



**SAPIENZA**  
UNIVERSITÀ DI ROMA

**FACOLTA' DI FARMACIA E MEDICINA**

**CORSO DI LAUREA "C"**

**Tecniche della Prevenzione nell'Ambiente e nei**

**Luoghi di Lavoro**

*(Presidente: Prof. Silverio Tomao)*

**TESI DI LAUREA**

***“Sistema di Gestione della Sicurezza (SGS):  
metodo teorico-sperimentale per la valutazione  
del grado di sicurezza di un macchinario in una  
centrale di generazione”***

**Relatore:**

**Prof.ssa Lucilla Boschero**

**Correlatore:**

**Ing. Antonino Sindona**

**Tesista:**

**Stefano Nobili**

**Matricola 1475718**

**Anno Accademico 2014/2015**

## INDICE

1. Premessa .....	4
2. Obiettivi .....	4
3. Introduzione .....	5
3.1. Il Sistema di Gestione della Sicurezza (SGS) .....	5
3.2. Fase di Pianificazione: Identificazione dei Pericoli e Valutazione dei Rischi.....	8
3.3. Fase di Attuazione e Controllo: il Controllo Operativo .....	9
3.4. La Gestione delle Risorse Umane .....	9
3.5. La Centrale di Generazione Termoelettrica .....	13
4. Materiali e Metodi.....	20
4.1. Obiettivo della metodologia.....	20
4.2. Impostazione di fondo del metodo scelto.....	22
4.2.1. Metodo HAZOP .....	23
4.2.2. What-If Analysis.....	23
4.2.3. Metodo ISI .....	24
4.3. Struttura del metodo ISI.....	25
4.3.1. Identificazione della macchina da analizzare e definizione dei «limiti di macchina».....	25
4.3.2. Definizione del Team di analisi e identificazione del Team Leader	25
4.3.3. Analisi del macchinario e di tutte le azioni e attività che vengono svolte con e su di esso .....	26
4.3.4. Raccolta dei risultati e compilazione della «Scheda di Valutazione della Macchina».....	27
4.3.5. Determinazione della Scheda di Sicurezza Intrinseca della macchina contenente l'indice ISI e la lista di interventi correttivi.....	32
4.3.6. Fase di preparazione dell'attività.. <b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>	
4.3.7. Svolgimento dell'attività di analisi <b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>	
4.3.8. Ricircolo di informazioni, implementazione e monitoraggio delle azioni .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
5. Prova pilota .....	34
5.1. Fase di preparazione dell'attività.....	34

5.2. Macchinari analizzati .....	37
5.3. Svolgimento dell'attività.....	41
6. Risultati.....	43
7. Conclusioni .....	48
8. Discussione.....	49
9. Bibliografia .....	50

## **1. Premessa**

Con l'entrata in vigore della Legge 123/07 e specialmente del Decreto Legislativo 81/08 si è rafforzata l'importanza dell'adozione e attuazione di modelli organizzati e sistemi di gestione nel campo della gestione della salute e della sicurezza sui luoghi di lavoro. Questa evoluzione della normativa rappresenta una concreta opportunità sia a livello aziendale che sociale, perché ne viene riconosciuta non solo la funzione esimente relativa alla responsabilità amministrativa (D. Lgs. 231/01), ma anche l'efficacia ai fini della prevenzione e del miglioramento della qualità e produttività nei luoghi di lavoro (BS OHSAS 18001:2007, BS OHSAS 18002:2008, Linea Guida UNI INAIL). Parte integrante del Sistema di Gestione della Sicurezza è l'analisi del contesto lavorativo che consente di individuare le misure di controllo dei rischi, per consentirne l'annullamento o la riduzione a livelli cosiddetti "accettabili". I rischi si generano in un ambiente caratterizzato da strutture (macchinari, impianti, sistemi) e persone (operatori, manutentori, management, ecc.), ovvero dalla interrelazione tra di loro.

## **2. Obiettivi**

Obiettivo di questa tesi è sviluppare una metodologia per la valutazione del grado di sicurezza intrinseca di un macchinario o di un sistema di apparecchiature, di seguito per semplicità denominati "macchina", l'individuazione di tutti i pericoli e le criticità propri della macchina e le eventuali azioni correttive eventualmente da implementare. Questa metodologia prende spunto dall'idea di base del metodo HAZOP già utilizzato in occasione della progettazione di sistemi complessi non ancora esistenti, tuttavia la novità sta nel fatto che oggetto del metodo sono le macchine esistenti, costruite anche diversi decenni fa e in esercizio da anni, le cui possibili criticità possono non essersi ancora rilevate o sono state accettate impropriamente come gestibili.

Questa tesi vuole quindi definire uno “strumento di controllo” del rischio intrinseco strutturale di macchine o sistemi, pur tenendo conto della relazione con il personale che con gli stessi interagisce per lavoro.

### **3. Introduzione**

#### **3.1. Il Sistema di Gestione della Sicurezza (SGS)**

Il D. Lgs. 81/08 all'art. 30 si occupa di definire il modello di organizzazione e gestione nonché le norme che regolamentano il Sistema di Gestione della Sicurezza sul Lavoro.

Al comma 1 il legislatore riporta la lista degli obblighi che un corretto modello di organizzazione e di gestione deve adottare:

- rispetto degli standard tecnico-strutturali di legge relativi a attrezzature, impianti, luoghi di lavoro, agenti chimici, fisici e biologici;
- attività di valutazione dei rischi e attuazione delle misure di prevenzione e protezione conseguenti;
- attività di natura organizzativa, quali emergenze, primo soccorso, gestione degli appalti, riunioni periodiche di sicurezza, consultazioni dei rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza;
- attività di sorveglianza sanitaria;
- attività di informazione e formazione dei lavoratori;
- attività di vigilanza;
- acquisizione di documentazioni e certificazioni obbligatorie di legge;
- periodiche verifiche dell'applicazione e dell'efficacia delle procedure adottate.

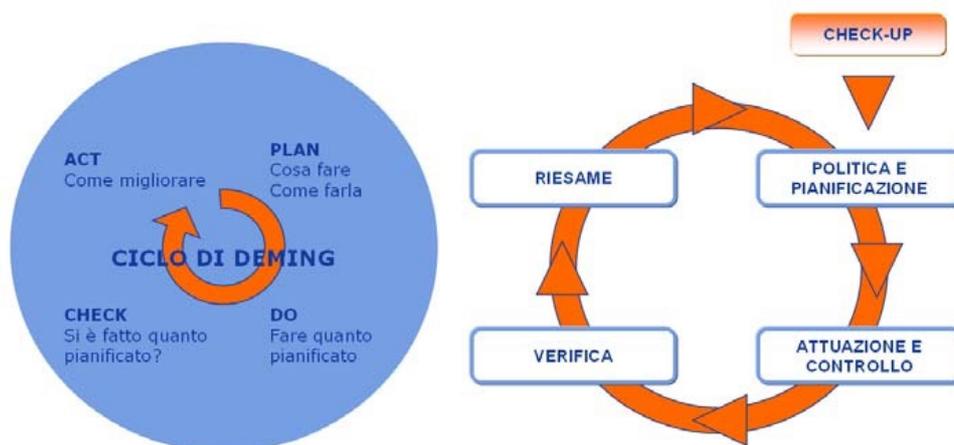
Successivamente, al comma 5 del suddetto articolo, si va a sottolineare l'importanza dell'adozione di un Sistema di Gestione della Sicurezza conforme alla Linea Guida UNI INAIL (SGS non certificabile dagli Enti ) o al BS OHSAS 18001 (SGS certificabile dagli Enti), i cui modelli “*si presumono conformi ai requisiti di cui al presente articolo per le parti corrispondenti*” (esclusa, ad esempio, la disciplina della responsabilità amministrativa delle persone giuridiche, delle società e delle associazioni

anche prive di personalità giuridica, che richiederà uno specifico modello di organizzazione e gestione ai sensi del D. Lgs. 231/01).

Nello specifico la BS OHSAS 18001:2007 definisce come Sistema di Gestione della Salute e Sicurezza nei Luoghi di Lavoro “quella parte del sistema di gestione di un’organizzazione utilizzata per sviluppare ed attuare la propria politica per la Salute e Sicurezza nei Luoghi di Lavoro e gestire i propri rischi inerenti la Salute e Sicurezza nei Luoghi di Lavoro”.

Dunque l’organizzazione riveste un ruolo indispensabile poiché deve stabilire, documentare, attuare, mantenere attivo e migliorare continuamente un SGS per renderlo sempre conforme ai requisiti della norma BS OHSAS. Questi requisiti sono schematizzati ciclicamente attraverso le quattro fasi del ciclo di Deming (Plan, Do, Check, Act), implementate nella norma BS OHSAS 18001:2007 (previa analisi iniziale da svolgere precedentemente al primo ciclo) che prevedono:

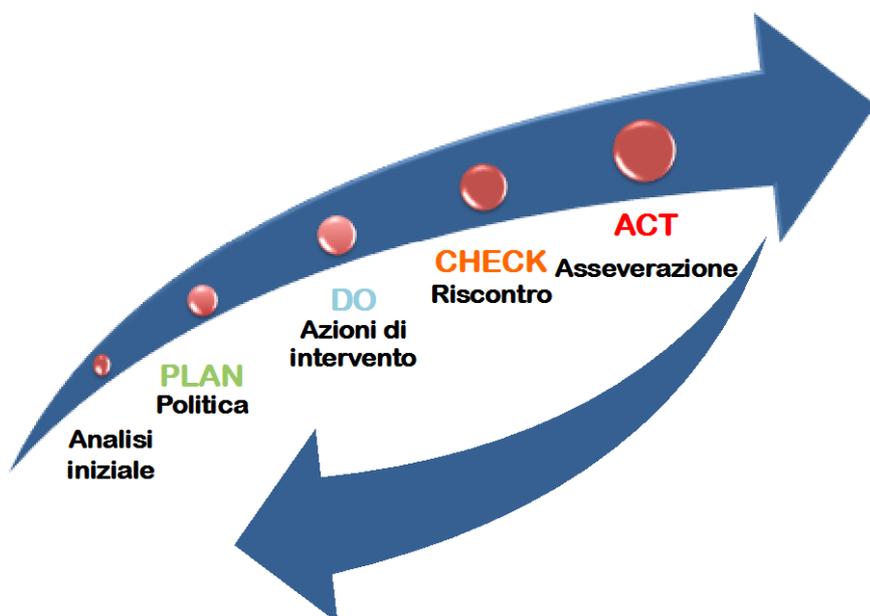
1. La definizione della Politica e la Pianificazione;
2. L’Attuazione ed il Controllo di quanto pianificato;
3. La Verifica di quanto attuato;
4. Il Riesame del SGS e la definizione di elementi per il Continuo Miglioramento dello stesso.



*Figura 1 Ciclo di Deming come raffigurato nel Manuale SGS di una Divisione Enel*

La Politica è un importante tassello del Sistema di Gestione della Sicurezza poiché grazie ad essa si viene a creare un forte legame tra l’alta direzione

aziendale e l'intera organizzazione ma soprattutto si evince quanto sia importante per l'azienda raggiungere e successivamente mantenere sempre aggiornati gli obiettivi strategici di salute e sicurezza sul luogo di lavoro, grazie alla partecipazione attiva di tutti i componenti dell'organizzazione. È dunque un prerequisito fondamentale che getta le prime basi ad un Sistema di Gestione (non solo per la sicurezza, ma anche per l'ambiente e per la qualità) solido e valido, poiché permette di fissare precisi obiettivi che traducono la politica stessa in qualcosa di pratico e dinamico per l'organizzazione. La Politica e gli Obiettivi Aziendali devono essere consultabili da tutto il personale (affissione nei principali luoghi di lavoro) oltre che resi disponibili al pubblico e agli organismi interessati che ne facciano richiesta.



*Figura 2 Ciclo PDCA e l'importanza che riveste l'analisi iniziale da svolgere*

Solo una volta elaborata ed approvata la Politica, l'azienda potrà avviare il Sistema ciclico per la Gestione della Sicurezza, dapprima pianificando il Sistema (identificazione del pericolo, valutazione del rischio e definizione dei controlli, gestione delle prescrizioni legali, identificazione di obiettivi e programmi), successivamente attuando ciò che è stato pianificato (risorse, ruoli, responsabilità, competenze, formazione, comunicazione, partecipazione, consultazione, documentazione, controllo operativo, preparazione alle emergenze), per passare poi alla verifica delle azione attuate (misurazione, monitoraggio, valutazione della conformità, indagini su

incidenti, near miss, audit) ed infine riesaminando l'intero Sistema, definendo eventuali nuovi obiettivi per un miglioramento continuo.

### **3.2. Fase di Pianificazione: Identificazione dei Pericoli e Valutazione dei Rischi**

La fase di Pianificazione è uno dei pilastri fondamentali del Sistema di Gestione della Sicurezza. Grazie ad essa l'organizzazione deve stabilire, attuare e mantenere attive:

- Procedure che consentano la continua individuazione dei pericoli, la valutazione dei rischi e la determinazione dei controlli necessari;
- Procedure per l'identificazione dei requisiti legali applicabili e degli altri requisiti sottoscritti dall'organizzazione che riguardano la Salute e la Sicurezza nei Luoghi di Lavoro;
- Obiettivi e programmi per la Salute e la Sicurezza nei Luoghi di Lavoro. La Valutazione dei Rischi deve essere svolta in maniera strutturale seguendo precisi passaggi che permettano di ottenere il miglior risultato possibile. La si può dunque suddividere in varie fasi di seguito elencate:
  - Identificazione e mappatura di tutte le aree di lavoro;
  - Identificazione e mappatura delle attività svolte nelle diverse aree;
  - Identificazione di Gruppi Omogenei (insieme di lavoratori in una stessa area di lavoro che svolgono la stessa attività) e, per ogni Gruppo, definizione:
    - Del personale che lo compone;
    - Delle aree di lavoro in cui il Gruppo svolge le proprie attività;
    - Delle lavorazioni svolte dai componenti del Gruppo;
    - Dei tempi di permanenza del Gruppo nelle aree di lavoro;
    - Dei tempi di effettuazione dei compiti svolti dai componenti del Gruppo;
  - Identificazione dei pericoli, che possono essere:
    - Propri dell'area di lavoro (per esempio il rumore);
    - Propri del compito da svolgere (per esempio le vibrazioni per l'utilizzo di determinati macchinari);

- Valutazione dei Rischi, schematizzabile in 4 fasi:
  - Calcolo del rischio iniziale;
  - Normalizzazione dell'indice di rischio su una scala di valori da 1 a 16;
  - Individuazione e programmazione di interventi fisici non rimovibili (hardware) necessari per la riduzione del rischio alla fonte;
  - Individuazione di interventi rimovibile di tipo organizzativo-procedurali (software) in base al coefficiente di riduzione da ottenere.

### **3.3. Fase di Attuazione e Controllo: il Controllo Operativo**

La fase di Attuazione e Controllo permette al Sistema di Gestione l'applicabilità di tutti i principi descritti nello stesso, senza la quale risulterebbe un documento teorico. Fonti INAIL e Accredia sottolineano come la maggior parte dei Sistemi di Gestione non risultino conformi (e perciò non certificabili) a causa di un mancato od errato controllo operativo (punto 4.4.6 della norma BS OHSAS 18001:2007). Ciò non è un caso, poiché questa è una delle fasi più dispendiose a livello economico che prevede l'identificazione e l'attuazione di tutte le operazioni e le attività da svolgere nell'organizzazione in base ai pericoli identificati precedentemente. Dunque l'organizzazione deve attuare e mantenere attivi:

- Controlli operativi applicabili all'organizzazione e alle sue attività;
- Controlli operativi collegati a merci, attrezzature, macchine e ai servizi;
- Controlli operativi collegati a subappaltatori, visitatori o comunque a qualsiasi figura che entra in contatto con l'organizzazione;
- Procedure documentate per il controllo di situazioni in cui l'assenza delle stesse può portare alla difformità dalla Politica o dagli obiettivi di Salute e Sicurezza nei Luoghi di Lavoro.

### **3.4. La Gestione delle Risorse Umane**

Il Sistema di Gestione della Sicurezza viene, sempre più spesso, integrato con altri Sistemi di Gestione quali Qualità e Ambiente. Negli ultimi anni, grazie

all'esponenziale evoluzione tecnologica che sta riguardando le aziende di tutti i settori, le imprese hanno cominciato ad adottare altri Sistemi di Gestione come quello sulla Sicurezza delle Informazioni (ISO/IEC 27001) e quello sui Servizi Informatici (ISO/IEC 20000) i quali puntano, con il passare degli anni, ad una crescita numerica dei siti certificati per stabilizzarsi quindi, sia quantitativamente che qualitativamente, al livello degli altri Sistemi di Gestione.

Sistema di Gestione	n. di siti certificati
Qualità – ISO 9001	135.466
Ambiente – ISO 14001	20.485
Sicurezza – OHSAS 18001	13.394
Sicurezza delle Informazioni – ISO 27001	707
Alimenti – ISO 22000	219
Servizi Informatici – ISO/IEC 20000	74
<b>Totale</b>	<b>170.345</b>

*Figura 3 Tabella dati INAIL: numero siti certificati per sistema di gestione*

Il minimo comun denominatore di tutti i Sistemi di Gestione esistenti è l'organizzazione che coinvolge tutti i partecipanti della stessa.

Le risorse umane hanno, pertanto, un ruolo fondamentale per la buona riuscita di un complesso sistema organizzato venendo costantemente coinvolte in tutti Sistemi di Gestione, a partire da quello della Qualità fino ad arrivare a quello dei Servizi Informatici. Nel caso specifico del Sistema di Gestione della Sicurezza, il ruolo di Human Resource Management (HRM) viene richiamato nella fase di Pianificazione, più precisamente, nel processo di Valutazione dei Rischi, con l'introduzione dei Gruppi Omogenei. Essi hanno il ruolo di raggruppare i lavoratori che svolgono le stesse mansioni nella stessa area di lavoro. Questa tecnica risulta essere ottima per la gestione sistematica delle risorse umane in un'azienda. La gestione delle risorse umane riveste un altro ruolo fondamentale nelle fasi del SGS che riguardano i processi di Monitoraggio/Audit Interno e il Riesame della Direzione. Questi sono efficacemente applicati solo se realmente attivi, aggiornati nel tempo e documentati, ovvero quando sia comprovata da atti e documenti aziendali la partecipazione dell'Alta Direzione. Tale processo di monitoraggio e audit

riveste anche un ruolo fondamentale per quanto riguarda la verifica dell'effettiva applicabilità di un sistema disciplinare interno dell'azienda, che vada ad abbattere la probabilità di andare incontro a scelte, azioni e comportamenti sbagliati, che possano favorire la commissione di reato o comunque il mancato rispetto delle misure dettate dal Sistema di Gestione della Sicurezza. Il tipo e l'entità dei provvedimenti disciplinari saranno ovviamente misurati in base ai riferimenti legislativi e contrattuali applicabili e dovranno essere documentati. Il sistema disciplinare, una volta definito e ufficializzato dall'Alta Direzione, dovrà essere diffuso a tutti i componenti dell'organizzazione, compresi i collaboratori esterni, gli appaltatori e i fornitori i quali, inoltre, dovranno essere accuratamente selezionati tramite modalità definite dall'azienda stessa. Un altro importante aspetto che fa da intersezione tra la sicurezza sul lavoro e la gestione delle risorse umane risiede nel sistema di incentivazione (Total Reward). Diversamente dal sistema sanzionatorio, esso garantisce l'applicazione di comportamenti sicuri, come descritti dalle normative vigenti e dal Sistema di Gestione della Sicurezza, tramite retribuzioni che l'azienda applica per attrarre e trattenere i lavoratori motivandoli al raggiungimento del best outcome.

Altro importante aspetto che rafforza il concetto di risorse umane in un'organizzazione è la formazione. Essa deve essere adatta e specifica per ogni lavoratore (o gruppo di lavoratori), in base alle esigenze e ai ruoli. È la formazione che va a rafforzare inoltre la cultura della sicurezza di ogni individuo dell'organizzazione.

Standards Development > Technical committees > ISO/TC 260

## ISO/TC 260 Human resource management

[About](#)
[Contact details](#)
[Structure](#)
[Liaisons](#)
[Meetings](#)
[Tools](#)

Secretariat: ANSI  
 Secretary: Mrs. Michelle Deane  
 Chairperson: Mr James A. Lewis until end 2017  
 ISO Central Secretariat contact: Mr Antoine Morin  
 Creation date: 2011

**Scope:**  
Standardization in the field of human resource management.

Total number of published ISO standards related to the TC and its SCs (number includes updates):	0
Participating countries:	24
Observing countries:	18

*Figura 4 Progetto ISO/TC 260 per lo sviluppo del Sistema di Gestione delle Risorse Umane*

L'International Organization of Standardization (ISO) ha dato vita nel 2011 ad un comitato tecnico che sta lavorando alla realizzazione di una norma specifica riguardante la gestione delle risorse umane nelle aziende. Il comitato tecnico in questione, ISO/TC 260, consta di 24 Participating country (tra cui l'Italia tramite l'UNI) e di 18 Observing Country. Questa è un'ottima opportunità che sottolinea l'importanza di uno Standard internazionale fornito dall'Organizzazione e dai suoi componenti, che detti un modello di qualità da poter applicare.

### 3.5. La Centrale di Generazione Termoelettrica

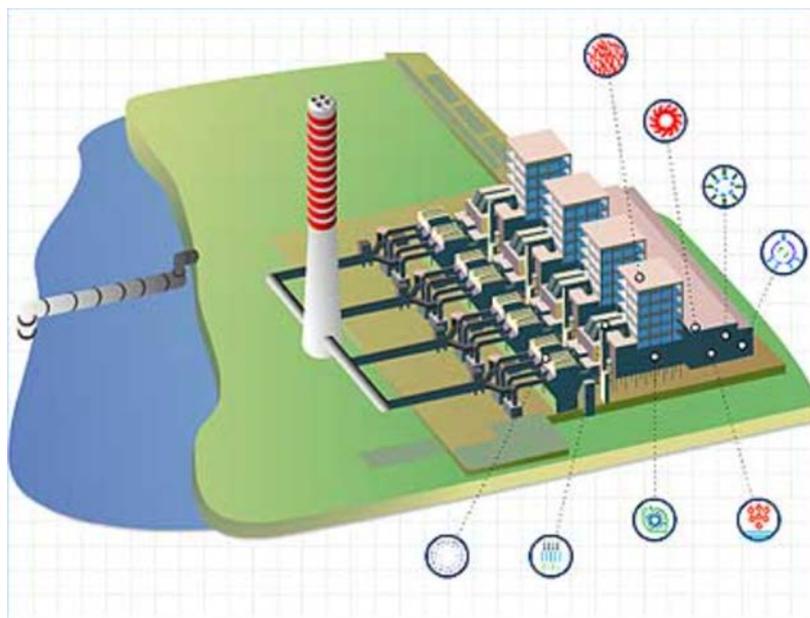


Figura 5 Centrale di generazione termoelettrica

Una centrale termoelettrica è un impianto all'interno del quale l'energia termica, generata dalla combustione di una massa di combustibile (carbone, nafta o metano), viene trasformata, attraverso un ciclo termico, in energia meccanica la quale, attraverso l'alternatore, viene poi trasformata in energia elettrica. Il combustibile, bruciato all'interno della caldaia, produce energia termica che trasforma l'acqua di processo in vapore. Quest'ultimo, fortemente surriscaldato, va ad agire sulle palette della turbina la quale trasforma l'energia potenziale del vapore in energia meccanica; questa viene ceduta all'alternatore che provvede a trasformarla in energia elettrica in media tensione. Il livello di tensione viene innalzato dai trasformatori elevatori che collegano la centrale alla rete di alta tensione. Il vapore, dopo aver ceduto il suo contenuto energetico alla turbina, viene scaricato dalla stessa e raccolto dentro il condensatore all'interno del quale, per mezzo dell'acqua di raffreddamento proveniente dall'esterno, viene condensato in acqua e quindi ricondotto in caldaia attraverso la pompa di alimento per ripetere un nuovo ciclo.

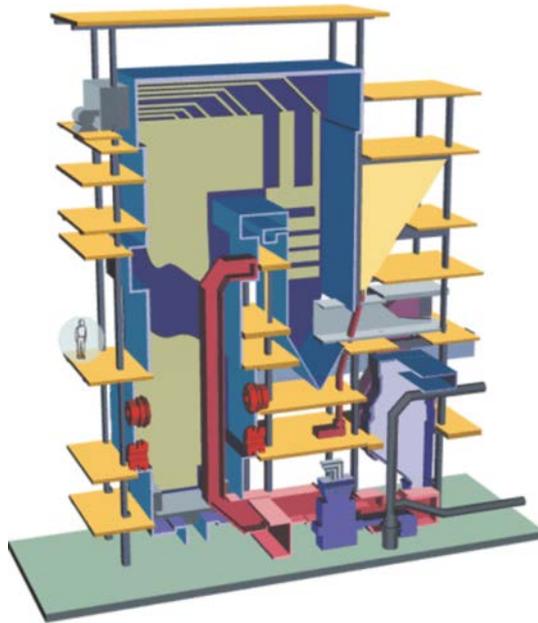
In un impianto termoelettrico convenzionale solo il 38% circa dell'energia termica, liberata dalla combustione nella caldaia, viene convertita in energia

elettrica. Il restante 62% viene dissipato nelle successive conversioni dell'energia (da chimica a termica, da termica a meccanica, da meccanica a elettrica) e come calore residuo dei fumi della ciminiera e del vapore avviato alla condensazione e recuperato come acqua calda, da rimandare alla caldaia per un nuovo ciclo. L'energia elettrica prodotta e immessa in rete viene trasportata, per mezzo di opportuni elettrodotti, alle stazioni di trasformazione dove altri trasformatori la rendono disponibile alle richieste delle varie utenze.



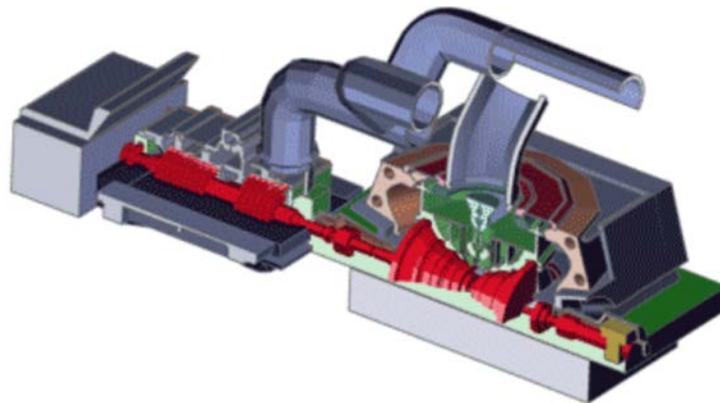
*Figura 6 Centrale di generazione termoelettrica*

Una centrale termoelettrica è formata essenzialmente da 8 parti principali:



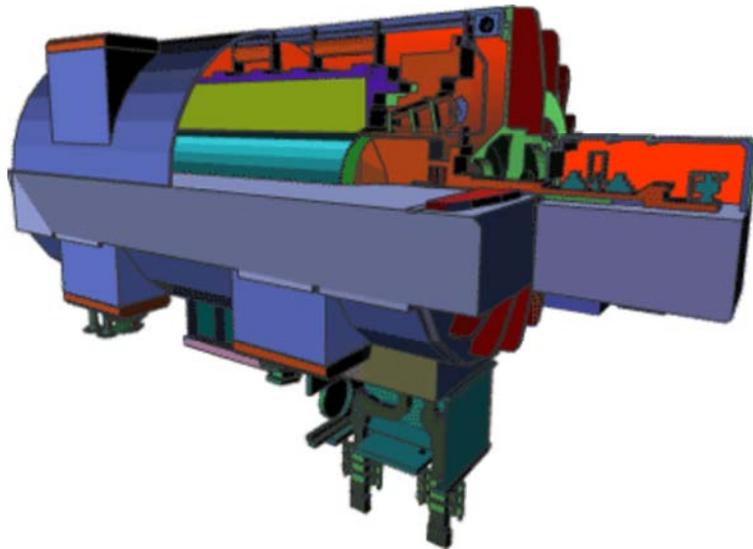
*Figura 7 Caldaia*

- La *caldaia* è essenzialmente composta da una fornace in cui vengono immessi aria e combustibile che, bruciando, scaldano e vaporizzano l'acqua che scorre nei tubi e nelle serpentine che formano la caldaia stessa;



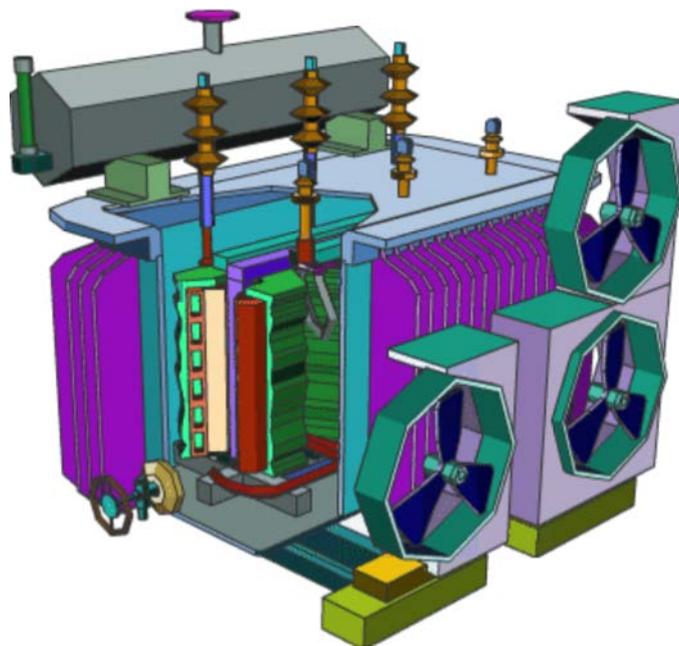
*Figura 8 Turbina*

- La *turbina* è una macchina che converte in energia meccanica l'energia cinetica di un fluido (liquido o gas) in movimento. Nel caso delle centrali termoelettriche il fluido in questione è vapore surriscaldato. L'elemento essenziale della turbina è il rotore costituito da una ruota con "palette". L'energia meccanica acquisita dal rotore viene poi trasmessa a un albero motore che viene utilizzato per azionare un generatore elettrico che prende il nome di alternatore;



*Figura 9 Alternatore*

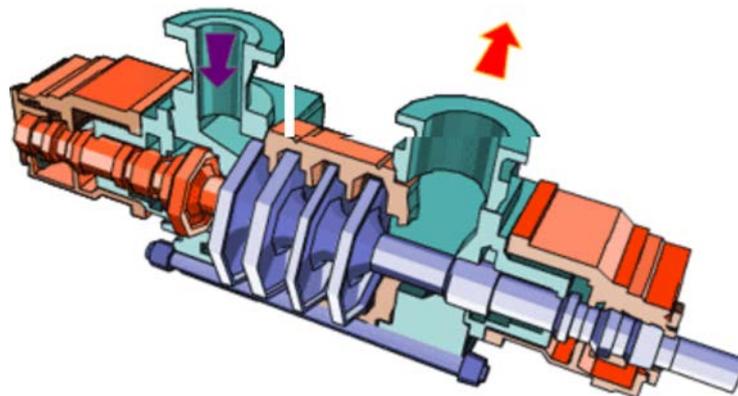
- L'*alternatore* è un generatore di corrente elettrica; è costituito da due parti fondamentali, una fissa e l'altra rotante, dette rispettivamente statore e rotore, su cui sono disposti avvolgimenti di rame isolati; i due avvolgimenti si dicono induttore (sul rotore) e indotto (sullo statore);



*Figura 10 Trasformatore*

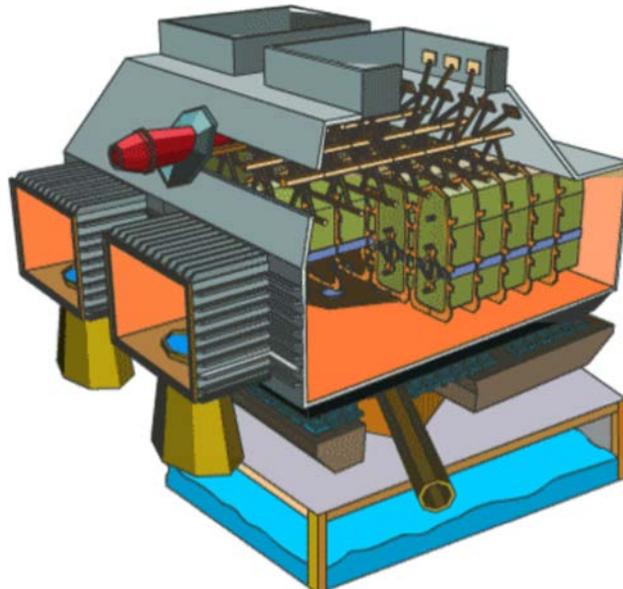
- Il *trasformatore* è una macchina elettrica statica atta a trasferire, sfruttando il fenomeno dell'induzione elettromagnetica, energia elettrica a corrente alternata, da un circuito a un altro, modificandone le

caratteristiche; schematicamente un trasformatore è costituito da due avvolgimenti, ciascuno formato da un certo numero di spire di filo di rame avvolte attorno a un nucleo di ferro di elevata permeabilità magnetica, dei quali uno riceve energia dalla linea di alimentazione, mentre l'altro è collegato ai circuiti di utilizzazione;



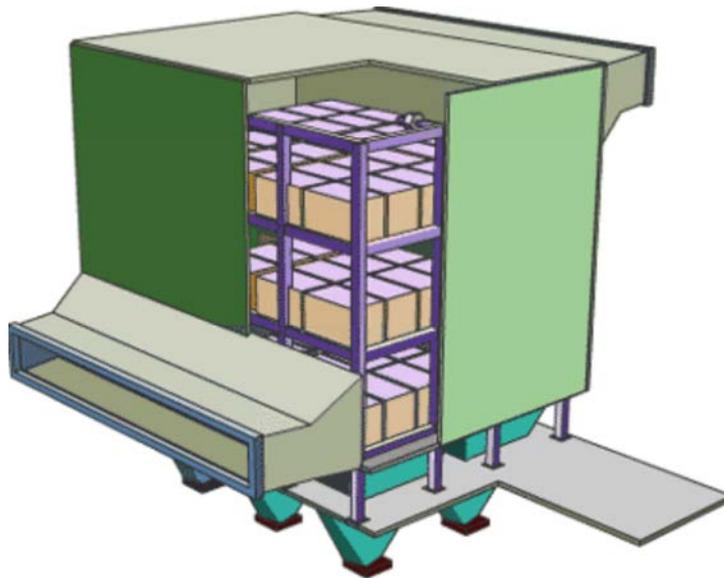
*Figura 11 Pompa*

- La *pompa* è costituita da un cilindro di acciaio forgiato nel cui interno viene fatto ruotare un organo, detto girante, che centrifuga l'acqua conferendole la pressione necessaria a farle raggiungere la caldaia. Le pompe adottate per l'alimentazione delle caldaie dei gruppi termoelettrici sono del tipo centrifugo a più giranti, montate su uno stesso albero. Ognuna delle giranti ruota in un anello che contiene i diffusori che trasformano l'energia cinetica in energia di pressione;



*Figura 12 Condensatore*

- Il *condensatore* è un grande scambiatore di calore a fascio tubiero, racchiuso da un involucro in lamiera di acciaio saldata, collegato con la sua parte superiore allo scarico della turbina, dalla quale riceve il vapore. Nei tubi circola continuamente l'acqua di raffreddamento prelevata dal mare o da un fiume vicino: il vapore, giungendo a contatto con i tubi, cede all'acqua che li percorre il suo calore e si condensa tornando in forma liquida;



*Figura 13 Catalizzatore*

- Il *catalizzatore* (o denitrificatore) permette la rimozione degli NO<sub>x</sub> basata sulla reazione con ammoniaca e ossigeno alle temperature dei fumi in uscita dalla caldaia, senza quindi raggiungere temperature elevate; esso è costituito da griglie ricoperte di ossidi di vanadio, tungsteno e titanio, inserite a strati (normalmente 2 o 3) all'interno del denitrificatore;

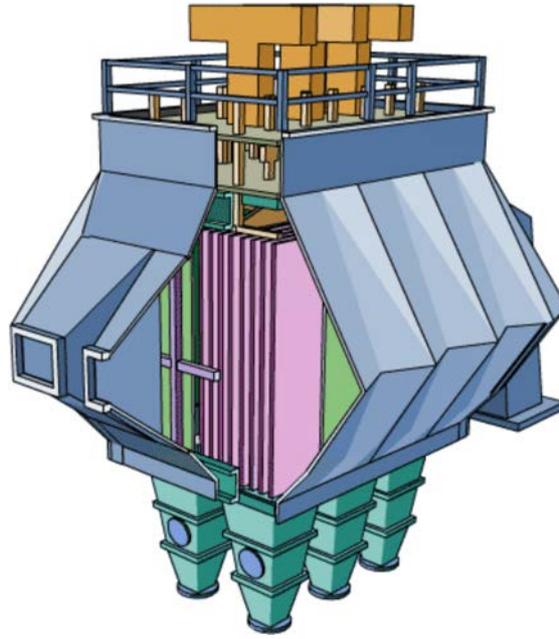


Figura 14 Captatore polveri

- Il *captatore polveri*, il suo funzionamento è basato sul principio di attrazione fra i corpi con carica elettrica di segno opposto.
  - I precipitatori sono costituiti da un insieme di elementi filiformi e di piastre, disposti verticalmente nel condotto fumi e mantenuti in tensione, tramite un sistema di alimentazione in corrente continua, in modo da avere all'interno del condotto un campo elettrico ionizzato.
  - Gli elettrodi filiformi hanno il compito di caricare negativamente le particelle solide dei fumi; queste verranno successivamente attratte dalle piastre caricate positivamente; sistemi di vibratori e scuotitori delle piastre provvedono, ad intervalli di tempo regolari, a far cadere la fuliggine nelle sottostanti tramogge.

## **4. Materiali e Metodi**

### **4.1. Obiettivo della metodologia**

La Funzione Health & Safety della Divisione Global Generation della società Enel, che gestisce tutte le Centrali di generazione elettrica del Gruppo, ha avviato un progetto denominato “Intrinsic Safety”, articolato su tre ambiti, rispettivamente “Nuovi impianti”, “Impianti esistenti” e “Nuove tecnologie applicate alla Sicurezza sul Lavoro”. Il Gruppo di lavoro che si occupa di tale metodologia fa parte del secondo ambito ed ha lo scopo di sviluppare una serie di azioni che consentano di individuare cosa fare per migliorare le possibili criticità, in termini di pericolosità diretta o indotta, presentate dalle macchine, allorquando il personale, interno o esterno, si trovi ad interagire con queste.

Fatto salvo quanto dettato dalla nuova Direttiva Macchine 2006/42/CE, recepita nel nostro Paese dal D. Lgs. 17/10, e considerato che gli obblighi costruttivi sulle macchine antecedenti all’entrata in vigore della prima Direttiva (recepita dal DPR 459/96) ricadono nell’allegato V del D. Lgs. 81/08, l’obiettivo del gruppo di lavoro sopra citato è quello di definire, validare e mettere a disposizione un metodo per individuare i rischi latenti che si possono nascondere in un macchinario/sistema/attrezzatura complessi nel corso del loro funzionamento o della loro manutenzione.

Tale metodo deve essere applicabile a tipologie di macchine estremamente diverse tra loro: da quelle ricadenti nella Direttiva Macchine (macchine installate sul territorio europeo dopo l’entrata in vigore del DPR 459/96) a quelle impiegate presso i siti produttivi extraeuropei dove si applicano normative differenti.

Tenendo in considerazione che spesso ci riferiamo ad apparecchiature realizzate nel secolo scorso, dal dopoguerra in avanti, e che sono avvenuti incidenti mortali su alcune di queste macchine, si è deciso così di sottoporre i macchinari più critici ad un’analisi più approfondita, mettendo a punto un metodo sperimentale che possa evidenziare i possibili punti deboli e le criticità di queste apparecchiature nel corso del loro funzionamento o durante

le attività della loro manutenzione, fornendo uno strumento utile anche a definire le priorità degli interventi correttivi e delle conseguenti risorse da spendere.

Uno degli aspetti fondamentali per la buona riuscita del metodo è il coinvolgimento di persone di provata esperienza nella gestione operativa e nella manutenzione delle macchine sotto osservazione, che possono essere in grado, innanzitutto, di individuare quale di queste sia più opportuno sottoporre ad analisi, evidenziando poi difetti o problemi operativi che il macchinario possa aver manifestato nel corso degli anni di funzionamento e degli interventi di manutenzione e mostrando criticità che potrebbero non essere state individuate dal progettista/costruttore.

Partecipando ad un apposito tavolo di lavoro, è possibile, attraverso una serie di analisi e discussioni supportate da una scheda guida (Scheda di Valutazione di Macchina), calcolare un indice complessivo rappresentativo del grado di sicurezza intrinseca della macchina (ISI) e, successivamente, individuare i possibili interventi correttivi e il loro grado di importanza/influenza sulla sicurezza.

Non si tratta di una valutazione del rischio convenzionale, bensì di un metodo per individuare eventuali punti deboli del sistema macchina-persona che potrebbero generare situazioni pericolose, seppure con basse probabilità. L'indice ISI ottenuto può rappresentare uno strumento utile per stabilire la priorità di intervento tra più macchinari per un migliore utilizzo delle risorse disponibili, che, ovviamente, non sono infinite.



### **4.2.1. Metodo HAZOP**

Il metodo HAZOP si basa sull'analisi strutturata di un impianto (o di un progetto) svolta da un gruppo di analisi guidato da un Team Leader, con lo scopo di analizzare ogni componente dell'impianto e valutare le possibili conseguenze, nel caso in cui i parametri di controllo deviassero dai normali valori di progetto. Ipotizzando, per esempio, di voler applicare il metodo HAZOP al sistema "serbatoio in pressione", si potrebbe valutare il parametro "livello del liquido nel serbatoio" nella condizione "alto livello". Tale situazione, se non corretta, potrebbe comportare il rischio che il serbatoio si riempia totalmente di liquido fino al successivo cedimento del serbatoio stesso. Possono quindi essere applicati accorgimenti impiantistici per impedire tale eventualità, quali l'inserimento di un allarme di alto livello e di una valvola di troppo pieno. Data la complessità degli impianti normalmente studiati, il gruppo di analisi deve essere composto da personale esperto (progettisti, tecnici, operatori) in modo che possano essere analizzati non solo tutti i componenti dell'impianto, ma anche tutte le azioni che vengono svolte sull'impianto durante il suo esercizio. Il Team Leader svolge il fondamentale compito di gestire e guidare la discussione in modo da analizzare con il necessario dettaglio ogni componente e ogni parametro di processo, suggerendo scenari tipici del metodo, quali: alta/bassa temperatura, alto/basso livello, portata eccessiva/assente, cedimento componente ecc. A tale scopo viene spesso utilizzata una sorta di checklist che quando viene individuata una criticità, il gruppo di analisi deve individuare una o più azioni da mettere in campo per eliminarla o per lo meno per contenerne le conseguenze. Al termine dell'analisi, il Team Leader raccoglie le evidenze di quanto analizzato e le comunica alla Direzione in modo che possano essere adottate le necessarie misure correttive. Il metodo HAZOP è quindi uno strumento estremamente efficace, ma anche lungo e laborioso da applicare poiché l'analisi di dettaglio di un impianto può richiedere anche molti giorni.

### **4.2.2. What-If Analysis**

La What-If Analysis può essere vista come una versione semplificata del metodo HAZOP in cui, invece di analizzare tutte le possibili deviazioni dei parametri di ogni componente del sistema, si utilizzano una serie di domande

per verificare le conseguenze dei soli eventi pericolosi che possono avvenire, tipicamente del tipo “cosa succede se...?”. Rimanendo nel caso del sistema “serbatoio in pressione” il Team Leader potrebbe chiedere “cosa succede nel caso in cui il livello nel serbatoio salga eccessivamente?” e l’analisi che ne segue porterebbe alle medesime conclusioni viste in precedenza. La forza di questo metodo è quindi la relativa rapidità di svolgimento dell’analisi, al prezzo di una minore sistematicità poiché non vengono analizzate tutte le possibili deviazioni dei parametri ma soltanto quelle che, secondo l’esperienza dei partecipanti, possono avere conseguenze pericolose. Da qui la necessità di una grande competenza richiesta ai membri del gruppo di analisi.

#### **4.2.3. Metodo ISI**

Il metodo studiato nel presente lavoro è stato strutturato sulla base delle metodologie precedentemente riassunte. Individuata la macchina da analizzare, viene istituito il gruppo di analisi formato da persone esperte della macchina in esame. L’analisi è guidata dal Team Leader che utilizza una checklist (meno dettagliata rispetto a quella utilizzata nell’HAZOP) per indirizzare la discussione sui temi più rilevanti dal punto di vista Safety. Il Team Leader riassume i risultati dell’analisi utilizzando la checklist stessa, che viene poi caricata in un tool informatico che determina l’Indice ISI che rappresenta la sintesi “numerica” dell’analisi effettuata.

Tale metodo può quindi essere schematizzato come in 5 fasi:

1. Identificazione della macchina da analizzare e definizione dei «limiti di macchina»;
2. Definizione del Team di analisi e identificazione del Team Leader;
3. Analisi del macchinario e di tutte le azioni e attività che vengono svolte con e su di esso;
4. Raccolta dei risultati e compilazione della «Scheda di Valutazione della Macchina»;
5. Determinazione della Scheda di Sicurezza Intrinseca della macchina contenente l’indice ISI e la lista di interventi correttivi.

### **4.3. Struttura del metodo ISI**

#### **4.3.1. Identificazione della macchina da analizzare e definizione dei «limiti di macchina»**

La prima fase del Metodo consiste nell'individuazione della macchina (o delle macchine) che si vuole sottoporre ad analisi. La scelta può essere fatta sulla base degli eventi infortunistici avvenuti, dei near miss e dei mancati infortuni registrati oppure secondo specifiche necessità/sensibilità dell'impianto in cui si trova (per esempio può essere analizzata una macchina di recente installazione oppure che viene percepita "pericolosa" dal personale operativo). È importante in questa fase definire con precisione quali siano i "limiti di macchina", cioè i "confini" entro cui deve svolgersi l'analisi per evitare che la stessa analisi si estenda eccessivamente perdendo quindi di efficacia.

#### **4.3.2. Definizione del Team di analisi e identificazione del Team Leader**

Una volta individuata la macchina da analizzare è necessario definire il Team di analisi e il Team Leader. Uno degli aspetti fondamentali per la buona riuscita del metodo è il coinvolgimento di persone di provata esperienza nella gestione operativa e nella manutenzione delle macchine sotto osservazione, che possono essere in grado di evidenziare difetti o problemi operativi che la macchina possa aver manifestato nel corso degli anni di funzionamento e manutenzione, criticità che potrebbero non essere state individuate dal progettista/costruttore. Perché l'analisi sia completa è necessario che l'esperienza complessiva del gruppo di analisi si estenda su tutte le "operazioni" che vengono svolte con e/o su la macchina ed è quindi necessario che i partecipanti provengano da diversi "reparti" del sito produttivo. Parlando di centrali termoelettriche questo significa che un gruppo di analisi sarà tipicamente composto dalle seguenti figure:

- un operatore di esercizio;
- un manutentore meccanico per le attività di manutenzione;
- un manutentore del reparto elettroregolazione;

- eventualmente un lavoratore delle ditte terze che ha operato usualmente negli impianti ENEL;
- un rappresentante del Servizio Prevenzione e Protezione della centrale (eventualmente con il ruolo di Team Leader).

Figura chiave del Gruppo di analisi è il Team Leader che ha il compito di gestire e indirizzare la discussione. Il Team Leader deve essere una persona in possesso di una qualità e conoscenze sufficienti per poter gestire le discussioni, guidare le domande e far sì che l'obiettivo delle considerazioni al tavolo non venga perso o dimenticato man mano nel corso del dibattito. Deve preferibilmente possedere una visione ed un approccio "intrinsecamente Safety", cioè essere in grado di evidenziare l'aspetto Sicurezza sul lavoro (dovuta al comportamento della macchina o delle persone) in tutte le fasi tecniche oggetto della discussione, il cosiddetto approccio sistemico. Può essere il responsabile Safety della Centrale o, comunque, un esperto del settore, almeno a livello teorico. Il Team Leader viene formato e informato specificatamente per il ruolo che riveste nel progetto in modo da poter:

- Preparare una proposta di studio/discussione;
- Individuare e convocare i partecipanti alla discussione;
- Organizzare luogo, data e tempistiche delle riunioni;
- Identificare, ottenere ed organizzare i documenti utili per la discussione al tavolo e/o dispositivi software e hardware (PC e software specifici, proiettore, ecc.);
- Avviare, assistere e, ove opportuno, intervenire nel dibattito, mentre i partecipanti scorrono i vari punti della Scheda di Valutazione Macchina, al fine di facilitare l'accordo sulle valutazioni, evitare il crearsi di deviazioni dagli obiettivi del progetto (es. è facile che si confonda la pericolosità di un'attività di manutenzione con la difficoltà/complessità della stessa), canalizzare le conclusioni.

#### **4.3.3. Analisi del macchinario e di tutte le azioni e attività che vengono svolte con e su di esso**

L'analisi della macchina viene effettuata dal gruppo di analisi (guidato dal Team Leader) riunito per l'occasione intorno ad un tavolo di discussione.

Inizialmente il Team Leader introduce il lavoro definendo il “perimetro” di discussione di una attività e/o di un macchinario, avviando così il dibattito al tavolo utilizzando i primi input quali lo storico degli infortuni, dei near miss e degli eventi pericolosi probabili/possibili e analizzando tutto il materiale raccolto nelle fasi precedenti. A questo punto può avere inizio la vera fase di discussione al tavolo, in cui i partecipanti si confrontano sul macchinario ed analizzano le attività che si svolgono su di esso, sfruttando la propria esperienza sul campo e i vari documenti presentati al tavolo (disegni, schemi, procedure, ecc.). Vengono così analizzate tutte le fasi delle varie attività sul macchinario (accesso alla macchina, messa in sicurezza, montaggio, smontaggio, fasi di esercizio e manutenzione, rimessa in esercizio ecc.). Durante l’analisi il Team Leader guida la discussione utilizzando i temi indicati nella Scheda di Valutazione della Macchina (per la descrizione della Scheda vedere paragrafo 4.3.4). Questi temi hanno lo scopo di far emergere tutti i possibili/prevedibili guasti, problemi, errori umani sul macchinario, tenendo conto anche delle possibili interferenze tra il macchinario in questione e le apparecchiature vicine. In questa fase il Team Leader riveste un ruolo fondamentale poiché deve garantire che l’intero dibattito non devii su macchine terze ma rimanga su quelle scelte ab origine.

#### **4.3.4. Raccolta dei risultati e compilazione della «Scheda di Valutazione della Macchina»**

Una volta individuate le varie problematiche che possono presentarsi sulla macchina si procede alla compilazione della “Scheda di Valutazione della Macchina” (SVM). Tale scheda è costituita da 26 punti su cui riflettere in riferimento alla macchina, alle attività svolte su di essa e all’ambiente di lavoro in cui è inserita.

Per semplificare la lettura i 26 punti sono organizzati in 7 cluster corrispondenti ad altrettante tematiche generali:

1. “Luogo di lavoro ed accesso al macchinario” dove sono raccolti gli spunti di riflessione che riguardano prettamente il luogo di lavoro come la qualità dell’aria, l’illuminazione, la pulizia, la segnaletica, la difficoltà nel raggiungere il macchinario, la larghezza del luogo di lavoro in riferimento alle attività che vengono svolte;

2. “Sicurezza strutturale del macchinario” in cui si analizzano aspetti strutturali del macchinario in analisi, come la sicurezza della macchina durante il normale funzionamento o in caso di malfunzionamento, la possibilità di intervento in condizioni non sicure, l’effetto domino, la protezione da danni esterni;
3. “Attività di esercizio” dove vengono analizzate nello specifico le attività di esercizio sulla macchina in questione come il funzionamento in condizioni non standard, la protezione da avviamento/blocco del macchinario, gli errori di manovra;
4. “Attività di manutenzione” in cui si trovano spunti di riflessione utili per analizzare le varie attività di manutenzione svolte sulla macchina analizzata quali la frequenza delle attività manutentive e la protezione contro movimenti accidentali di parti/fluidi con macchinario disalimentato in sicurezza;
5. “Strumenti e metodi di svolgimento dell’attività” dove si focalizza l’attenzione sulle attrezzature e sugli strumenti utilizzati durante l’attività e sulla possibilità di errore di comunicazione o di scambio di informazioni errate tra lavoratori;
6. “Complessità/pericolosità dell’attività” con cui si vanno ad analizzare i pericoli collegati alla macchina in esame come la presenza di parti in tensione o in pressione, l’utilizzo o la presenza di materiali pericolosi o infiammabili, la complessità delle attività svolte su macchinario in base al personale coinvolto e ai requisiti di formazione/addestramento specifici per le mansioni svolte)
7. “Spunti per analisi future” che ha lo scopo di far emergere eventuali criticità relative a macchinari vicini a quello analizzato, in modo da poter applicare questa stessa metodologia in un secondo momento e su altre macchine.

La compilazione della scheda viene effettuata assegnando a ciascuno dei 26 punti un valore numerico da 1 a 5 in funzione della pericolosità riscontrata durante l’analisi, dove “1” rappresenta una bassa pericolosità e “5” la massima pericolosità possibile. A secondo dalla tematica analizzata il valore assegnabile può essere del tipo “range” (valori da 1 a 5, per dare maggiore libertà di scelta al tavolo) o del tipo “soglia” (i valori possibili sono solo 1 o

5) nel caso in cui si abbiano delle “domande” ON/OFF, cioè che non accettano vie di mezzo.

È inoltre prevista la possibilità che un punto sia non applicabile (valore “na”) per evitare di dare peso a spunti di riflessione che alle volte risultano assolutamente fuori tema con il macchinario analizzato.

## Scheda di valutazione del macchinario "SVM"

<b>Macchinario analizzato:</b>	
--------------------------------	--

1	luogo di lavoro e accesso al macchinario	esempi	range	valori
1.1	Difficoltà nel raggiungere il macchinario a causa di posizione non ottimale o di carenze nelle strutture di accesso	1 = nessuna difficoltà: apparecchiatura "a portata di mano"; 3 = mediamente difficile: strumento di misura raggiungibile utilizzando scala portatile; 5 = molto difficile da raggiungere: valvola posizionata in altezza che richiede la costruzione di un ponteggio per raggiungerla, percorso di accesso "impervio" (per idroelettrico)	1-5 na	
1.2	Luogo di lavoro ristretto che limita i movimenti durante l'attività e complica le operazioni da svolgere	1: nessuna limitazione al movimento per corpo e attrezzatura 3: qualche difficoltà a movimentare attrezzature nel luogo di lavoro 5: serie/gravi difficoltà nei movimenti da svolgere durante l'attività a causa del poco spazio a disposizione	1-5 na	
1.3	Qualità dell'aria nel luogo di lavoro	1: nessun problema di qualità dell'aria 5: Per accedere all'area di lavoro è richiesta l'analisi dell'aria/ossigeno e/o possono essere presenti/svilupparsi durante l'attività stessa gas, fumi di combustione, vapori di prodotti chimici, fumi di saldatura, esalazioni da materiale organico in decomposizione ecc	si=1 no=5 na	
1.4	Illuminazione dell'area di lavoro	1: luogo sufficientemente illuminato per le attività da svolgere 3: necessaria illuminazione aggiuntiva nel caso di "lavori di precisione" 5: L'area in cui si svolge l'attività è poco illuminata oppure è necessario l'uso di illuminazione aggiuntiva come torce elettriche, installazione di faretti ecc	1-5 na	
1.5	Pulizia dell'area di lavoro	1: area di lavoro pulita /non richiede preparazione preliminare 3: presenza di residui di lavorazione/ polvere/ sporizia che non impediscono/non condizionano drasticamente lo svolgimento della attività 5: presenza residui di sostanze chimiche, combustibili, lubrificanti ecc. che richiedono attenta pulizia preliminare	1-5 na	
1.6	segnaletica di sicurezza	1: presenza di tutta la segnaletica di sicurezza prevista (cartelli , avvistatori acustici, altro) 5: necessaria integrazione della segnaletica esistente	si=1 no=5 na	

2	Sicurezza "strutturale" del macchinario	esempi	range	valori
2.1	Sicurezza del macchinario durante il suo normale funzionamento	1: il macchinario è completamente sicuro durante il suo normale funzionamento 5: il macchinario ha componenti/parti che possono rappresentare un pericolo durante il normale funzionamento e che non sono adeguatamente protette contro un contatto accidentali (es: organi meccanici e/o parti in tensione scoperte)	si=1 no=5 na	
2.2	possibilità di intervento in condizioni non sicure	1: non è possibile accedere a/operare su/smontare la macchina se non è messa in sicurezza (la macchina è munita di sistemi di sicurezza intrinseca, sportelli interbloccati) 5: è possibile accedere alla macchina (o a parti di essa) in condizioni non sicure (es: carter di protezione assente/rimosso, quadri elettrici non interbloccati ecc)	si=1 no=5 na	
2.3	Sicurezza del macchinario in caso di malfunzionamento	1: il macchinario è dotato di tutte le protezioni necessarie per evitare danni a persone in caso di malfunzionamenti prevedibili 3: in caso di malfunzionamento o rottura possono generarsi situazioni potenzialmente pericolose 5: assenza di protezioni per malfunzionamenti prevedibili (es: schermi protettivi intorno alle flange dei circuiti degli impianti chimici).	1-5 na	
2.4	Effetto domino	1: in caso di rotture/cedimenti il macchinario considerato non può recare danni a macchinari vicini, i quali a loro volta possono risultare fonte di pericolo per persone nelle vicinanze (es: il macchinario è dotato di tutte le protezioni necessarie per evitare, in caso di malfunzionamento prevedibile, ogni tipo di danno a macchinari vicini) 3: un malfunzionamento del macchinario considerato può avere effetti su macchinari adiacenti tali da rappresentare un potenziale pericolo per persone nelle vicinanze. 5: un malfunzionamento del macchinario considerato può avere effetti su macchinari adiacenti tali da rappresentare un grave e immediato pericolo per persone nelle vicinanze. (es: serbatoi acidi-base non separati ecc)	1-5 na	
2.5	protezione da danni esterni (quanto è protetto il macchinario da danni dall'esterno)	1: il macchinario risulta completamente protetto da danni dovuti a "eventi esterni" ragionevolmente prevedibili (es: presenza di barriere contro urti accidentali di veicoli) 3: è possibile che "eventi esterni" abbiano effetti sul macchinario tali da comportare un pericolo per eventuale personale nelle vicinanze 5: il macchinario ha gravi carenze di protezione da danni dall'esterno	1-5 na	

3	attività di esercizio	esempi	range	valori
3.1	funzionamento in condizioni non standard (protezioni bypassate / sovraccarico /perdite e trafileamenti) che possono costituire pericolo (diretto e indiretto) per le persone.	1: il macchinario viene sempre esercito in condizioni standard 3: il macchinario viene saltuariamente utilizzato con forzature/zeppe/protezioni e interblocchi bypassati/perdite e trafileamenti ecc 5: forzature/zeppe/bypass di protezioni sono necessari per il normale esercizio del macchinario (es. schermi e carter smontati/ sportelli aperti ecc)	1-5 na	
3.2	Protezioni da avviamento/blocco del macchinario	1: un avviamento/blocco imprevisto del macchinario non può avere conseguenze per persone nelle vicinanze (es: presenza di meccanismi di sicurezza che impediscono l'avviamento con personale nelle vicinanze oppure protezioni del macchinario tali da prevenire danni alle persone in caso di avviamento) 3: un avviamento/blocco imprevisto del macchinario potrebbe generare una situazione di pericolo per eventuale personale nelle vicinanze 5: Un avviamento/blocco inaspettato del macchinario è possibile e può avere gravi effetti su lavoratori nelle vicinanze (es: assenza di protezioni per persone nelle vicinanze /assenza di carter ecc)	1-5 na	
3.3	errori di manovra	1: non sono possibili "errori di manovra" tali da comportare pericoli per il personale 3: probabili "errori di manovra" possono generare situazioni di potenziale pericolo con conseguenze lievi per gli operatori 5: possibili "errori di manovra" possono generare situazioni tali da comportare rischi gravi e immediati per gli operatori	1-5 na	

*Figura 16 SVM pag. 1*

4 attività di manutenzione		esempi	range	valori
4.1	frequenza di interventi di manutenzione	1: durante gli ultimi 2 anni sono stati effettuati 1 o nessun intervento di manutenzione sul macchinario 3: durante gli ultimi 2 anni sono stati effettuati fino a 5 Interventi di manutenzione sul macchinario 5: durante gli ultimi 2 anni sono stati effettuati più di 5 Interventi di manutenzione sul macchinario	1-5 na	
4.2	Protezione contro movimento accidentale di parti / fluidi con macchinario disalimentato in sicurezza	1: A macchinario disalimentato/in sicurezza non sono possibili movimenti di parti/fluidi e/o caduta di materiali tali da poter rappresentare un pericolo per persone nelle vicinanze/manutentori che ci lavorano ecc 5: A macchinario disalimentato esiste la possibilità che parti/fluidi e/o caduta di materiali possano muoversi e rappresentare un pericolo per eventuali persone nelle vicinanze (es: organi rotanti non bloccati meccanicamente come mulini a martelli, coclee, volani, tubazioni di fluidi pericolosi non totalmente svuotate ecc)	si=1 no=5 na	
5 Strumenti e metodi di svolgimento dell'attività		esempi	range	valori
5.1	attrezzature /strumenti /utensili utilizzati durante l'attività	1: tutte le attrezzature /strumenti /utensili impiegati durante l'attività sono quelli corretti /definiti dal costruttore / certificati CE ecc 3: sono noti casi di utilizzo saltuario di strumenti di fortuna 5: Le attrezzature /utensili utilizzati normalmente durante l'attività non sono/ potrebbero non essere quelli idonei /certificati (es chiavi autocostruite, mordiglianti ecc)	1-5 na	
5.2	errore di comunicazione /scambio di informazioni	Errore di comunicazione tra lavoratori/informazioni fornite (es manutentore – operatore gru/carro ponte, comunicazioni tra squadra sul luogo e sala controllo, scambio informazioni tra esercizio e manutenzione) può: 1: avere nessuna conseguenza prevedibile 3: generare una situazione di pericolo per il personale presente 5: avere probabili e gravissime conseguenze pericolose	1-5 na	
6 Complessità / pericolosità dell'attività		esempi	range	valori
6.1	Dispositivi di messa in sicurezza locale	1: è possibile mettere in sicurezza/disalimentare il macchinario da locale (es: è possibile disalimentare la macchina da quadro locale) 5: Il macchinario considerato è sprovvisto di dispositivi di messa in sicurezza/disalimentazione locali per manovre locali (es: assenza di quadro di alimentazione /disalimentazione locale)	si=1 no=5 na	
6.2	uso di veicoli e/o mezzi di sollevamento per svolgere l'attività	1: durante l'attività non sono utilizzati veicoli / mezzi di sollevamento 5: per svolgere l'attività è necessario utilizzare mezzi di sollevamento/ veicoli muletto, paranchi, carriponte ecc)	si=1 no=5 na	
6.3	presenza di parti in tensione	1: l'attività non coinvolge parti in tensione o che potrebbero esserlo 5: l'attività coinvolge apparecchi in tensione (lavori con/su quadri elettrici, trasformatori, interruttori, motori alimentati ecc)	si=1 no=5 na	
6.4	presenza di parti in pressione	1: l'attività non coinvolge apparecchi in pressione o che potrebbero esserlo 5: l'attività coinvolge apparecchi in pressione o che potrebbero esserlo (serbatoi, tubazioni ecc)	si=1 no=5 na	
6.5	materiali pericolosi o infiammabili	1: l'attività non coinvolge l'uso di materiali pericolosi o infiammabili 3: le attività comportano la sola presenza di materiali pericolosi 5: l'attività comporta la presenza e l'uso di materiali pericolosi/infiammabili (prodotti chimici, lavori su serbatoi/circuiti di reagenti e combustibili, sostanze necessarie per svolgere l'attività stessa ecc)	1-5 na	
6.6	personale coinvolto nella attività (sia enti che imprese)	1: 1-2 persone coinvolte 2: 3-4 3: 5-6 persone 4: 7-8 5: oltre le 8 persone	1-5 na	
6.7	requisiti particolari di formazione /addestramento per la macchina / attività in esame	1: la macchina/attività non richiede formazione o addestramento particolari 3: l'attività richiede formazione /esperienza "generica" 5: sono richieste esperienze/formazione/ addestramento particolari o specifici per lo svolgimento dell'attività	1-5 na	
7 spunti per analisi future		esempi	range	valori
7.1	apparecchiature pericolose nelle immediate vicinanze	Si: Nelle immediate vicinanze dell'area di lavoro sono presenti macchinari/ dispositivi/ condizioni che possono rappresentare un pericolo in caso di malfunzionamento o contatto accidentale (es: macchinari in movimento, parti in tensione/temperatura, circuiti in pressione non protetti, pendii/massi instabili ecc) (aggiungere dettaglio nel campo note) No: non sono presenti nelle vicinanze macchinari o situazioni che possono rappresentare un pericolo	si=1 no=5 na	
annotazioni				

Figura 17 SVM pag. 2

#### **4.3.5. Determinazione della Scheda di Sicurezza Intrinseca della macchina contenente l'indice ISI e la lista di interventi correttivi.**

I valori numerici raccolti con la SVM sono quindi inseriti in un foglio di calcolo specificatamente sviluppato dall'azienda per questo tipo di progetto (“Scheda di calcolo dell'indice di sicurezza del macchinario”) e utilizzati da un algoritmo di calcolo apposito per calcolare l'Indice di Sicurezza Intrinseca (ISI) della macchina analizzata.

L'algoritmo procede al calcolo dell'ISI per fasi:

- Per prima cosa ai valori inseriti in ogni punto della SVM vengono applicati dei coefficienti (“pesi”) in funzione della rilevanza assegnata a ciascun punto
- Si procede quindi alla somma dei valori “pesati” in modo da ottenere un totale per ciascuno dei 7 cluster della SVM
- I totali di ogni cluster vengono normalizzati su una scala da 1 a 100
- I totali normalizzati vengono confrontati con i valori soglia stabiliti per ogni cluster per assegnare i corrispondenti valori discretizzati
- Con i valori così ottenuti dai primi 6 cluster è possibile calcolare il valore numerico dell'indice ISI applicando la seguente formula:

$$ISI = C5(C1+C2+C3+C4+C6)$$

Il cluster 7 non viene utilizzato nel calcolo dell'indice ISI in quanto rappresenta solo un mezzo per stimolare successive analisi.

L'ISI ottenuto è un numero tra 0 a 100 dove 100 è il massimo grado di sicurezza intrinseca che il macchinario può avere.

Oltre all'indice ISI, il foglio di calcolo produce anche una scheda sintetica denominata “Scheda di Sicurezza Intrinseca” in cui vengono riportati, per ogni cluster, i “punteggi di rischio” ottenuti e vengono elencate le aree di miglioramento possibili. In questo modo tutti gli attori del tavolo di discussione possono suggerire soluzioni per eliminare o ridurre il pericolo ed incrementare quindi l'indice di sicurezza ottenuto dal foglio di calcolo.

Tale scheda sintetica può quindi essere utilizzata come base per definire gli interventi e le azioni correttive che è possibile mettere in campo.

## Scheda di Sicurezza Intrinseca (SSI)

Macchinario analizzato: 0

Indice di Sicurezza Intrinseca (ISI)

100

(L'ISI è calcolato sulla base dei dati inseriti nella SVM può assumere valori tra 0 e 100 dove 100 è la massima sicurezza possibile)

### punteggio di rischio delle aree analizzate

(ad ogni area è assegnato un valore tra 1 e 4 dove 4 è il massimo grado di pericolosità)

	Area	Valutazione
1	luogo di lavoro e accesso al macchinario	1
2	Sicurezza "strutturale" del macchinario	1
3	attività di esercizio	1
4	attività di manutenzione	1
5	Strumenti e metodi di svolgimento dell'attività	1
6	Complessità / pericolosità dell'attività	1

### Punti di miglioramento per ogni Area

<b>1</b>	<b>luogo di lavoro e accesso al macchinario</b>	<b>punteggio di rischio:</b>	<b>1</b>
area sufficientemente sicura: interventi in questa area non sono prioritari			
1			
2			
3			
<b>2</b>	<b>Sicurezza "strutturale" del macchinario</b>	<b>punteggio di rischio:</b>	<b>1</b>
area sufficientemente sicura: interventi in questa area non sono prioritari			
1			
2			
3			
<b>3</b>	<b>attività di esercizio</b>	<b>punteggio di rischio:</b>	<b>1</b>
area sufficientemente sicura: interventi in questa area non sono prioritari			
1			
2			
3			
<b>4</b>	<b>attività di manutenzione</b>	<b>punteggio di rischio:</b>	<b>1</b>
area sufficientemente sicura: interventi in questa area non sono prioritari			
1			
2			
<b>5</b>	<b>Strumenti e metodi di svolgimento dell'attività</b>	<b>punteggio di rischio:</b>	<b>1</b>
area sufficientemente sicura: interventi in questa area non sono prioritari			
1			
2			
<b>6</b>	<b>Complessità / pericolosità dell'attività</b>	<b>punteggio di rischio:</b>	<b>1</b>
area sufficientemente sicura: interventi in questa area non sono prioritari			
1			
2			
3			

Figura 18 Scheda di Sicurezza Intrinseca riassuntiva dei risultati del metodo (Indice ISI ed eventuali interventi correttivi da applicare)

## 5. Prova pilota

Stabilito il diagramma di flusso, almeno a livello teorico, dell'intero progetto, si è deciso di avviare una prima fase di test, per cominciare a raccogliere feedback utili al miglioramento continuo del metodo e per iniziare a ricavare i primi indici di alcuni macchinari/sistemi di macchine.

### 5.1. Fase di preparazione dell'attività



*Figura 19 Centrale termoelettrica a carbone "Pietro Vannucci" di Gualdo Cattaneo*

Il gruppo Enel, nell'ambito della Divisione Global Generation, ha scelto di avviare la prova pilota del metodo nella Centrale termoelettrica a carbone "Pietro Vannucci" di Gualdo Cattaneo (PG), conosciuta più comunemente come "Centrale di Bastardo".

Il curioso nome di "centrale di Bastardo" è derivato da un preesistente storico impianto, ubicato proprio nell'omonima cittadina e andato distrutto nelle ultime azioni belliche. Nei primi anni '60, con la nazionalizzazione del settore elettrico, l'impianto ancora in costruzione fu trasferito all'Enel. Nel frattempo

l'impiego della lignite si dimostrò economicamente non conveniente e l'impianto non entrò mai in funzione nella configurazione inizialmente prevista, tanto che nel 1967 fu riadattato per produrre con alimentazione a olio combustibile.

Il funzionamento è proseguito in questo assetto fino agli ultimi anni '80, quando l'esigenza di diversificazione delle fonti energetiche e l'entrata in vigore di nuovi limiti legislativi per le emissioni, portò alla decisione di trasformare la centrale per l'alimentazione a carbone.

I lavori sono stati avviati rispettivamente nel novembre 1988 sull'unità 2 e nell'ottobre 1990 sull'unità 1, per concludersi rispettivamente con il primo parallelo a carbone dell'unità 2 nel marzo del 1990 e dell'unità 1 nel dicembre del 1991.

Già dotato delle certificazioni di qualità ISO 9001, ISO 14001 per il proprio sistema di gestione ambientale e OHSAS 18001 per il sistema di gestione della sicurezza, l'impianto nel 2008 ha ottenuto anche la registrazione presso il Sistema di ecogestione e audit europeo EMAS.



*Figura 20 Centrale di Bastardo*

L'impianto, come già detto precedentemente, presenta 2 sezioni produttive da 75 MW le quali, ad esempio, nel 2014 hanno contribuito alla produzione di energia elettrica, funzionando rispettivamente per 1796 ore e 2852 ore.

Una volta scelta la centrale per la fase di test, sono stati avviati i primi contatti con il capo dell'impianto, al quale è stata esposta in maniera preliminare l'intenzione di voler avviare il progetto nella centrale di sua competenza. A questo punto si è svolta una prima videoconferenza alla quale hanno partecipato vari responsabili Safety dell'Enel ed alcuni rappresentanti della centrale di Bastardo, ovvero capo centrale, RSPP ed ASPP dell'impianto. Durante questa videoconferenza sono stati affrontati i temi principali del progetto e chiarite eventuali perplessità da parte dei rappresentanti della centrale. Sono emersi già da questa videoconferenza preliminare i primi punti critici di determinati macchinari che meriterebbero una approfondita discussione e l'applicazione del metodo (viratori, mulini, ciminiera, torri evaporative). I responsabili del progetto hanno delineato i compiti della centrale da svolgere prima dell'incontro, cioè l'individuazione:

- dei macchinari/attrezzature da analizzare;
- delle persone competenti che possono partecipare al tavolo di discussione (sia per quanto riguarda l'esercizio che la manutenzione ed eventualmente personale di ditte terze), le quali sono state invitate a raccogliere tutto il materiale utile alla fase di discussione come procedure, schemi, disegni, foto;
- delle figure che hanno il compito di gestire i tavoli di lavoro, ovvero i Team Leader (preferibilmente appartenenti all'ambito Health, Safety & Environment dell'impianto).

Fatto ciò è stata fissata la data di incontro in centrale nella quale sono stati formati tutti i partecipanti al tavolo specificatamente per questo progetto (in particolare i Team Leader che occupano un ruolo particolare ed importante per la buona riuscita del progetto, i quali a loro volta hanno formato e introdotto il metodo ai componenti del tavolo) e sono state fornite tutte le informazioni necessarie per permettere agli stessi partecipanti di prepararsi in modo ottimale alla fase di svolgimento dell'attività (discussione al tavolo di lavoro). I Team Leader, con il supporto del responsabile dell'impianto, hanno preparato il locale/stanza per la discussione, così da renderlo accogliente sia per l'ergonomia che per la disponibilità di tutti i dispositivi tecnologici utili

allo svolgimento dell'attività (computer, videoproiettore, TV). A questo punto si è proceduto allo svolgimento dell'attività.

## 5.2. Macchinari analizzati

Nel seguente capitolo si vanno a descrivere i macchinari/sistemi di macchine scelti ed analizzati per i tavoli di lavoro. La centrale aveva individuato 8 macchine, 4 per ogni tavolo di lavoro. Per questioni di tempo sono state analizzate 6 macchine totali (un ottimo risultato, vista l'incapacità di calcolare preventivamente il tempo medio per macchina, essendo un progetto pilota), che verranno descritte e analizzate di seguito:



*Figura 21 Sgrigliatore*

- Sgrigliatore: è un dispositivo elettromeccanico che rimuove i detriti accumulati contro una griglia; esso è praticamente un rastrello automatico che va ad eliminare tutto il materiale trattenuto dalle griglie per la pulizia dell'acqua;



*Figura 22 Mulino carbone*

- Mulino carbone: è una macchina che permette la macinazione del carbone così da renderlo utilizzabile per i bruciatori sotto forma di polverino; la centrale di Bastardo utilizza una sola tipologia di mulino, ovvero quello a tazze che consiste essenzialmente in una tazza macinante sostituibile, entro la quale ruotano tre rulli conici sostenuti da un complesso posizionabile, che mantiene la superficie dei rulli ad una distanza ben determinata da quella della tazza, in funzione della portata di carbone desiderata;



*Figura 23 Montante di macchina*

- Montante di macchina: comprende le apparecchiature destinate alla produzione e alla trasformazione dell'energia elettrica, ossia il generatore o alternatore, le sbarre, il trasformatore elevatore ed il trasformatore dei servizi ausiliari;



*Figura 24 Motore riduttore ventilatore torre evaporativa*

- Motore riduttore ventilatore torre evaporativa: permette la riduzione dei giri a coppia il motore con le pale che provvedono al raffreddamento dell'acqua condensatrice sfruttando le azioni combinate della cessione di calore per convezione acqua-aria e dell'evaporazione di una parte dell'acqua, che satura l'aria ambiente e si ricondensa;



*Figura 25 Precipitatore elettrostatico*

- Precipitatore elettrostatico: è un macchinario che consente la separazione di particolato dai fumi proveniente dalla caldaia; in particolare il precipitatore elettrostatico trattiene le ceneri che non sono state bruciate dalla caldaia;



*Figura 26 Sistema di estrazione delle ceneri pesanti*

- Sistema di estrazione ceneri pesanti: è il sistema che permette l'evacuazione delle ceneri pesanti, cioè quelle ceneri che precipitano nella tramoggia di fondo della camera di combustione; la tramoggia è

normalmente piena d'acqua e le scorie vengono estratte periodicamente mediante un sistema meccanico-idraulico, che provvede anche alla loro frantumazione.

### 5.3. Svolgimento dell'attività



Figura 27 Composizione tavoli



Figura 28 Tavoli di lavoro e ambiente organizzati dal TL e dallo staff della centrale

Il capo della centrale ha deciso di formare due tavoli di lavoro. Per ognuno di questi sono stati individuati 4 macchinari da analizzare e sui quali applicare il metodo in questione.



Figura 29 Proposte di analisi delle macchine per ognuno dei due tavoli formati

Tramite questa fase pilota si è potuto constatare che la discussione, con relativa compilazione della scheda, ha una durata media di 1,5-2 ore (seppur strettamente collegato al macchinario o sistema di macchine che si va a scegliere); dunque, a fine giornata, sono stati analizzati 6 degli otto macchinari individuati.

Conclusa la fase di discussione con la relativa compilazione delle SVM dei 6 macchinari/sistemi di macchine analizzati, si è proceduto all'inserimento dei punteggi della scheda nel foglio di calcolo Excel, così da ricavare un indice ISI per ogni macchina esaminata. Fatto ciò i risultati del progetto pilota sono stati proiettati e discussi in sala riunioni in presenza del capo impianto, di tutti i partecipanti ai tavoli, dei formatori/navigatori TL (coloro che hanno portato il progetto in centrale), dei due ASPP dell'impianto e dei vari capi reparto.

Il test avviato alla Centrale di Bastardo ha evidenziato sia punti di forza che punti deboli del metodo, che andrò a trattare nel capitolo successivo

## 6. Risultati

Le note positive individuate da questa prova pilota sono:

- L'importanza del TL: si è avuta conferma di come un ottimo Team Leader (e di conseguenza della sua formazione specifica in merito a questo metodo) sia una prerogativa per la buona riuscita del progetto; risulta essere inoltre un'ottima scelta quella di individuare i TL dei tavoli nell'ambito Safety della Centrale, così da poter incrociare le informazioni operative di tutti i componenti alle informazioni in ambito di sicurezza del coordinatore e cercare di ricavare per ogni tematica un punteggio che metta d'accordo tutti i partecipanti al tavolo;
- La discussione: è stata evidenziata l'importanza di riunire attorno allo stesso tavolo figure lavorative con diversi ruoli (come ad esempio un meccanico, uno strumentista, un capo esercizio di turno ed un rappresentante delle ditte terze), così da poter considerare tutti i punti del macchinario; ciò ha permesso un completo scambio di informazioni interne al tavolo tra i vari componenti, cercando di identificare anche eventuali rischi interferenti tra le attività svolte da diversi componenti;
- Azioni migliorative individuate: durante le varie discussioni i partecipanti al tavolo hanno spesso individuato dei miglioramenti da applicare a determinate attività da svolgere sulle varie macchine analizzate; miglioramenti che possono sembrare magari anche banali, ma che grazie al tavolo di discussione sono emersi e messi immediatamente in atto dai lavoratori;
- Sensibilità ai rischi dei lavoratori: gli osservatori ai tavoli hanno notato come i vari componenti abbiano una buona capacità di identificazione dei pericoli e di quanto essi siano coscienti del fatto che svolgono quotidianamente attività pericolose; ciò è dovuto anche all'ottima formazione specifica sui rischi che i lavoratori hanno ricevuto; inoltre bisogna ricordare che alle volte è la sensibilità stessa dei lavoratori che porta a classificare una macchina più o meno pericolosa. infatti se un lavoratore poco formato può non percepire un rischio, il lavoratore ben formato lo individua e prende atto di ciò che può o non può fare in specifiche situazioni su determinati macchinari;



*Figura 30 Tavolo di discussione*

Tuttavia i componenti ai tavoli, l'unità HS e il capo centrale hanno fatto emergere alcune perplessità legate alla struttura della SVM, le quali in alcuni casi sono state recepite e hanno permesso di perfezionare il metodo in base alle esigenze per cui è nato. Le principali migliorie riscontrate sono:

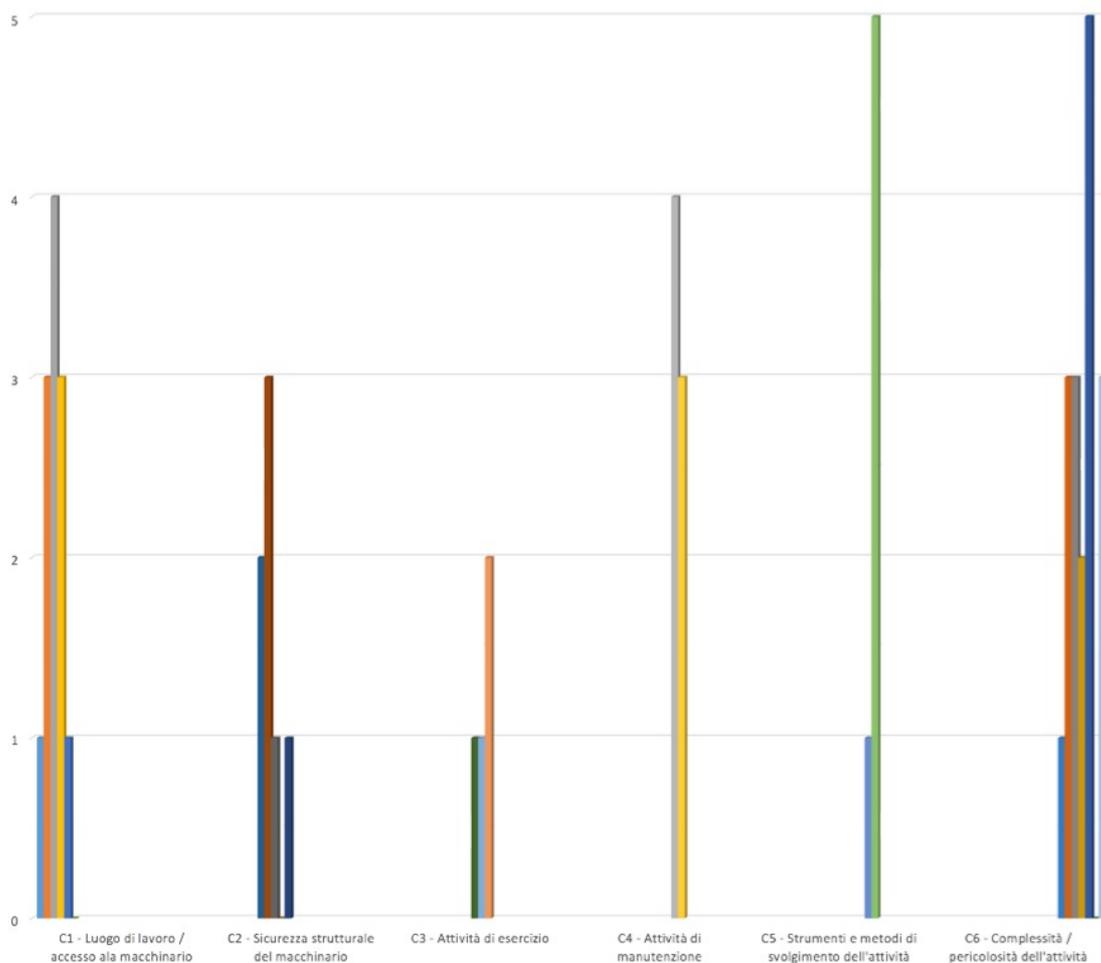
- Maggiore differenziazione tra ESE e MAN: i componenti hanno ritenuto opportuno diversificare la maggior parte delle tematiche tra esercizio e manutenzione, così da poter ottenere dalla SVM sempre un unico indice ma che vada però a considerare tutti i punti e le criticità specifiche di entrambe le attività;
- Rivisitazione pesi e percentuale per scatto soglie: il gruppo di lavoro del progetto in questione ha ritenuto opportuno, dopo alcune discussioni con le varie figure della centrale (dipendenti, capo centrale) rivedere i vari pesi applicati ai singoli spunti di riflessione e le percentuali che permettono di scattare alle soglie successive, così da rendere il risultato della scheda più consono alla reale situazione che si ha;
- Aumento dell'oggettività del sistema: in alcuni punti della discussione i vari partecipanti al tavolo hanno fatto notare come in alcuni casi le tematiche e conseguentemente le risposte (collegate ai vari punteggi)

risultavano essere troppo soggettive, andando quindi a creare una sorta di falla nel progetto; il miglioramento da applicare consiste nel rendere tutta la SVM il più oggettiva possibile, così da evitare interpretazioni errate e punteggi soggettivi (e quindi indici non veritieri).



*Figura 31 Riunione post-progetto alla quale hanno partecipato i tavoli, il capo e i responsabili Safety della centrale*

Conclusa la fase di svolgimento dell'attività in test presso la Centrale di Bastardo, i responsabili del progetto hanno raccolto ed elaborato tutti i dati delle Schede di Valutazione dei Macchinari (considerati dati sensibili dell'azienda e quindi non pubblicabili nel presente lavoro di tesi).



- Difficoltà nel raggiungere macchinario
- Protezione da avviamento / blocco
- Luogo di lavoro ristretto
- errori di manovra
- Qualità dell'aria
- Frequenza interventi di manutenzione
- Illuminazione dell'area di lavoro
- Protezione contro movimento accidentale di parti/fluidi con macchinario disalimentato
- Pulizia dell'area di lavoro
- Attrezzature/strumenti utilizzati durante attività
- Segnaletica di sicurezza
- errore di comunicazione / informazione
- Sicurezza macchinario durante normale funzionamento
- Dispositivi messa in sicurezza
- Possibilità intervento in condizioni non sicure
- uso di veicoli / mezzi sollevamento
- Sicurezza macchinario durante malfunzionamento
- Parti in tensione
- Effetto domino
- Parti in pressione
- Protezione da danni esterni
- Materiali pericolosi e infiammabili
- funzionamento in condizioni non standard
- Personale coinvolto
- Requisiti particolari di formazione / addestramento

Figura 32 Grafico risultati ottenuti dalla prova pratica

Dall'analisi dei dati raccolti sono stati individuati numerosi spunti di riflessione e tematiche su cui intervenire per migliorare ulteriormente la sicurezza delle macchine analizzate. Dunque nella seguente tabella sono riportati i punti che più frequentemente hanno presentato punteggi elevati nelle SVM.

Cluster 1 Luogo di lavoro e accesso al macchinario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Qualità dell'aria</b></li> <li>• <b>Luogo di lavoro ristretto</b></li> <li>• <b>Illuminazione dell'area di lavoro</b></li> </ul>
Cluster 2 Sicurezza "strutturale" della macchina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Possibilità di intervento in condizioni non sicure</b></li> </ul>
Cluster 3 Attività di esercizio	
Cluster 4 Attività di manutenzione	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Frequenza interventi di manutenzione</b></li> <li>• <b>Protezione contro movimenti accidentali di parti/fluidi con macchinario disalimentato</b></li> </ul>
Cluster 5 Strumenti e metodi di svolgimento dell'attività	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Errore di comunicazione/informazione</b></li> </ul>
Cluster 6 Errori di intervento/attrezzature utilizzate	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Materiali pericolosi e infiammabili</b></li> <li>• <b>Uso di veicoli/mezzi di sollevamento</b></li> <li>• <b>Parti in tensione</b></li> <li>• <b>Requisiti particolari di formazione/addestramento</b></li> </ul>

Figura 33 Tabella riassuntiva delle tematiche con maggior frequenza di valori alti (al di sopra del 3)

In base ai risultati emersi in questa fase di test, sarebbe ideale procedere su due vie in parallelo:

- 1- il gruppo di lavoro applicherà una serie di miglioramenti e correzioni al progetto, più precisamente al foglio di calcolo dell'indice ISI, così da renderlo sempre più applicabile alla realtà Enel e in linea al concetto di miglioramento continuo proprio del Sistema di Gestione della Sicurezza;
- 2- la centrale utilizzata per il test, una volta ricevuti ed elaborati i dati risultanti da questa prova pilota, avvierà, tramite la propria divisione HS, una fase di attivazione, valutazione e studio delle azioni e conseguente implementazione delle azioni migliorative, per cercare di raggiungere il massimo grado di sicurezza intrinseca sui macchinari analizzati in relazione alla disponibilità budgetaria della centrale.

## 7. Conclusioni

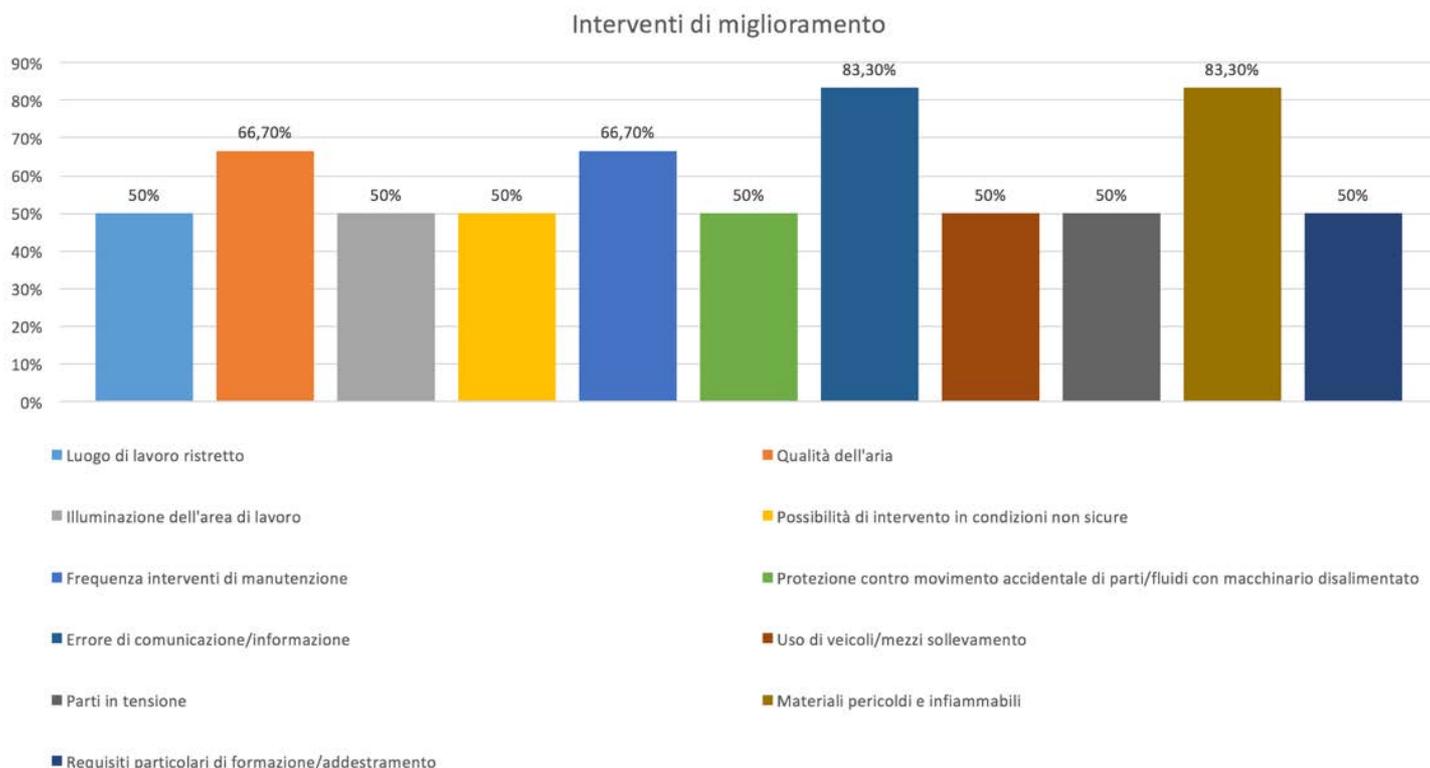


Figura 34 Istogramma riassuntivo dei risultati ottenuti dalla prova pilota

Effettuata la prova pilota presso la Centrale, i risultati ottenuti dalla SVM sono stati raccolti, elaborati ed inseriti in un grafico (Figura sopra) dove nelle ascisse troviamo i vari spunti di riflessione raggruppati nei vari cluster della Scheda e nelle ordinate il numero di macchine che hanno presentato nella SSI (Scheda di Sicurezza Intrinseca) quel tipo di intervento di miglioramento per la sicurezza intrinseca del macchinario. Come si può vedere dal grafico stesso, dunque, l'83,3% delle macchine hanno mostrato tra gli interventi di miglioramento "Errore di comunicazione/informazione" e "Materiali pericolosi e infiammabili"; il 66,7% bisogna applicarsi sui punti della Scheda che riguardano "Frequenza interventi di manutenzione" e "Qualità dell'aria"; il 50% dei macchinari hanno evidenziato nella SSI come interventi di miglioramento "Luogo di lavoro ristretto", "Illuminazione dell'area di lavoro", "Possibilità di intervento in condizioni non sicure", "Protezione contro movimento accidentale di parti/fluidi con macchinario disalimentato", "Uso di veicoli/mezzi sollevamento", "Parti in tensione" e "Requisiti particolari di formazione/addestramento".

## **8. Discussione**

Dal meeting post-progetto effettuato presso la sala riunioni sono emerse diverse discussioni e molte note positive sul metodo. Il progetto pilota infatti, nel complesso, è piaciuto in Centrale (dal Capo UB, passando per i responsabili Safety e Ambiente fino ad arrivare ai vari lavoratori). Come già detto precedentemente, sono emerse molte migliorie da applicare e al metodo (soprattutto al foglio di calcolo) e ad alcuni aspetti della centrale, risultato che certamente ci aspettavamo, trattandosi di una fase di test senza alcun precedente simile al progetto in questione. Le varie figure della Centrale sono apparse molto partecipi ed interessate, poiché coinvolte a pieno nel progetto. Personalmente credo che il metodo trovi un'ottima applicabilità su macchine apparentemente molto diverse e questo sicuramente è uno degli obiettivi principali del progetto, poiché parliamo di una realtà internazionale come Enel, dove l'idea di fondo è quella di standardizzare il punto di vista valutativo delle macchine in tutte le centrali che il Gruppo ha nel mondo, cercando di ridurre così al minimo la soggettività, dovuta soprattutto alle differenti percezioni dei rischi e alle diverse culture della sicurezza che i dipendenti Enel hanno a seconda del territorio considerato.

## 9. Bibliografia

- AIFOS (Associazione Italiana Formatori della Sicurezza sul Lavoro),  
“*Quaderni della sicurezza Aifos n.3*, 2010.
- AICQ - "Principi generali per l'integrazione dei sistemi: Ambiente - Qualità - sicurezza -Etica" Ed. F. Angeli 2000.
- ISL “I CORSI del 2009 “ Sistemi di gestione della salute e sicurezza”  
Baldaconi .
- Benedetti F.- I sistemi di Gestione della Sicurezza nella realtà italiana -  
Direzione Generale Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione  
c/o D.C. Prevenzione anno 2001
- INAIL – ICMQ, “*I vantaggi dell’adozione del SGSL*”, Ing. Giuseppe  
Spada, febbraio 2009.
- Fortunati F. - Sergi S. – “La certificazione della sicurezza”, I sistemi di  
gestione secondo la norma OHSAS 18001, Il Sole 24 ore, anno 2008.
- Fortunati F. – Qualità, Sicurezza, Ambiente e Responsabilità Sociale in  
Azienda, Guida al controllo dei rischi tramite il sistema di gestione  
integrata. Il sole 24 ore, 2008.
- D. Lgs. 81/2008: “Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007,  
n.123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”.
- D. Lgs. 106/2009: “Disposizioni integrative e correttive del decreto  
legislativo 9 aprile 2008, n.81, in materia di tutela della salute e della  
sicurezza nei luoghi di lavoro”.
- D. Lgs. 231/01: “Disciplina della responsabilità amministrativa delle  
persone giuridiche, delle società e delle associazioni anche prive di  
personalità giuridica”.
- Legge 123/07: “Misure in tema di tutela della salute e sicurezza sul lavoro e  
delega del Governo per il riassetto e la riforma della normativa in materia”.
- D. Lgs. 17/10: “Attuazione della direttiva 2006/42/CE, relativa alle  
macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE relativa agli ascensori”.
- REGOLAMENTO (CE) N. 765/2008 del Parlamento Europeo e del Consiglio  
del 9 luglio 2008 che pone norme in materia di accreditamento e vigilanza del  
mercato per quanto riguarda la commercializzazione dei prodotti e che abroga  
il regolamento (CEE) n. 339/93.

- Dossier Ambiente e Sicurezza “Contributo del Sistema di Gestione alla Sicurezza per l’attuazione del modello organizzativo del D. Lgs. 231/01” edizione n°83 del 2008.
- UNI EN ISO 9001 - Sistemi qualità - Modello per l'assicurazione della qualità nella progettazione, sviluppo, fabbricazione, installazione ed assistenza.
- UNI EN ISO 14001 - UNI EN ISO 14001- modello per la gestione ambientale.
- BS OHSAS 18001:2007: “Occupational Health and Safety Assessment Series”.
- BS OHSAS 18002:2008: “Occupational Health and Safety Management System – Guidelines for the implementation of OHSAS 18001
- ILO/OSH 2001: “Guidelines on occupational safety and health management systems”.
- UNI – INAIL 2001: “Linee guida per un Sistema di Gestione della Salute e Sicurezza sul luogo di Lavoro”.
- UNI – INAIL: “Linee guida per un sistema di gestione della salute e sicurezza sul lavoro – Indicazioni specifiche per l’applicazione nelle aziende di costruzioni esercenti cantieri temporanei e mobili”.
- Linee guida per la costruzione dei modelli di organizzazione, gestione e controllo ex D. Lgs. 231/2001 – Confindustria.
- D. Lgs 81/2008 art. 30 – Modelli di organizzazione e gestione della sicurezza ISPESL dipartimento di Messina - ISPESL - DTS Roma.
- Pubblicazione dell’Osservatorio Accredia Salute e Sicurezza sul Lavoro anno 2012
- Appunti seminario “Sistemi di gestione per la sicurezza sul lavoro – stato dell’arte ed evoluzione normativa” – Auditorium INAIL – Roma – 22/06/2015

#### **Siti consultati**

- [www.accredia.it](http://www.accredia.it)
- [www.amblav.it](http://www.amblav.it)
- [www.csqa.it](http://www.csqa.it)
- [www.enel.it](http://www.enel.it)
- [www.futur-e.enel.it](http://www.futur-e.enel.it)
- [www.icic.it](http://www.icic.it)

- [\*www.inail.it\*](http://www.inail.it)
- [\*www.iso.org\*](http://www.iso.org)
- [\*www.ispesl.it\*](http://www.ispesl.it)
- [\*www.magaldi.com\*](http://www.magaldi.com)
- [\*www.panoramio.com\*](http://www.panoramio.com)
- [\*www.puntosicuro.it\*](http://www.puntosicuro.it)
- [\*www.skillrisorseumane.it\*](http://www.skillrisorseumane.it)
- [\*www.wikipedia.org\*](http://www.wikipedia.org)