



UNIVERSITÀ DI PISA

**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'ENERGIA DEI SISTEMI
DEL TERRITORIO E DELLE COSTRUZIONI**

**RELAZIONE PER IL CONSEGUIMENTO DELLA
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA GESTIONALE**

***Digitalizzazione dei flussi nel reparto “Solvone” per
l’implementazione del MES***

SINTESI

RELATORI

Prof. Ing. Gionata Carmignani
*Dipartimento d'Ingegneria
dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio
e delle Costruzioni*

Leonardo Ricci
Logistic & Process Manager, Cromology S.p.A.

IL CANDIDATO

Giuseppe Mangione
g.mangione2@studenti.unipi.it

Sessione di Laurea Magistrale del 27/09/2023

Digitalizzazione dei flussi nel reparto “Solvone” per l’implementazione del MES

Giuseppe Mangione

Sommario

Questo studio si concentra sull'implementazione di un Manufacturing Execution System nel reparto produttivo “Solvone” presso Cromology, con un focus sulle attività dal punto di vista operativo. Si inizia con una panoramica dell'azienda stessa, esaminando poi dettagliatamente il MES e lo standard ANSI/ISA-95 per comprendere meglio il contesto e il campo di applicazione del sistema stesso. Successivamente, viene analizzato il processo di digitalizzazione, partendo dapprima da un’analisi dell’AS IS al fine di evidenziare le caratteristiche del processo che hanno portato all’implementazione del MES. Un’analisi del TO BE mostrerà le modalità operative future per il personale coinvolto, identificando i benefici previsti per la programmazione e il controllo delle attività. In seguito verranno descritte le attività necessarie per raggiungere la digitalizzazione completa del reparto, compresa l'elaborazione dei KPI. Infine, l’elaborato riporta i benefici attesi dalla piena implementazione del nuovo sistema MES. Questo approccio offre una visione dettagliata per la digitalizzazione del reparto in un contesto produttivo specifico, analizzando le sfide e le opportunità connesse.

Abstract

This study focuses on the implementation of a Manufacturing Execution System in the “Solvone” production department at Cromology, with a focus on activities from an operational point of view. We start with an overview of the company itself, then examine the MES and the ANSI/ISA-95 standard in detail to better understand the context and scope of the system itself. Subsequently, the digitalization process is analyzed, starting first from an analysis of the AS IS in order to highlight the characteristics of the process that led to the implementation of the MES. An analysis of the TO BE will show the future operating methods for the staff involved, identifying the expected benefits for the planning and control of the activities. The activities necessary to achieve complete digitalization of the department will be described below, including the development of KPIs. Finally, the paper reports the benefits expected from the full implementation of the new MES system. This approach offers a detailed vision for the digitalization of the department in a specific production context, analyzing the related challenges and opportunities.

1. Cromology

Cromology è un importante attore nel settore delle vernici e delle pitture per l'edilizia in Europa. Con una storia di oltre 270 anni, l'azienda ha guadagnato una solida reputazione di affidabilità e competenza nel campo delle pitture decorative. Questa azienda opera in più di 50 paesi, con una presenza diretta in 8 di essi. Cromology Italia è una delle divisioni di questo gruppo ed è attiva in diversi canali di distribuzione, fornendo vernici e pitture per spazi abitativi e lavorativi. Cromology Italia gestisce un portafoglio di marchi prestigiosi e si impegna a garantire protezione e decoro agli ambienti in modo sostenibile. Uno dei due stabilimenti di produzione presenti in Italia si trova a Porcari ed è suddiviso in 4 reparti produttivi dedicati a diverse tipologie di vernici e pitture. Inoltre, ci sono 3 aree di confezionamento che utilizzano macchine automatizzate per confezionare i prodotti in vari formati. È importante notare che il reparto "Solvone" presente in questo stabilimento deve rispettare la normativa ATEX, che riguarda la sicurezza in ambienti con atmosfere potenzialmente esplosive a causa delle proprietà chimiche dei prodotti utilizzati. Questa normativa europea stabilisce standard rigorosi per la progettazione e l'uso di apparecchiature in ambienti potenzialmente esplosivi, garantendo la sicurezza dei lavoratori.

2. Manufacturing Execution System (MES)

Il sistema di esecuzione della produzione, noto come MES, è un elemento fondamentale dell'Industria 4.0, comunemente riconosciuta come la Quarta Rivoluzione Industriale. Questo sistema è progettato per rendere i processi di produzione più intelligenti e adattabili, creando un'infrastruttura digitale basata sui dati. L'obiettivo principale è consentire una maggiore flessibilità nell'adattamento alle variazioni della domanda dei clienti e alle dinamiche del settore industriale. In questo contesto risulta essere rilevante l'integrazione digitale su diversi livelli, la quale può avvenire in tre forme principali: integrazione verticale come mostrato in figura 1 (collegando ERP, MES e produzione), integrazione orizzontale (connettendo diverse funzioni all'interno dell'azienda) e integrazione end-to-end (lungo l'intera catena del valore). Il MES monitora e gestisce i processi di produzione in tempo reale, tenendo traccia delle attività di produzione, del controllo della qualità, della manutenzione e della gestione dell'inventario. Fornisce dati affidabili per valutare l'efficacia del sistema produttivo, identificare problemi e migliorare l'efficienza. A differenza di altri

sistemi come il Manufacturing Resource Planning (MRP), che si concentrano sulla gestione dell'inventario e la pianificazione dei materiali, il MES offre accesso in tempo reale ai dati di produzione e offre vantaggi come il miglioramento dell'efficienza e la riduzione dei costi.



Figura 1 Integrazione verticale

3. ANSI/ISA-95

L'ANSI/ISA-95 è uno standard sviluppato per l'integrazione dei sistemi di produzione e di gestione aziendale nelle aziende manifatturiere. Questo standard fornisce linee guida per creare un modello di riferimento che aiuta a definire, strutturare e integrare i sistemi di produzione MES nell'ambiente aziendale, come l'ERP. L'ANSI/ISA-95 è cruciale per migliorare l'efficienza operativa e la comunicazione nelle aziende manifatturiere. La prima parte dell'ANSI/ISA-95 si concentra sulla modellazione e terminologia, fornendo sia modelli informativi gerarchici, sia un linguaggio standardizzato al fine di migliorare l'interconnessione tra i sistemi di controllo della produzione e quelli aziendali.

La terza parte di questo standard definisce il ruolo del Manufacturing Operations Management (MOM) nel coordinare risorse umane, materiali, impianti ed energia per la produzione, fornendo modelli aziendali standard per quattro categorie di gestione: produzione, manutenzione, qualità e inventario, contribuendo quindi a ottimizzare le operazioni industriali. In sintesi, l'ANSI/ISA-95 fornisce una struttura gerarchica e un modello a flusso di dati per migliorare l'integrazione tra i sistemi di controllo della produzione e quelli aziendali, consentendo alle aziende manifatturiere di operare in modo più efficiente e competitivo nell'ambiente aziendale.

4. AS IS

È essenziale comprenderne la gestione dei flussi, sia fisici che informativi, all'interno dell'azienda prima di procedere con l'implementazione del MES. In particolare, nella figura 2, vengono esaminate le pratiche antecedenti l'implementazione del MES e le loro limitazioni, con un focus sull'uso diffuso di documentazione cartacea nell'intero processo produttivo.

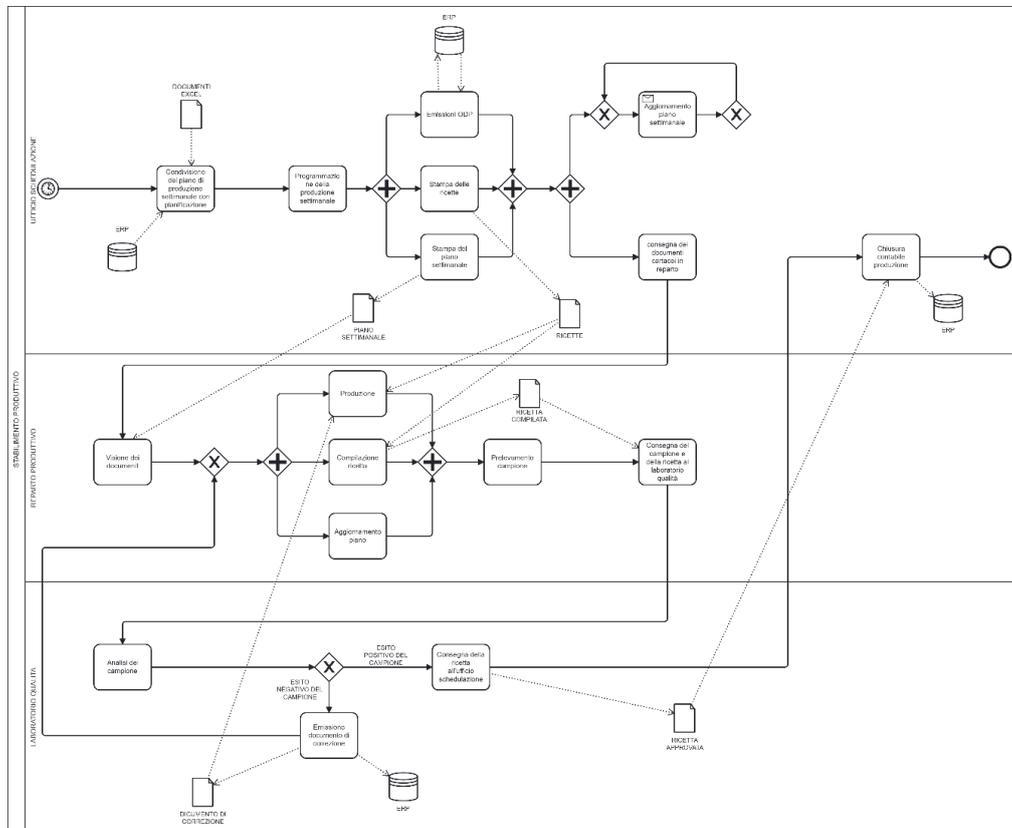


Figura 2 L'AS IS

4.2. Emissione degli Ordini di Produzione

Il processo di produzione inizia con l'emissione degli ordini, un'attività che attualmente si basa su documentazione cartacea. Questi ordini vengono generati nel sistema gestionale aziendale e comportano la registrazione contabile dello stato "Work in Progress" e l'impegno delle materie prime. In seguito vengono stampate le ricette che verranno portate in reparto per essere utilizzate dagli operai.

4.3. Monitoraggio della Produzione

La fase di monitoraggio della produzione si basa su un documento cartaceo, con operatori che aggiornano manualmente lo stato di avanzamento dei prodotti. Viene sottolineata l'efficacia di questo approccio tradizionale, ma si evidenzia la possibilità di migliorarlo con soluzioni digitali per una gestione più efficiente delle informazioni.

4.4. Criticità nei Processi Attuali

L'analisi del processo evidenzia diverse criticità, tra cui la mancanza di dati affidabili sulla quantità di lotti di vernice completati, ritardi nell'aggiornamento delle scorte e errori umani nei dati raccolti. Si mette in luce come questi problemi influenzino la programmazione, l'ottimizzazione dei carichi delle macchine e la valutazione delle performance.

4.5. Necessità di Soluzioni Digitali

La mancanza di dati dettagliati rende difficile l'identificazione delle aree che richiedono miglioramenti e ostacola la formulazione di strategie per ottimizzare i processi produttivi. Si conclude che è necessario passare a soluzioni digitali, come l'implementazione del MES, per affrontare queste sfide e migliorare l'efficienza complessiva del reparto "Solvone".

5. TO BE

Viene affrontata la transizione dallo stato attuale a quello desiderato nel contesto della gestione dei flussi informativi e operativi nel reparto di produzione di vernici a solvente. Le modalità operative future, riportate in figura 3, evidenziano notevoli miglioramenti, soprattutto in termini di digitalizzazione dei processi e ottimizzazione dell'efficienza operativa.

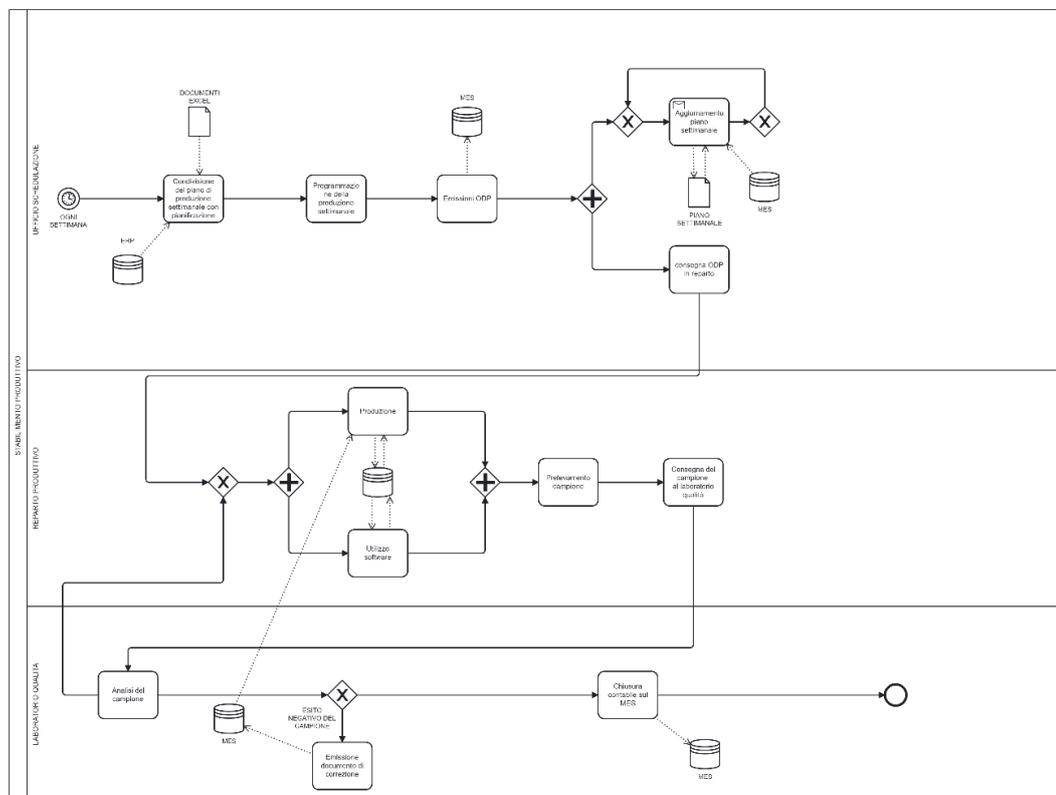


Figura 3 Il TO BE

5.1 Il processo dal punto di vista degli operatori in reparto

In questa sezione, si descrive come l'implementazione del Manufacturing Execution System nel reparto influisca positivamente sugli operatori. Grazie al MES, gli operatori possono accedere in modo immediato e digitale alle informazioni di produzione, eliminando la dipendenza dalla documentazione cartacea. Questo porta a una maggiore efficienza operativa, consentendo loro di visualizzare ordini, dettagli di produzione, ricette e segnalare le operazioni svolte in tempo reale.

5.2 Benefici per la schedulazione

Successivamente si mettono in luce i benefici derivanti dall'uso del MES per la schedulazione delle attività di produzione. Il MES semplifica la pianificazione, l'assegnazione delle risorse e il monitoraggio in tempo reale. Consente anche una gestione più efficiente delle code di produzione e la possibilità di poter ripianificare dinamicamente le sequenze produttive in caso di interruzioni o cambiamenti nelle priorità.

5.3. Collaudo e correzioni del laboratorio qualità

Infine, si esamina come il laboratorio di qualità trae vantaggio dall'implementazione del MES. Infatti quest'ultimo semplifica la registrazione dei risultati del collaudo e la segnalazione delle correzioni necessarie. Questo riduce la necessità di documentazione cartacea e migliora la comunicazione tra il laboratorio e il reparto di produzione. Inoltre, il MES permette una chiusura contabile automatica della produzione dopo il collaudo, migliorando ulteriormente l'efficienza complessiva del processo.

6 IL TRANSITORIO

Prendendo a riferimento l'esperienza di implementazioni precedenti in altri reparti dell'azienda sono state definite le attività necessarie per l'implementazione, considerando la complessità dei flussi produttivi e le restrizioni normative. Il percorso seguito per raggiungere una corretta implementazione del software è stato il seguente:

- Mappatura dei flussi
- Allineamento con consulenti/fornitori e reparto IT
- Definizione delle azioni formative e procedure
- Definizione dei KPI del processo
- Scelta della locazione dei PC

6.1 MAPPATURA DEI FLUSSI

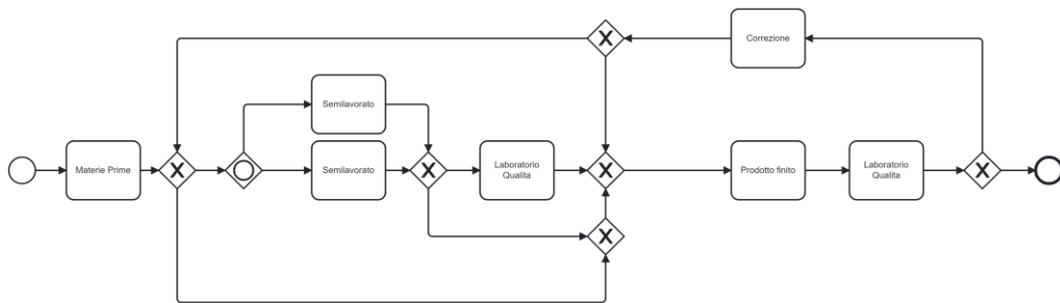


Figura 4 Flusso produttivo

La mappatura dei flussi, evidenziata nella figura 4 e 5, è stata condotta attraverso interviste dirette agli operatori e il confronto con i dati aziendali in anagrafica, garantendo la precisione e l'affidabilità delle informazioni. Il processo ha ricevuto l'approvazione e la valutazione del responsabile della schedulazione, che ha contribuito a garantire l'accuratezza dei dati inseriti nel sistema. Nel reparto di produzione, si distinguono due macrocategorie di attività: la produzione in baioni e la produzione in silo, ciascuna con flussi produttivi specifici. Come viene mostrato in figura 5 le diverse fasi di produzione possono comprendere miscelazione, raffinazione, completamento e test dei semilavorati e dei prodotti finiti. Mentre la figura 6 mostra il layout funzionale del reparto, dove vengono svolte le diverse fasi produttive.

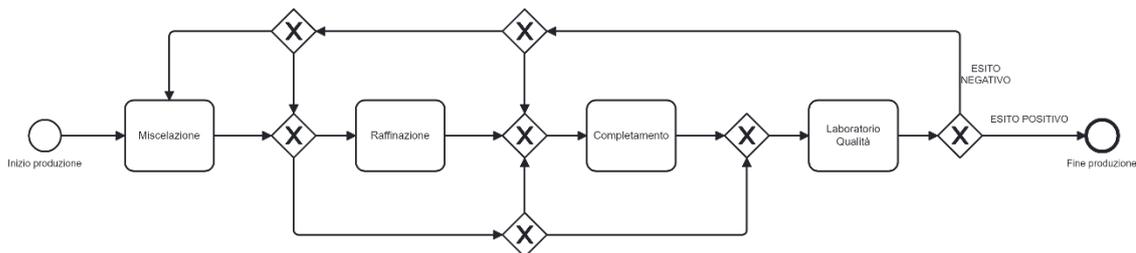


Figura 5 Routing produttivo

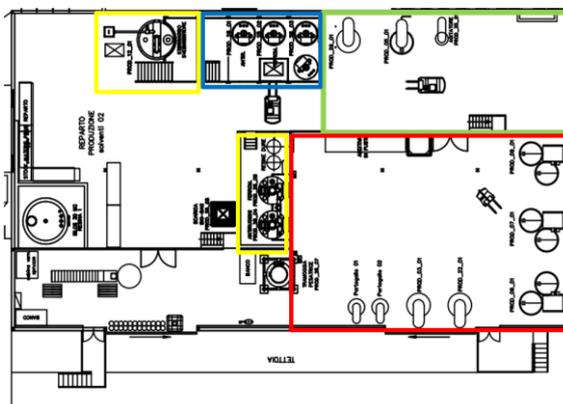


Figura 6 Layout del reparto

Per affrontare con successo la mappatura dei flussi produttivi, è stato necessario estrarre una lista esaustiva dei semilavorati e dei prodotti finiti prodotti dall'azienda e creare un file appositamente progettato per rappresentare il processo in modo dettagliato e strutturato. È emerso che alcune produzioni richiedevano una fase di completamento aggiuntiva non gestita dal software MES. Di conseguenza, è stata richiesta una personalizzazione del software ai consulenti per adattarlo alle esigenze specifiche del reparto. La collaborazione tra consulenti, reparto IT e schedulazione è stata fondamentale per coordinare efficacemente le attività necessarie al successo del progetto. È stato popolato il template di figura 5, condiviso tra il reparto IT e la schedulazione, per permettere di riportare le diverse fasi sull'applicativo. Successivamente, sono stati condotti test sull'applicativo personalizzato, che hanno avuto esito positivo. L'integrazione tra MES e ERP, insieme alle attività dei vari team, è stata monitorata durante una seconda riunione, confermando il successo delle attività svolte. Per cui l'implementazione del software nel reparto è stata guidata da una

File da aggiornare: MPICOMJ.\$TASKMFO				Operazione:	INSERT
DIVISIONE (FISSO)	CODICE ARTICOLO PF O SFUSO	DATA VALIDITA (OPZIONALE)	CODICE TASK MES/FASE	DESCRIZIONE TASK MES	IMPIANTO MES
TADIVO	TACARO	TADATO	TAFASO	TADESO	TAIMPO
301	PSBSS040060	20491231	§PRD	PRODUZIONE SFUSI	DIS_RD1
301	PSBSS040060	20491231	§CLD	COLLAUDO	LAB
301	PSBSS040062	20491231	§PRD	PRODUZIONE SFUSI	DIS_RD1
301	PSBSS040062	20491231	§CLD	COLLAUDO	LAB
301	PSBSS040063	20491231	§PRD	PRODUZIONE SFUSI	DIS_RD1
301	PSBSS040063	20491231	§CLD	COLLAUDO	LAB
301	PSBSS040064	20491231	§PRD	PRODUZIONE SFUSI	PROD_05_01
301	PSBSS040064	20491231	§CLD	COLLAUDO	LAB
301	PSBSS080040	20491231	§PRD	PRODUZIONE SFUSI	PROD_05_01
301	PSBSS080040	20491231	§CMP	PRODUZIONE SFUSI	PROD_05_01
301	PSBSS080040	20491231	RAFF	PRODUZIONE SFUSI	PROD_09_1
301	PSBSS080040	20491231	§CLD	COLLAUDO	LAB
301	PSBSS080044	20491231	§PRD	PRODUZIONE SFUSI	PROD_05_01
301	PSBSS080044	20491231	§CLD	COLLAUDO	LAB
301	PSBSS080051	20491231	§PRD	PRODUZIONE SFUSI	PROD_05_01
301	PSBSS080051	20491231	§CLD	COLLAUDO	LAB
301	PSBSS150001	20491231	§PRD	PRODUZIONE SFUSI	PROD_09_1
301	PSBSS150001	20491231	RAFF	PRODUZIONE SFUSI	PROD_09_1
301	PSBSS150001	20491231	§CMP	PRODUZIONE SFUSI	PROD_05_01
301	PSBSS150001	20491231	§CLD	PRODUZIONE SFUSI	LAB
301	PSBSS150004	20491231	§PRD	PRODUZIONE SFUSI	PROD_05_01
301	PSBSS150004	20491231	RAFF	PRODUZIONE SFUSI	PROD_09_1
301	PSBSS150004	20491231	§CMP	PRODUZIONE SFUSI	PROD_05_01
301	PSBSS150004	20491231	§CLD	COLLAUDO	LAB
301	PSBSS150006	20491231	§PRD	PRODUZIONE SFUSI	PROD_05_01
301	PSBSS150006	20491231	§CMP	PRODUZIONE SFUSI	PROD_05_01
301	PSBSS150006	20491231	RAFF	PRODUZIONE SFUSI	PROD_09_1
301	PSBSS150006	20491231	§CLD	COLLAUDO	LAB
301	PSBSS220001	20491231	§PRD	PRODUZIONE SFUSI	PROD_05_01

Figura 5 Template per l'integrazione

pianificazione strategica, dalla collaborazione tra diverse aree aziendali e dall'adattamento tecnologico alle esigenze operative. Ovviamente il monitoraggio costante dell'uso dell'applicativo è essenziale per mantenere l'efficacia nel tempo.

6.2 Formazione

Nel processo di implementazione di un Manufacturing Execution System, la formazione è cruciale per garantire un uso efficace del sistema e massimizzare i vantaggi ottenibili. Prima di avviare la formazione, è stata condotta un'analisi approfondita delle esigenze formative, valutando le competenze attuali degli operatori e individuando le lacune di conoscenza necessarie per utilizzare con successo il MES.

Gli obiettivi di apprendimento per il corretto utilizzo del MES sono stati la comprensione delle funzionalità del sistema, l'uso per la registrazione delle attività di produzione, la capacità di seguire le istruzioni del sistema, il monitoraggio in tempo reale delle operazioni e la generazione di rapporti e analisi. La formazione è stata suddivisa in diverse fasi, tra cui un'introduzione al sistema, istruzioni sulla navigazione, registrazione delle attività, esecuzione delle operazioni, monitoraggio in tempo reale e generazione di report. La formazione è stata fornita attraverso varie modalità, tra cui la creazione di procedure operative standard mostrata in figura 6, cioè una procedura standard per guidare gli operatori nell'uso del MES, seguendo uno standard aziendale per garantire uniformità e strutturata per garantire una sequenza accurata di operazioni tramite una rappresentazione visiva delle attività; sessioni pratiche durante l'uso dell'applicativo e supporto on-the-job.

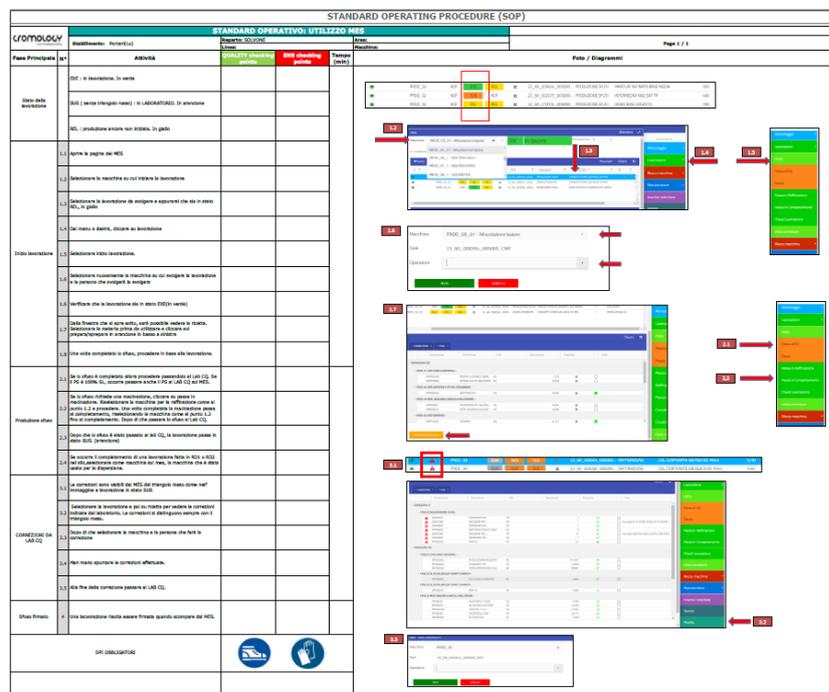


Figura 6 La SOP

Il coinvolgimento attivo degli operatori nel processo di formazione e il feedback da parte di coloro che avevano già esperienza con il MES hanno contribuito a migliorare l'efficacia della formazione e ad aumentare il senso di coinvolgimento del personale nel processo di cambiamento.

6.3. Indicatori di processo

L'implementazione del MES è stata introdotta per ottimizzare le operazioni di produzione e utilizzare KPI per valutare l'efficienza e identificare le aree di miglioramento. Gli indicatori definiti per tenere sotto controllo il processo produttivo sono stati :

- **OEE** : misura l'efficienza delle macchine considerando disponibilità, prestazioni e qualità, identificando inefficienze.
- **Lead Time** : rappresenta il tempo totale per completare un ordine di produzione, importante per la reattività ai clienti.
- **Throughput** : misura la quantità di prodotto che passa attraverso il sistema, rivelando punti di rallentamento.
- **OLE** : valuta l'efficacia del lavoro del personale, utile per migliorare la pianificazione e la produttività.

6.4 Locazione dei PC

Sono stati posizionati due PC conformi alla normativa ATEX all'interno del reparto per consentire l'accesso al MES agli operatori. La decisione è stata presa dopo consultazioni con gli operatori stessi per massimizzare l'efficienza durante le fasi critiche della produzione.

7. RISULTATI ATTESI

Una volta completata la digitalizzazione dei flussi per l'implementazione di un sistema come il MES nel reparto "Solvone", si prevedono una serie di benefici. Ecco i principali risultati attesi :

Utilizzo corretto del Manufacturing Execution System : l'introduzione del MES migliorerà il monitoraggio in tempo reale della produzione e la raccolta di dati.

Pianificazione e programmazione più efficienti : il MES bilancerà le attività, aumentando la produttività del reparto.

Riduzione dell'uso della carta : il sistema permette di eliminare la dipendenza dai documenti cartacei, semplificando la gestione delle informazioni.

Monitoraggio in tempo reale : sarà consentito il monitoraggio immediato della produzione, migliorando l'accuratezza e riducendo gli errori.

Indicatori chiave di performance : i dati registrati forniranno KPI per guidare decisioni strategiche.

Snellimento del processo informativo : il MES accelererà il processo di emissione degli ordini e ridurrà gli errori manuali.

Tracciabilità affidabile : il MES migliorerà la tracciabilità dei prodotti senza dipendenza dai documenti cartacei.

Riduzione del tempo di monitoraggio : il sistema automatizzerà il monitoraggio, risparmiando tempo e risorse.

Miglioramento della qualità : l'uso del MES ridurrà gli errori e consentirà correzioni rapide.

Tempo di ciclo più breve : l'estrazione e l'elaborazione dei dati permetteranno di identificare le operazioni lente, permettendo una riduzione del lead time.

Reportistica e analisi avanzate : Il MES fornirà dati dettagliati per analisi dettagliate e miglioramenti.

Comunicazione tra reparti semplificata : la comunicazione tra funzioni coinvolte nel processo produttivo sarà agevolata.

8. CONCLUSIONI

La digitalizzazione dei flussi del reparto "Solvone" rappresenta un passo significativo verso l'efficienza operativa e l'ottimizzazione dei processi per Cromology. Questo processo di trasformazione rende il reparto più intelligente, migliorando la gestione e aumentando la visibilità delle attività di produzione. La digitalizzazione permette di eliminare processi manuali ridondanti, ridurre gli errori e migliorare la coerenza e la qualità del processo.

La raccolta e l'analisi dei dati in tempo reale consentono una supervisione accurata, permettendo l'identificazione tempestiva di potenziali problemi e un intervento preventivo. Inoltre, per la prima volta, il processo produttivo potrà essere valutato sulla base di Key Performance Index, consentendo una gestione basata su dati concreti. Ciò potrà portare a una maggiore efficienza operativa, una riduzione dell'uso di documenti cartacei e una maggiore precisione nella produzione. La digitalizzazione favorisce la collaborazione tra le diverse funzioni coinvolte nel processo produttivo, contribuendo a una maggiore coesione e condivisione delle conoscenze. L'accesso ai dati storici permetterà di identificare trend, individuare inefficienze e implementare strategie di ottimizzazione. Tuttavia, è importante sottolineare che la digitalizzazione è solo l'inizio di un percorso di miglioramento continuo. È essenziale mantenere l'attenzione sulla manutenzione delle soluzioni implementate, sull'aggiornamento delle tecnologie e sulla formazione continua del personale per massimizzare i benefici ottenuti dalla digitalizzazione. In definitiva, il progetto di digitalizzazione dei flussi di produzione del reparto "Solvone" potrà permettere di evidenziare che l'adozione di tecnologie innovative può portare a risultati tangibili in termini di efficienza, qualità e competitività. Ora è fondamentale capitalizzare su questi vantaggi e continuare a innovare per affrontare le sfide future e sfruttare al massimo il potenziale della digitalizzazione.