all'applicazione delle procedure eseguite per i sensori LN4, LN19 e LN20. Il suo funzionamento si basa sulle scie di Karman. Su entrambi i lati di un corpo deflettore lambito dal fluido, si formano vortici alternati; questi si distaccano a causa del trascinamento operato dal fluido in moto e si forma la cosiddetta scia di Karman. La frequenza con cui si distaccano i vortici è direttamente proporzionale alla velocità del flusso e inversamente proporzionale alla larghezza del corpo deflettore. Le variazioni di pressione locali derivanti dal distacco dei vortici vengono rilevate da un sensore piezoelettrico e convertite in impulsi elettrici in base alla frequenza del distacco dei vortici stessi. Il sensore produce un segnale analogico da 4 a 20 mA proporzionale alla portata volumetrica. Questa tipologia di sensori è in grado di rilevare la portata esclusivamente in fluidi allo stato gassoso.

CARATTERISTICHE FOXBORO VORTEX DN 50	
Alimentazione	24 V DC
Output	4-20 mA
Campo di misura	0-200 m^3/h
Temperatura massima	200 °C
Diametro	50 mm

Tabella 10_Caratteristiche Foxboro Vortex DN 50

2.3.12: Arduino Mega 2560

Si tratta della piattaforma hardware (vedi tabella 11) che acquisisce i segnali analogici provenienti dai sensori e che gestisce le elettrovalvole. È composta da una serie di schede elettroniche dotate di un microcontrollore. È stata ideata e sviluppata nel 2005 da alcuni membri dell'Interaction Design Institute di Ivrea come strumento per la prototipazione rapida. La piattaforma fisica si basa su un circuito stampato che integra un microcontrollore con dei pin connessi alle porte I/O, un regolatore di tensione e, quando necessario, un'interfaccia USB che permette la comunicazione con il computer utilizzato per programmare. Aspetto molto interessante inerente alla piattaforma è che in commercio è possibile reperire numerose shield di terze parti, compatibili con la piattaforma, atte a svolgere vari compiti di diversa natura. Per questo impianto sperimentale è stata utilizzata la shield "Ethernet Shield W5100", la quale aggiunge ad Arduino una

porta Ethernet, in modo da poterlo controllare via rete locale o via internet; inoltre offre la possibilità di utilizzare uno slot microSD.

CARATTERISTICHE ARDUINO MEGA 2560	
Micro controller	ATMega2560
Operating Voltage	5 V
Input Voltage (recommended)	7-12 V
Input Voltage (limit)	6-20 V
Digital I/O Pins	54 (of which 15 provide PMW output)
Analog Input Pins	16
DC Current for I/O Pin	20 mA
DC Current for 3,3 V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Length	101,52 mm
Width	53,3 mm
Weight	37 g

Tabella 11_Caratteristiche Arduino Mega 2560

2.4: I rischi connessi all'esercizio dell'impianto ed i possibili rischi nel caso reale

I principali rischi che si possono riscontrare durante l'esercizio di tale impianto sono quelli correlati alle apparecchiature in pressione, come:

- Rischio di esplosione;
- Rischio di schiacciamento.

Le problematiche che potrebbero causare il verificarsi dei rischi sopra citati sono:

- Aumento di pressione rispetto alle normali condizioni di esercizio;
- Cedimento dei raccordi incollati delle tubature;
- Ostruzioni nelle tubature;
- Anomalie di vario tipo alle valvole di intercettazione, alle elettrovalvole pneumatiche o al serbatoio/separatore verticale;
- Problematiche relative alla pompa;
- Alterazione della depressione nella camera di miscelazione dell'eiettore.

Successivamente, potrebbero anche verificarsi dei rischi secondari connessi all'uso dell'impianto in questione, come il rischio allagamento dovuto alla foratura o fessurazione delle condutture, come il rischio di sversamento di vapori nell'aria o come il rischio di accesso all'impianto di personale non autorizzato per mancato controllo degli accessi.

Essendo tale impianto situato all'interno del Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche dell'Università Politecnica delle Marche ed essendo un impianto sperimentale, le conseguenze che si potrebbero generare sono contenute e non rappresenterebbero il possibile sviluppo di situazioni alquanto critiche e pericolose, esclusi la possibile esplosione dell'eiettore dovuta ad un'alterazione della normale depressione che si crea durante l'esercizio dell'impianto, lo schiacciamento dovuto al cedimento di parti dell'impianto o l'esplosione del serbatoio per l'ostruzione delle condutture. Invece, uscendo da tale casistica sperimentale ed addentrandoci nel caso reale potremmo riscontrare problematiche ben più gravi e complesse, con interessamenti non solo ai lavoratori ed all'ambiente di lavoro dove è presente l'impianto, ma anche all'ambiente circostante. Le anomalie più frequenti che possiamo riscontrare in un impianto reale, oltre a quelle già citate sopra riguardanti l'impianto sperimentale sono:

- Cricche su saldature;
- Cedimento saldatura dei tubi;
- Deformazioni permanenti;
- Corrosioni di varia natura;
- Alterazioni delle condizioni di stabilità.

Tali anomalie possono essere la causa dell'accadimento di eventi gravi e dello sviluppo di rischi considerevoli, come:

- Rischio esplosione;
- Rischio schiacciamento;
- Rischio di fuoriuscita di gas tossici;
- Rischio di inquinamento dell'ambiente circostante.

Ovviamente alcuni rischi sono analoghi a quelli che possono presentarsi durante il normale esercizio dell'impianto sperimentale, ma il loro avvento potrebbe causare conseguenze catastrofiche, considerando le enormi dimensioni di un impianto di trattamento di miscele bifase, le sostanze implicate (petrolio greggio e gas naturali), l'elevato numero di personale che potrebbe essere coinvolto e non per ultimo i danni che si andrebbero a recare all'ambiente circostante.

Le cause principali dell'accadimento di anomalie le quali possono causare il potenziale verificarsi dei danni in precedenza citati, sia nell'ambito dell'impianto sperimentale (con conseguenze contenute) che in quello reale (con conseguenze importanti) sono:

- Inadeguatezza delle manutenzioni, delle analisi e dei controlli;
- Mancata informazione, formazione e addestramento ai lavoratori;
- Negligenza;
- Scarsa coordinazione tra i vari livelli del personale;

- Surriscaldamento dell'impianto;
- Dilatazioni termiche;
- Condizioni di esercizio non previste in fase di pianificazione;
- Mancato funzionamento dei dispositivi di sicurezza;
- Scorretta pianificazione delle procedure operative;
- Interventi di modifica all'impianto non previsti.

Per scongiurare l'avvento di rischi che potrebbero mettere in pericolo la sicurezza dell'ambiente di lavoro, è opportuno attuare delle procedure di prevenzione e protezione, in modo da rendere l'ambiente di lavoro salubre e sicuro. Tutto questo è facilitato enormemente dall'implementazione di un Sistema di Gestione della Salute e Sicurezza sul Lavoro, che permette di individuare, pianificare, attuare, monitore e riesaminare tutte le procedure che si intendono adottare al fine della salvaguardia della salute e della sicurezza. Nel prossimo capitolo entreremo nel vivo dell'elaborato, individuando la totalità degli accorgimenti necessari per l'implementazione di un corretto SGSL che assicuri le giuste condizioni di sicurezza per l'esercizio dell'impianto in questione.

CAPITOLO 3:

LA PROGETTAZIONE DEL SGSL DA IMPLEMENTARE ALL'IMPIANTO DI TRATTAMENTO DI MISCELE BIFASE

In questo capitolo ci occuperemo della parte centrale dell'elaborato in questione, ovvero la progettazione di un SGSL da implementare all'impianto descritto nelle righe precedenti, argomentando ognuna delle fasi che compongono la struttura del Sistema di Gestione. Tale progettazione farà riferimento alle linee guida Uni-Inail relative alla progettazione, implementazione e attuazione di un SGSL, quindi verranno prese come riferimento le varie fasi citate e spiegate dettagliatamente nel primo capitolo. Completata questa parte, ci occuperemo brevemente della gestione del caso reale.

3.1: Pianificazione del SGSL

La fase di pianificazione del Sistema di Gestione della Salute e Sicurezza sul Lavoro comincia attraverso un'attenta ed accurata analisi della situazione iniziale dell'impianto oggetto di studio, che comprende la valutazione dei rischi e fotografa le condizioni di partenza su cui agire per implementare il SGSL e di conseguenza migliorare le condizioni di sicurezza. Prosegue con la definizione

della politica di SSL che definisce i criteri cardine per l'attuazione del SGSL e si conclude con la vera e propria pianificazione ed organizzazione di tutto il Sistema.

3.1.1: L'esame della situazione iniziale

L'impianto oggetto di studio, ampliamente descritto in ogni suo dettaglio nei capitoli precedenti, non è fonte di particolari rischi per la salute e la sicurezza degli operatori e verte in buone condizioni strutturali. Di norma, gli operatori che vigilano sul corretto funzionamento di esso sono uno o massimo due. I principali rischi che riguardano l'impianto e che si valuteranno sono:

1. Rischio di esplosione dell'eiettore;
2. Rischio di allagamento del condotto dell'aria;
3. Rischio di allagamento dell'intero impianto e del circostante luogo;
4. Rischio di esplosione del serbatoio;
5. Rischio di sversamento di vapori in aria;
6. Rischio di schiacciamento;
7. Rischio di accesso ai non addetti alla supervisione dell'impianto.

Di seguito si analizzeranno i vari rischi (vedi tabella 12), andando ad individuare le probabili cause, così da avere un ottimo punto di partenza per poter pianificare il nostro Sistema di Gestione e migliorare le condizioni di lavoro. La tecnica di valutazione con cui si analizzeranno i rischi è il "FAULT TREE ANALYSIS,

l'albero del guasto, di cui si analizzeranno la struttura e le caratteristiche nel capitolo successivo.

TIPOLOGIA DI RISCHIO	PROBABILI CAUSE
1.Rischio esplosione eiettore	1.Ostruzione del condotto di aspirazione dell'aria 2.Alterazione della normale depressione all'interno della camera dell'eiettore
2.Rischio allagamento condotto di aspirazione dell'aria	1.Ostruzione del condotto di uscita dall'eiettore 2.Alterazione depressione nella camera di miscelazione dell'eiettore
3.Rischio allagamento dell'intero impianto e luogo circostante	1.Ostruzione del condotto di uscita dell'acqua 2.Foratura vasca di contenimento dell'acqua o delle varie condutture 3.Anomalie alle valvole del serbatoio 4.Malfunzionamento della pompa
4.Rischio esplosione serbatoio	1.Ostruzione del condotto di uscita dell'aria e dell'acqua
5.Rischio sversamento vapori nell'aria	1.Anomalie alle valvole del serbatoio 2.Foratura delle condutture dell'aria e del serbatoio
6.Rischio di schiacciamento	1.Cedimento raccordi incollati delle tubature, parti strutturali e serbatoio
7.Rischio di accesso ai non addetti alla supervisione dell'impianto	1.Accessi non controllati

Tabella 12_Rischi impianto

1. Il rischio di esplosione dell'eiettore può avvenire per l'ostruzione del condotto di aspirazione dell'aria e per l'alterazione della depressione che di norma si forma all'interno della camera di miscelazione dell'eiettore.
2. Il rischio di allagamento del condotto di aspirazione dell'aria potrebbe avvenire a causa dell'ostruzione del condotto di uscita dall'eiettore, che a sua volta potrebbe andare ad alterare la normale depressione all'interno della camera di miscelazione dell'eiettore e causare il suo allagamento.
3. Il rischio di allagamento dell'impianto e del luogo circostante può avvenire sostanzialmente per l'ostruzione del condotto di uscita dell'acqua, per delle eventuali forature alle condutture di entrata e uscita dell'acqua o della vasca di contenimento, per delle possibili anomalie alle valvole che controllano il flusso in uscita dell'acqua o per un eventuale malfunzionamento della pompa.
4. Il rischio di esplosione del serbatoio può verificarsi sé il condotto di uscita dell'aria o il condotto di uscita dell'acqua si ostruisce, facendo così aumentare i valori di pressione al suo interno causando una sua esplosione.
5. Il rischio di sversamento di vapori nell'aria può avvenire a causa di anomalie alle valvole del serbatoio o per eventuali forature delle condutture di entrata e uscita dell'aria o per un'eventuale foratura del serbatoio.

6. Il rischio di schiacciamento può avvenire per eventuali alterazioni delle normali condizioni di esercizio dell'impianto (variazione valori pressione per esempio) che andrebbero a causare il cedimento dei raccordi incollati delle tubature, di altri parti strutturali e, nel caso più grave, il cedimento del serbatoio/separatore verticale.
7. Il rischio di accesso ai non addetti alla supervisione dell'esercizio dell'impianto può avvenire a causa della mancanza di un sistema di controllo che neghi l'accesso all'area dove è presente l'impianto.

Alcune di queste anomalie, come detto in precedenza (vedi paragrafo sulle valvole di intercettazione), sono simulate attraverso la chiusura delle varie valvole di intercettazione presenti nell'impianto e quindi essere di aiuto nel valutare le possibili situazioni di pericolo che potrebbero crearsi da un loro eventuale accadimento.

3.1.2: La politica di Salute e Sicurezza

Essendo tale impianto un progetto sperimentale, non fa parte di una vera e propria realtà aziendale specifica, come in un ipotetico caso reale, perciò non ci sono vertici aziendali che definiscono una politica di Salute e Sicurezza, tanto meno la più generale politica aziendale. Trattandosi di un elaborato sperimentale basato sull'implementazione di un Sistema di Gestione per far comprendere l'importanza

che ha una gestione efficace attraverso un SGSL, la parte relativa alla definizione della politica di Salute e Sicurezza non verrà approfondita, non perché ha minore importanza nella pianificazione del Sistema, ma perché non esiste praticamente una realtà aziendale che gestisca l'impianto come invece accadrebbe nel caso reale. In breve quindi, si può affermare che l'obiettivo della politica di SSL da perseguire è la ricerca, la sperimentazione in condizioni di sicurezza.

3.1.3: La pianificazione e l'organizzazione del Sistema

Individuata la situazione iniziale che fotografa le condizioni dell'impianto e la politica di SSL, si passa alla pianificazione delle azioni necessarie ed alla loro organizzazione al fine del corretto funzionamento del Sistema che stiamo implementando. Innanzitutto si comincia dalla definizione degli obiettivi che ci poniamo per rendere salubre e sicuro l'impianto in questione, ovvero:

- Assicurare il corretto funzionamento dell'impianto evitando il più possibile pericoli e rischi per la salute degli operatori;
- Rendere l'impianto il più sicuro possibile, eliminando o isolando i possibili pericoli presenti per via del suo normale esercizio;
- Assicurare le migliori condizioni di lavoro possibili, in modo da supervisionare l'esercizio dell'impianto in totale sicurezza;

- Individuare tutte le occorrenti modifiche al fine di raggiungere il miglior livello di sicurezza ottenibile;
- Individuare tutte le procedure necessarie al fine di mantenere il livello di sicurezza raggiunto ed inoltre individuarne di nuove al fine del miglioramento continuo delle condizioni di sicurezza dell'impianto;

Definiti gli obiettivi da raggiungere, si passa alla pianificazione delle azioni necessarie all'isolamento o all'eliminazione dei rischi connessi all'esercizio dell'impianto. Facendo riferimento alla tabella 12 e tenendo in considerazione le probabili cause che possono portare all'accadimento di rischi per la salute e la sicurezza degli operatori addetti all'impianto, si individuano:

1. Per il rischio di esplosione dell'eiettore, analizzando le probabili cause, come misure di prevenzione, la supervisione costante dell'impianto affinché non si verifichino ostruzioni significative che portino al verificarsi del rischio sopra citato, interventi di gestione del rischio (monitoraggio dei sensori, delle parti strutturali, dei valori di pressione, portata riportati dalla piattaforma) e manutenzione ordinaria e straordinaria da pianificare ed effettuare in base ai risultati ottenuti con gli interventi di gestione del rischio e come misure di protezione l'incapsulamento o barricamento del tratto di impianto comprendente l'eiettore, attraverso struttura di rete metallica in acciaio (una

gabbia in acciaio) o barriera in acciaio, così che in situazioni di estremo pericolo, l'operatore possa essere protetto da una eventuale esplosione;

2. Per il rischio di allagamento del condotto di aspirazione dell'aria, analizzando le probabili cause, come misure di prevenzione le stesse citate per il rischio 1, invece per quanto concerne le misure di protezione, non si individuano dato che l'allagamento del condotto di aspirazione dell'aria non è possibile impedirlo con tali misure, ma solo prevenirlo;
3. Per il rischio di allagamento dell'impianto, analizzando le probabili cause, come misure di prevenzione, la supervisione costante dell'impianto, i vari interventi di gestione del rischio alle condutture, alle valvole, alla pompa e al serbatoio, la programmazione di interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria in base ai risultati degli interventi di gestione del rischio e il monitoraggio delle condizioni della vasca di contenimento al fine di evitare corrosioni di varia natura e come misure di protezione, l'installazione di un sistema di raccolta dell'acqua sottostante l'impianto (chiusini/tombini in plastica installati in più punti sotto l'impianto che attraverso delle tubazioni facciano confluire l'acqua sversata all'interno di un pozzetto di raccolta che tramite l'ausilio della pompa già esistente, aspiri l'acqua e la faccia riconfluire all'interno della vasca di contenimento, così da evitare allagamenti e sprechi d'acqua). Ovviamente, per evitare l'accumulo di

sporcizia, periodicamente si devono effettuare interventi di pulizia al sistema di raccolta dell'acqua, così che l'acqua riconfluita nella vasca di contenimento a seguito di un possibile allagamento sia pulita;

4. Per il rischio di esplosione del serbatoio, analizzando le probabili cause, come misure di prevenzione, l'adozione delle stesse citate per il rischio 1 e 2, quindi relative all'ostruzione delle condutture e al monitoraggio delle varie componenti dell'impianto, mentre per quanto riguarda le misure di protezione l'ingabbiamento del serbatoio con una struttura in acciaio, così da contenere una possibile esplosione di esso;
5. Per il rischio di sversamento di vapori in atmosfera, innanzitutto bisogna tener conto che essendo aria il fluido che potrebbe essere sversato, non ci sono possibili rischi per la Salute e la Sicurezza degli operatori, a parte cattivi odori derivanti dalla fuoriuscita di aria. Presupponendo lo svolgimento della ricerca con un fluido diverso dall'aria, analizzando le probabili cause, come misure di prevenzione, la supervisione dell'impianto, interventi di gestione del rischio relativi alla normale funzione delle valvole, delle condutture e del serbatoio, la programmazione di interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria in base ai risultati degli interventi di gestione del rischio giornalieri e l'installazione di sensori nell'ambiente circostante l'impianto che avvertano la presenza di fluidi sversati in aria, mentre come misure di

protezione l'utilizzo di idonei DPI nel caso di sversamento di fluidi, da reperire velocemente e pronti all'utilizzo;

6. Per il rischio di schiacciamento, analizzando le probabili cause, come misure di prevenzione, la costante supervisione dell'impianto, gli interventi di gestione del rischio e le necessarie manutenzioni dell'impianto affinché questo resti in buone condizioni, mentre come misure di protezione, data la possibilità di introdurre una struttura di contenimento di tutto l'impianto anche per proteggere da ulteriori rischi gli operatori, l'ingabbiamento dell'impianto, così che, in caso di anomali aumenti di pressioni o altre problematiche che possano causare il cedimento di parti strutturali, l'operatore sia protetto.
7. Per l'ultimo rischio individuato nell'esame iniziale, ovvero il rischio di accesso da parte dei non addetti alla supervisione dell'impianto, analizzando le probabili cause, come misure di prevenzione e protezione, senza fare una netta distinzione per via della natura del rischio, la costante supervisione dell'impianto e l'installazione di un sistema di allarme che segnali l'intrusione o l'accesso ai non autorizzati, con conseguente sbarramento delle entrate e spegnimento dell'impianto in seguito all'accensione dell'allarme.

Definite anche le azioni necessarie all'arginamento, isolamento o eliminazione dei rischi connessi all'esercizio dell'impianto, si passa all'organizzazione del Sistema che vogliamo implementare.

L'organizzazione del Sistema non è complessa, data l'assenza di una realtà aziendale che gestisca l'impianto e visto che si tratta di un impianto sperimentale, possiamo organizzare il Sistema attraverso attenti ed accurati corsi di addestramento, formazione e informazione, che mettano in condizione di conoscere in ogni particolare l'impianto in questione, che sappiano fornire istruzioni necessarie alla gestione di anomalie e rischi per la salute e la sicurezza, che forniscano competenze necessarie allo svolgimento di tutte le attività necessarie al corretto esercizio dell'impianto (interventi di gestione del rischio, manutenzione ordinaria e straordinaria) ed inoltre attraverso la gestione della documentazione, ovvero mettendo per iscritto tutti i corsi svolti, tutti i dati forniti dalla piattaforma per la gestione delle anomalie e dei rischi, istituendo un registro di interventi di gestione del rischio, di manutenzione ordinaria e straordinaria, dei risultati del monitoraggio delle condizioni delle parti dell'impianto, di taratura dei sensori, di controlli alle varie componenti dell'impianto, di entrata e uscita dal sito contenente l'impianto, in modo tale da tracciare tutto, gestire in maniera efficace la sicurezza e riesaminare il Sistema alla fine del processo, per perseguire l'obiettivo principale del miglioramento continuo.

3.2: L'attuazione del SGSL

Per la fase di attuazione del SGSL che si sta implementando si comincia dalla definizione delle procedure necessarie all'attuazione delle misure di prevenzione e protezione finalizzate alla riduzione dei rischi per la salute e la sicurezza.

Le procedure operative saranno divise per misure di prevenzione e misure di protezione. Per quanto riguarda le misure di prevenzione, si definiscono le procedure per:

1. La supervisione costante dell'impianto;
2. Gli interventi di gestione del rischio e la relativa manutenzione ordinaria e straordinaria;
3. Il monitoraggio delle condizioni strutturali della vasca di contenimento e del fluido al suo interno;
4. L'installazione di sensori per la rilevazione di fluidi dispersi in aria;
5. L'installazione di un sistema di allarme.

In merito alla prima procedura, relativa alla supervisione costante dell'impianto, adopereremo la tecnologia Digital Twin. Tale tecnologia, attraverso la creazione di segnali di allerta ed istruzioni operative, permetterà di migliorare la sicurezza dell'operatore e di sorvegliare costantemente il processo, attraverso l'avviamento o l'impedimento di determinate funzioni o azioni. Ovviamente il potenziale della tecnologia Digital Twin è sfruttabile grazie alla piattaforma Arduino Mega 2560,

che raccoglie tutti i dati provenienti dai sensori presenti nell'impianto e ne permette la visualizzazione, così da poterli analizzare ai fini dell'anomaly detection, ovvero il processo che permette di individuare situazioni anomale (grazie all'utilizzo di diversi algoritmi si riescono ad individuare situazioni anomale da situazioni di normale esercizio dell'impianto). Una volta confrontati gli andamenti attraverso il processo di anomaly detection, si creeranno modelli di simulazione del comportamento dell'impianto tramite appunto tecnologia Digital Twin, che attraverso input fisici come la chiusura delle valvole di intercettazione, daranno in uscita il comportamento dell'impianto. Tale procedura infine, attraverso l'attivazione e la gestione di segnali di allerta, permette di individuare quali siano le situazioni anomale che potrebbero generarsi così da garantire maggiore sicurezza all'operatore e margini di intervento per evitare possibili incidenti. Tutto ciò è facilitato dall'interconnessione via web, garantita dall' "Ethernet Shield W5100" presente su Arduino, che permette la visualizzazione del processo e tutti i dati relativi all'impianto anche da computer esterni.

Dati i rischi individuati sopra, ci sono diverse opportunità e modalità di attivazione e gestione dei segnali di allerta, i quali potrebbero generarsi sull'interfaccia del modello 3D presente nel computer principale, così da permettere le opportune azioni, potrebbero generarsi attraverso l'utilizzo di smart watch connessi alla piattaforma tramite rete internet, così da allertare gli operatori

che in quel determinato momento non si trovino nei paraggi dell'impianto, oppure si potrebbe sfruttare il potenziale della realtà aumentata, che tramite occhiali indossati dagli operatori, si visionerebbe l'impianto e al tempo stesso informazioni utili (per esempio, visionando l'eiettore, attraverso l'uso degli occhiali con la realtà aumentata, si riceverebbero nelle lenti di essi, pop-up relativi alle condizioni di esercizio, letture del sensore di pressione, segnali di allerta ecc.).
Un'altra soluzione possibile da adottare, è l'installazione di TAG RFID (tecnologia di riconoscimento univoco e automatico) sui cartellini di riconoscimento degli operatori e la digitalizzazione degli accessi, così che essi siano vincolati solamente agli autorizzati, quindi si potrebbero distinguere cartellini degli operatori e cartellini dei visitatori, in modo che i visitatori o chiunque non sia autorizzato possa entrare solamente con la presenza di un operatore. Questa possibilità dei cartellini di riconoscimento potrebbe essere estesa anche per distinguere gli operatori addestrati e formati e quelli non in possesso di determinati requisiti, così che, per interventi di manutenzione, possano accedere all'interno della struttura di contenimento dell'impianto solo chi sia debitamente addestrato e formato per eseguire certi interventi.
Riguardo alla seconda procedura, relativa agli interventi di gestione del rischio e la relativa manutenzione ordinaria e straordinaria, questi devono essere gestiti solamente da operatori informati, formati ed addestrati. Gli interventi di gestione

del rischio, come il monitoraggio delle valvole o dei sensori, delle condutture, vanno eseguiti ogni qual volta i sensori dell'impianto rilevino delle condizioni anomale, così da intercettare eventuali problemi sul nascere ed impedire l'accadimento di incidenti, mentre la manutenzione ordinaria e straordinaria, che comprende la revisione strutturale dell'impianto, la ri-taratura dei sensori, interventi alle varie parti strutturali dell'impianto come le elettrovalvole, la pompa, l'eiettore, le condutture ecc., vanno programmate in base ai risultati ottenuti dagli interventi di gestione del rischio effettuati giornalmente, così che, in situazioni che lo richiedano, si possano effettuare tali interventi e ripristinare le normali condizioni.

Per quanto concerne la terza procedura, relativa al monitoraggio delle condizioni strutturali della vasca di contenimento e del fluido al suo interno, esso deve avvenire giornalmente affinché si eviti l'aspirazione di acqua sporca o detriti che andrebbero a compromettere le condizioni di sicurezza dell'impianto e la corrosione o danneggiamento della struttura della vasca.

In virtù della quarta procedura relativa all'installazione dei sensori di rilevazione dei fluidi dispersi in aria, premettendo il non necessario utilizzo finché si svolge la ricerca con tale fluido (aria), essi devono essere installati e dislocati in tutto l'ambiente circostante l'impianto e con maggior importanza nei pressi del

serbatoio, così da poter agire in tempo ventilando il luogo in questione, facendo evacuare gli addetti dal luogo ed indossando tempestivamente i DPI necessari.

A proposito dell'ultima procedura relativa alle misure di prevenzione, ovvero riguardante l'installazione di un sistema di allarme, esso va realizzato in modo tale da avvertire in caso di intrusione di non addetti nel sito contenente l'impianto. Ovviamente sarà collegato alla piattaforma, che oltre a riconoscere intrusi e quindi segnalare tramite l'accensione della sirena la presenza di essi, invierà un segnale di allerta in modo tale da serrare le entrate e non permettere all'impianto di funzionare, in modo tale da prevenire sabotaggi o situazioni analoghe e proteggere gli operatori da possibili manomissioni che comportino l'accadimento di situazioni pericolose.

Per quanto concerne le misure di protezione, si definiscono le procedure per:

1. L'installazione della struttura di contenimento dell'impianto;
2. L'installazione di un sistema di raccolta dell'acqua sversata;
3. L'utilizzo dei DPI idonei allo sversamento in aria di fluidi;

Riguardo alla prima procedura, relativa all'installazione della struttura di contenimento dell'impianto, essa deve essere installata andando a ricoprire l'intero impianto, così da formare un involucro di protezione dai diversi rischi sopra elencati. La sua struttura sarà in rete metallica resistente agli urti, quindi in pratica l'involucro che si andrà a costruire sarà una gabbia di contenimento

dell'impianto, così da permettere agli operatori di visionare le parti strutturali più importanti dell'impianto ma al tempo stesso renderli sicuri e protetti. Tale struttura deve essere progettata rendendo possibili operazioni di manutenzione, monitoraggio, taratura dei sensori, controlli di vario genere alle componenti dell'impianto, per cui si installeranno dei cancelli sempre in rete metallica, che, con l'ausilio della piattaforma che controlla e supervisiona l'impianto, si dovranno aprire solo in determinate condizioni per svolgere le operazioni necessarie, ovvero quando l'impianto non sia in funzione e solamente agli operatori in possesso di formazione, addestramento e autorizzazioni.

In merito alla seconda procedura, relativa all'installazione del sistema di raccolta dell'acqua, esso dovrà essere in funzione solamente nel caso di un all'allagamento dell'impianto, quindi l'accensione della pompa e l'apertura dei chiusini/tombini (anche essi saranno apribili e chiudibili così da preservare le condizioni delle tubature e del pozzetto da polvere o altro materiale) che permettono all'acqua sversata di essere raccolta nel pozzetto e di riconfluire in vasca sarà controllata dalla piattaforma che, in relazione alla gravità della situazione, provvederà alla sua accensione.

In virtù dell'ultima procedura relativa alle misure di protezione, ovvero all'utilizzo degli idonei DPI, essi dovranno essere messi a disposizione degli operatori presenti durante l'esercizio dell'impianto. Come prima prerogativa, gli

addetti devono essere informati, formati ed addestrati al loro utilizzo e come seconda prerogativa, i DPI devono essere conservati in modo che vengano tenuti integri e dopo ogni loro utilizzo vanno puliti e riposti nel loro contenitore. Come ultima prerogativa, i DPI periodicamente vanno revisionati e vanno controllati, in modo tale da accertare la loro integrità e rendere sicuri gli operatori in caso di loro utilizzo.

3.3: Il monitoraggio del SGSL

In questo paragrafo, visto il lavoro di progettazione di un Sistema di Gestione da implementare ad un impianto sperimentale, ci occuperemo della progettazione della fase di monitoraggio del SGSL, per cui non si farà riferimento ai risultati ma solamente a come tale fase dovrebbe essere strutturata nel Sistema di Gestione che si sta implementando.

Innanzitutto, trattandosi della fase di controllo e verifica di ciò che è stato pianificato e ciò che è stato attuato, si dovrà provvedere alla realizzazione di un piano di monitoraggio, che ci consenta di effettuare le necessarie verifiche per capire sé il Sistema che si è implementato sia efficace ed efficiente e riesca a garantire la prevenzione e la protezione dai rischi. Essendo un impianto sperimentale, essendo il personale deputato al suo esercizio e supervisione ridotto a una o due persone, le responsabilità e il controllo dell'efficacia delle misure di

prevenzione e protezione pianificate ed attuate spetta a loro. Per tale compito, si dovrà provvedere alla realizzazione di un registro degli obiettivi raggiunti e di quelli non raggiunti, in cui appuntare tutte le discrepanze tra quanto pianificato e quanto attuato, così da fotografare la situazione e capire dove si possono apportare modifiche per perseguire il miglioramento continuo, un registro relativo alla idoneità delle misure di prevenzione e protezione pianificate ed attuate, in cui annotare quali di esse siano efficaci all'eliminazione, arginamento o isolamento dei rischi e quali invece non siano indispensabili o inefficaci ed infine un registro di non conformità, in cui chiosare tutte le situazioni che non garantiscano l'adeguata sicurezza, così da prevedere nella fase del riesame del Sistema, la pianificazione di ulteriori misure di prevenzione e protezione, in modo tale da perseguire il miglioramento continuo e dimostrare l'efficacia della struttura ciclica del Sistema di Gestione. Constatando che l'impianto oggetto di studio non sia di notevole complessità relativamente alla sua messa in sicurezza, le tempistiche in cui svolgere tali compiti di controllo, verifica e monitoraggio, sono da considerarsi brevi, quindi una volta che il SGSL sia attuato, si provvederà al suo monitoraggio giornaliero, così che, nel giro di sei/dodici mesi, ci si possa occupare della fase del riesame del Sistema. Ovviamente, come riportato nel primo capitolo, una buona fase di monitoraggio è provvista di verifiche ispettive su più livelli, che possano accertare l'efficacia e l'efficienza del Sistema

implementato, ma, relativamente al caso oggetto di studio, esse dovranno essere svolte in autocontrollo da parte degli operatori addetti alla supervisione dell'impianto.

3.4: Il riesame del SGSL

La fase del riesame del Sistema, così come quella relativa al monitoraggio precedentemente descritta, sarà rivolta alla progettazione delle azioni necessarie al suo completamento, piuttosto che all'analisi dei risultati raggiunti, dato che la tesi è incentrata sulla progettazione di un SGSL da implementare ad un impianto sperimentale.

Sostanzialmente, tale fase deve volgere alla discussione dei risultati derivanti dall'attività di monitoraggio, ovvero tutti i rapporti periodici sui risultati ottenuti attraverso il controllo e la verifica del Sistema di Gestione implementato. Questi risultati sono relativi alle annotazioni, agli appunti ed in generale, a tutto ciò che è stato riportato nei vari registri realizzati durante la fase di monitoraggio, quindi attinenti agli obiettivi raggiunti e quelli non raggiunti, all'efficacia e all'idoneità delle misure di prevenzione e protezione individuate e alle non conformità rilevate. Tale fase è una delle principali del Sistema perché la discussione di quanto realizzato ed ottenuto sono fondamentali per riesaminare l'intero processo ed apportare le adeguate modifiche e migliorie. Perciò, affinché tale fase sia

soddisfacente, in base agli esiti delle discussioni relative ai risultati della fase di monitoraggio, si provvederà alla pianificazione di ulteriori misure di prevenzione e protezione, di procedure operative e di nuovi obiettivi di SSL, volti all'eliminazione delle non conformità e al miglioramento continuo della salute e sicurezza degli operatori addetti alla supervisione dell'impianto.

3.6: La gestione del caso reale

Come già ribadito in precedenza, l'elaborato in questione prende come riferimento un progetto sperimentale dell'Università Politecnica delle Marche, per cui tante sfaccettature del SGSL sono state affrontate in maniera più rapida e meno dettagliata, non perché alcune fasi rivestono più importanza di altre, ma perché per il caso in questione si è voluta dare più importanza a determinate fasi piuttosto che ad altre, e soprattutto perché la tesi in questione si basa sulla progettazione di un Sistema di Gestione della Salute e Sicurezza sul Lavoro (SGSL) da implementare all'impianto oggetto di studio. Ovviamente, l'implementazione del SGSL al caso reale implicherebbe sostanziali differenze rispetto al "semplice" caso oggetto di studio. Innanzitutto, partendo da una veloce analisi iniziale dell'ipotetico caso reale, quindi con un impianto di notevoli dimensioni, con un'azienda che gestisca l'estrazione di petrolio greggio e gas naturale, con il considerevole numero di lavoratori addetti alla supervisione

dell'impianto e in ultima istanza, ma non per importanza, con la presenza dell'ambiente circostante e delle persone estranea all'attività di estrazione, i possibili rischi che ci troveremmo a valutare per individuare le misure di prevenzione e protezione del nostro Sistema sarebbero estremamente seri e gravi, non tanto perché cambierebbero da quelli individuati per il caso sperimentale, ma perché le conseguenze derivanti dall'accadimento di uno qualsiasi di quelli elencati precedentemente, comporterebbe conseguenze disastrose e catastrofiche, sia per quanto riguarda la salute e la sicurezza dei lavoratori, sia per l'ambiente e le persone estranee all'attività; inoltre le sostanze utilizzate durante l'esercizio dell'impianto sono notevolmente differenti, quindi un loro sversamento causerebbe danni elevatissimi a persone e ambiente circostanti; continuando, si pensi anche al pozzo, ai lavori da effettuare per poter installare l'impianto di estrazione e le relative condutture per il trasporto delle materie estratte, ai rischi aggiuntivi che si dovrebbero valutare e gestire poi insieme a tutto il resto nel Sistema che verrà implementato; proseguendo, si pensi alla gestione delle emergenze, non affrontata nel caso in questione ma di notevole importanza e centralità nella gestione della sicurezza di un impianto reale; infine, anche sé non citati nei paragrafi precedenti per mancanza di necessità, i costi e le responsabilità derivanti da una cattiva gestione e dal potenziale accadimento di incidenti nel caso reale sarebbero elevatissimi, per cui, un'efficace ed efficiente implementazione di

un SGSL è importante, soprattutto per quanto riguarda determinate realtà, anche sé la situazione ottimale sarebbe quella di attuare Sistemi di Gestione alla maggior parte delle attività lavorative, dalla meno organizzata alla più organizzata, dalla meno rilevante alla più rilevante, perché si ottimizzerebbero notevolmente i costi per la sicurezza, il tempo per la gestione, da reimpiegare per la gestione della produttività dell'azienda e si renderebbero molto più sicuri i luoghi e gli ambienti di lavoro. Successivamente, nella gestione del caso reale si affronterebbe molto più attentamente il coinvolgimento del personale, attraverso una politica di SSL che assicuri l'importanza che la sicurezza rivesta per l'azienda e l'impegno che l'azienda offra al raggiungimento delle migliori condizioni lavorative possibili. Continuando, la definizione delle responsabilità sarebbe molto più dettagliata visto anche la presenza di un'azienda, di un DL e di tutte le altre figure professionali presenti in un ipotetico scenario reale. Poi, per quanto riguarda la pianificazione delle misure di prevenzione e protezione e la loro successiva attuazione attraverso l'individuazione delle procedure operative, possiamo affermare che queste non si discosterebbero considerevolmente da quelle determinate in precedenza, anche sé la loro realizzazione ed organizzazione sarebbe più complessa (si pensi per esempio allo sversamento di petrolio o allo sversamento di gas in aria, oppure all'esplosione dell'eiettore in un impianto di notevoli dimensioni rispetto al caso sperimentale). Infine, in un impianto reale, il

SGSL non potrebbe essere progettato sulla base delle linee Uni-Inail, visto che ci troveremmo di fronte alla gestione di un impianto a rischio rilevante soggetto a certificazione obbligatoria, per cui le principali normative da prendere come riferimento sono:

- UNI 10672:97: impianti di processo a rischio di incidente rilevante. Procedure di garanzia della sicurezza nella progettazione;
- UNI 10617:97: impianti di processo a rischio di incidente rilevante. Sistema di Gestione della Sicurezza. Requisiti essenziali;
- UNI 10617:97/A1:2001: impianti di processo a rischio di incidente rilevante. Gestione della sicurezza nell'esercizio. Criteri fondamentali di attuazione;
- D.Lgs 334/99 SEVESO BIS: "attuazione della direttiva 96/82/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose".

CAPITOLO 4:

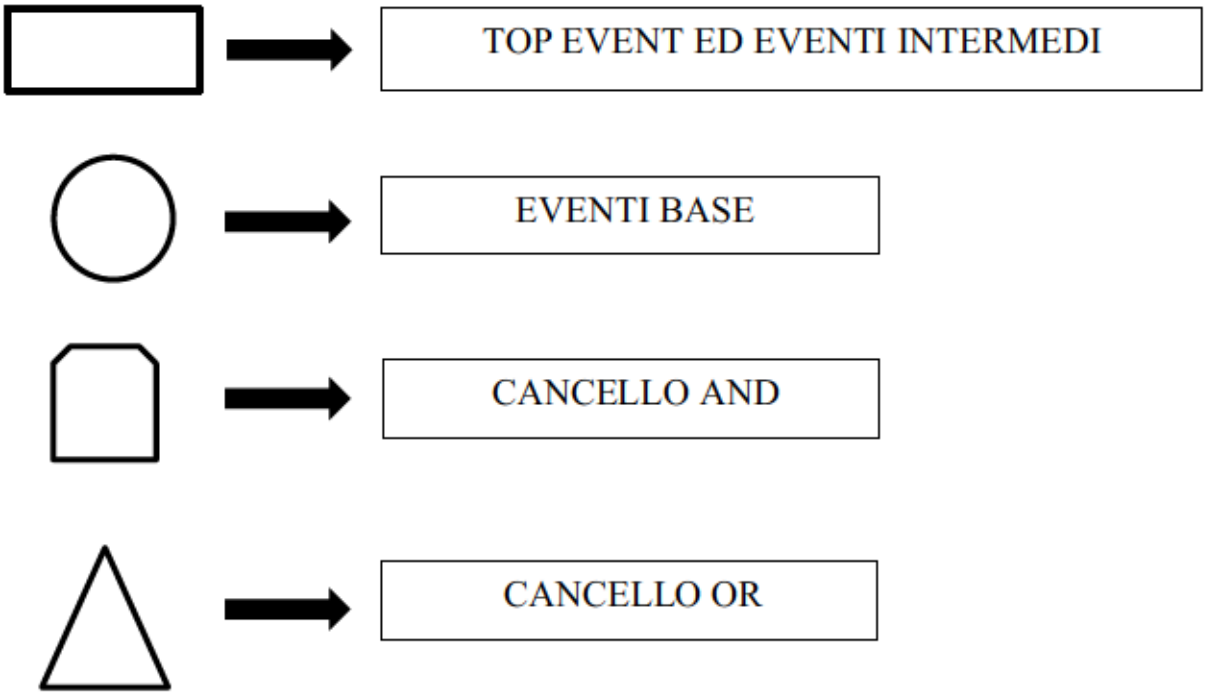
L'ANALISI E LA GESTIONE DI UN'ANOMALIA TRAMITE LA TECNICA DEL "FAULT TREE ANALYSIS", L'ALBERO DEL GUASTO

In questo capitolo ci occuperemo dell'analisi e della gestione di uno dei rischi sopra individuati, tramite una tecnica di valutazione del rischio che verrà spiegata ed illustrata.

4.1: La descrizione della tecnica di valutazione

L'albero del guasto, il fault tree analysis, è una rappresentazione simbolica della struttura di un impianto, o di parte di esso, volta ad evidenziare le interconnessioni logiche che esistono tra i vari componenti per quanto concerne il corretto e lo scorretto funzionamento dell'impianto. Tale tecnica consente, partendo dall'individuazione di un evento primario, il top event, di determinare tutte le possibili e probabili conseguenze che potrebbero portare all'accadimento di quest'ultimo.

4.2: La simbologia del fault tree analysis



4.3: Lo sviluppo dell'albero del guasto

Per sviluppare il nostro albero del guasto dobbiamo iniziare dalla denominazione di tutti gli eventi (top event, intermedi, base) e di tutti i cancelli. Successivamente, partendo dal vertice (top event) si espandono tutti i restanti eventi per dar forma così al nostro albero completo. Bisogna sempre tener conto di una regola durante l'estensione del grafico, ovvero:

- Sostituire il cancello AND con il prodotto dei suoi eventi (*)
- Sostituire il cancello OR con la somma dei suoi eventi (+)

Proseguendo nell'espansione, si devono sostituire tutti gli eventi intermedi e non sviluppati fino a che rimangano solamente gli eventi base ed infine, andando a semplificare l'equazione (eliminando tutte le parentesi), saremo in grado di conoscere quali cause di base possano generare il top event.

4.4: La gestione di un'ipotetica anomalia

Argomentato brevemente come si struttura e come funziona il Fault Tree Analysis, adesso andremo a simulare la gestione di un'ipotetica anomalia con tale tecnica.

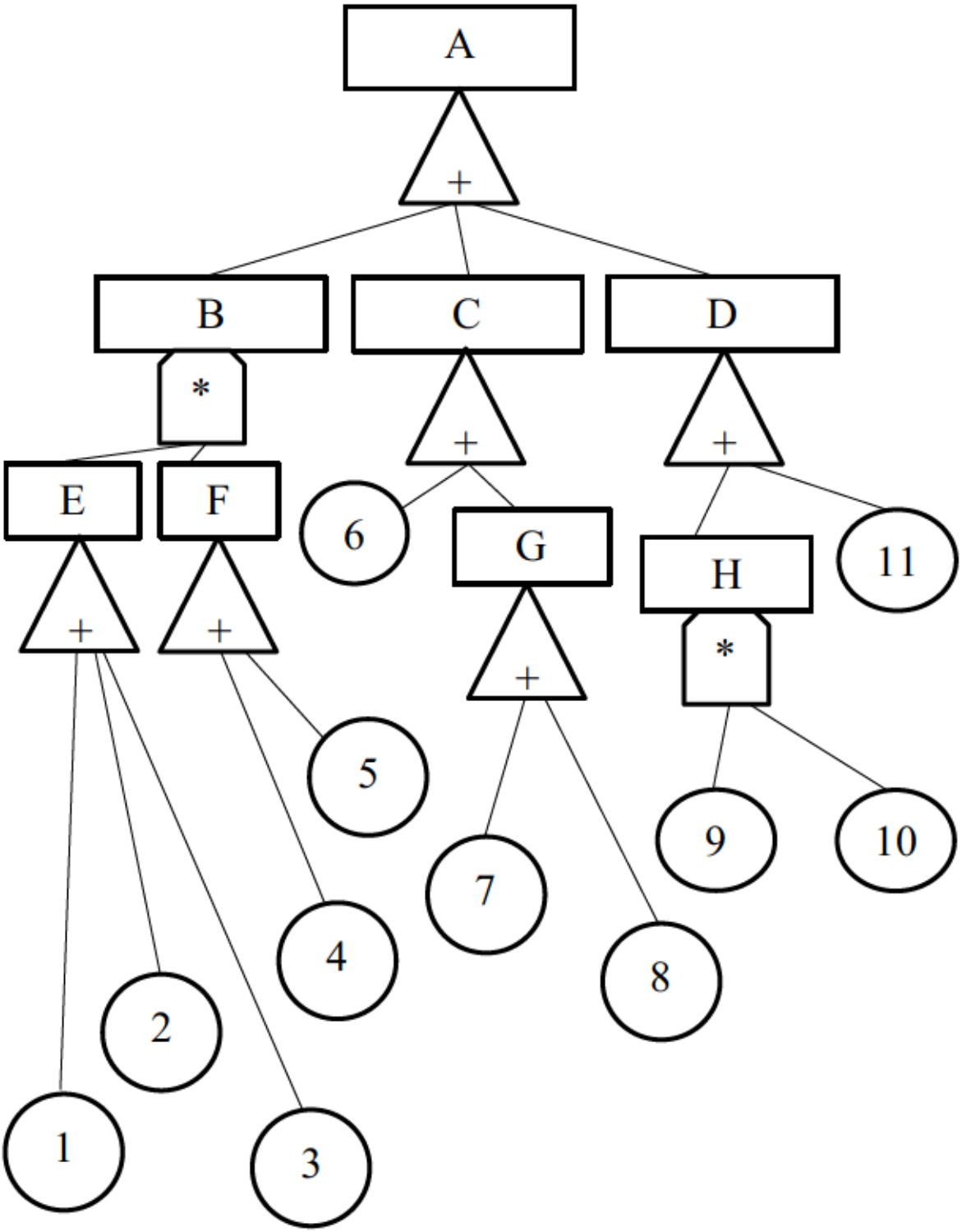
4.4.1: L'individuazione del Top Event e di tutti gli altri eventi

Prendendo in esame l'impianto oggetto di studio, individuiamo come Top Event ed eventi connessi ad esso i seguenti:

- Top Event: allagamento condotto di aspirazione dell'aria (A);
- Evento intermedio: inefficienza del fluido portante (acqua) (B);
- Evento intermedio: alta pressione nel serbatoio (C);
- Evento intermedio: ostruzione condotto di uscita dall'eiettore (D);
- Evento intermedio: bassa pressione del fluido portante (acqua) (E);
- Evento intermedio: battente alto nel serbatoio (altezza dell'acqua dal punto di entrata nel serbatoio al pelo libero) (F);

- Evento intermedio: ostruzione del condotto di uscita dell'aria dal serbatoio (G);
- Evento intermedio: malfunzionamento condotto di uscita dall'eiettore (H)
- Evento base: poca acqua presente nella vasca di contenimento (1);
- Evento base: malfunzionamento della pompa (2);
- Evento base: ostruzione del condotto di entrata dell'acqua (3);
- Evento base: caratteristiche specifiche richieste dalla ricerca (valori di portata e pressione impostati di default per esempio) (4);
- Evento base: ostruzione del condotto di uscita dell'acqua dal serbatoio (5);
- Evento base: malfunzionamento della valvola che controlla la pressione nel serbatoio (6);
- Evento base: sporcizia, detriti o altri materiali indesiderati (7);
- Evento base: danneggiamento valvola di intercettazione (8);
- Evento base: malfunzionamento del cono divergente dell'eiettore (9);
- Evento base: malfunzionamento della camera di miscelazione dell'eiettore (10);
- Evento base: ritorno a ritroso dell'acqua dal serbatoio all'eiettore (11).

4.4.2: Rappresentazione grafica



4.4.3: L'equazione

A= B + C + D =

= (E * F) + (6 + G) + (H + 11) =

= {[1 + 2 + 3] * [4 + 5]} + [6 + (7 + 8)] + [(9 * 10) + 11]

4.4.4: Conclusioni finali

Data l'equazione, possiamo quindi affermare che il Top Event, ovvero l'allagamento del condotto di aspirazione dell'aria (A), può avvenire sé c'è l'inefficienza del fluido portante (B), oppure sé c'è alta pressione nel serbatoio (C), oppure sé si verifica un'ostruzione del condotto di uscita dell'eiettore (D). L'inefficienza del fluido portante (B) si verifica sé il fluido portante ha bassa pressione (E) e sé contemporaneamente c'è la presenza del battente alto nel serbatoio (F); successivamente, l'alta pressione nel serbatoio può derivare dal mancato controllo della pressione al suo interno (6) o dall'ostruzione del condotto di uscita dell'aria dal serbatoio (G); mentre l'ostruzione del condotto di uscita dall'eiettore (D) avviene sé c'è un malfunzionamento del condotto di uscita dall'eiettore (H) oppure sé l'acqua dal serbatoio ritorna indietro verso l'eiettore (11). Il fluido portante può avere bassa pressione (E) sé c'è poca acqua nella vasca di contenimento (1), sé c'è un malfunzionamento della pompa (2) oppure sé si verifica un'ostruzione del condotto di entrata dell'acqua (3); il battente alto nel

serbatoio (F) può presentarsi sé vengono impostate delle caratteristiche specifiche per la ricerca (come valori di pressione o portata) (4) oppure sé c'è un'ostruzione del condotto di uscita dell'acqua dal serbatoio (5); continuando, l'ostruzione del condotto di uscita dell'aria dal serbatoio (G) può avvenire sé ci sono sporcizia, detriti o altri materiali indesiderati (7) oppure a causa del danneggiamento della valvola di intercettazione (8); infine, proseguendo nell'analisi, si può affermare che il malfunzionamento del condotto di uscita dall'eiettore (H) può avvenire sé si verifica un malfunzionamento del cono divergente dell'eiettore (9) e sé contemporaneamente si presenta un malfunzionamento della camera di miscelazione dell'eiettore (10). In conclusione, andando a semplificare l'equazione, si evince che il condotto di aspirazione dell'aria può allagarsi (A) sé c'è poca acqua nella vasca di contenimento (1), o sé si verifica un malfunzionamento della pompa (2) oppure sé avviene l'ostruzione del condotto di entrata dell'acqua (3) contemporaneamente alla presenza di caratteristiche specifiche impostate di default per esperimenti di ricerca (4) oppure alla presenza di un'ostruzione del condotto di uscita dell'acqua dal serbatoio (5); oppure l'allagamento del condotto di aspirazione dell'aria (A) può avvenire sé la pressione all'interno del serbatoio non è controllata (6) oppure sé c'è la presenza di sporcizia, detriti o altri materiali indesiderati (7) o sé si danneggia la valvola di intercettazione (8); proseguendo, si evince che il top event (A) può avvenire sé

allo stesso tempo avviene un malfunzionamento al cono divergente dell'eiettore (9) e sé avviene un malfunzionamento alla camera di miscelazione dell'eiettore (10) oppure sé l'acqua nel serbatoio ritorna indietro verso l'eiettore (11).

Per evitare quindi l'allagamento del condotto di aspirazione dell'aria (A), bisogna evitare che si verifichino le combinazioni di eventi base sopra citati affinché si possa perseguire l'obiettivo della prevenzione dei rischi e il corretto funzionamento del Sistema di Gestione della Salute e Sicurezza sul Lavoro (SGSL).

CONCLUSIONI

Il messaggio fondamentale che si vuole trasmettere con la stesura del suddetto elaborato è l'importanza che riveste l'implementazione di un Sistema di Gestione della Salute e Sicurezza sul Lavoro (SGSL) per il raggiungimento della Qualità Totale. Come già affermato, la Qualità Totale è la concezione per la quale tutte le risorse a disposizione sono implicate al raggiungimento degli obiettivi che si vogliono raggiungere. Il SGSL è uno strumento che, grazie alla sua struttura che consente il miglioramento continuo, permette la gestione totale dell'azienda inglobando in essa la gestione della salute e della sicurezza. Questo aspetto non è affatto banale, perché la gestione condivisa di tutti gli aspetti che interessano un'impresa o un'azienda o qualsiasi attività lavorativa, consente l'ottenimento di vantaggi gestionali, operativi ed economici. La sicurezza, soprattutto con l'avvento di nuove tecnologie e con lo sviluppo e l'evoluzione dei metodi di lavoro, è diventato un aspetto del mondo del lavoro da non sottovalutare e da prendere seriamente in considerazione. Prendendo atto che mettere in sicurezza un ambiente, un luogo di lavoro o un impianto come quello trattato richieda sacrificio, tempo, impegno costante e soprattutto spese onerose, il SGSL è il mezzo necessario al raggiungimento degli obiettivi aziendali non tralasciando l'aspetto relativo alla gestione della sicurezza, ottimizzando i tempi, le procedure, i metodi di lavoro, i costi, assegnando le responsabilità in capo alle varie figure

professionali, per cui definire una precisa gerarchia dei compiti e delle funzioni, rendendo l'azienda o l'impresa più attenta all'impegno verso il rispetto e la prevenzione della salute e della sicurezza del proprio personale e del personale esterno, che consente di ottenere maggiore visibilità ed opportunità sul mercato. Tale concetto si è voluto esplicare tramite l'implementazione di un SGSL ad un impianto di ricerca sperimentale, ma tralasciando l'oggetto su cui è stata improntata l'elaborazione di questa tesi, ciò che deve rimanere e si deve rafforzare è il concetto che il Sistema di Gestione permetta la gestione efficace ed efficiente della salute e della sicurezza, ed attraverso il miglioramento continuo, scopo per cui il Sistema viene implementato, si riesca a raggiungere la Qualità Totale, ovvero la qualità dei fattori esterni, un'ottima organizzazione aziendale e un'efficace ed efficiente gestione della sicurezza.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

1. La Qualità totale – www.okpedia.it;
2. Hopps, F., Enea, M., La Spisa, P., Li Causi, R., Schifano, L., & Molica Nardo, T. (2008). Il Sistema di Gestione della Sicurezza sul Lavoro (SGSL) sul modello UNI-INAIL ed il Safety Management System (SMS) in ambito aeroportuale a confronto. DE QUALITATE, 17(10), 26-36;
3. I Sistemi di Gestione della Sicurezza sul Lavoro (SGSL) – www.gruppoalis.it;
4. "Il Sistema di Gestione della Sicurezza: cos'è, a cosa serve, i rapporti delle norme tecniche con il D.Lgs 81/2008", a cura del Dott. Ing. Daniele Novelli, documento pubblicato sul sito della Società Nazionale Operatori della Prevenzione (SNOP) – www.snop.it;
5. Linee guida Uni-Inail sulla progettazione, implementazione e attuazione di Sistemi di Gestione della Salute e Sicurezza sul Lavoro – www.inail.it;
6. "Cos'è un Sistema di Gestione Integrato (SGI) e perché conviene", scritto da Cristiano Rugulotto, consulente tecnico specializzato in acustica ambientale, sicurezza sul lavoro e ambiente – www.studioessepi.it;
7. "I Sistemi di Gestione Integrati" – www.nqa.com organismo di certificazione globale;
8. "Perché certificare un Sistema di Gestione?" – www.dnvgl.it;

9. Report relativo alla descrizione dell'impianto e di tutte le sue componenti;

10. Report relativo ai maggiori rischi associati all'impianto oggetto di studio.