

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

*Tesi di Laurea*

***Progetto di introduzione di un sistema MES (Manufacturing Execution System) nella lavorazione del vetro piano***

**Relatore**

*Prof. Ettore Bolisani*

**Laureando**

*Riccardo Miotti*

**Correlatore:**

*Ing. Marco De Col*

---

Anno accademico 2022-2023



# INDICE

<b>Introduzione</b> .....	<b>1</b>
---------------------------	----------

## **CAPITOLO 1: I sistemi MES e l'azienda Therm-Is Bizzotto** ..... **3**

<i>1.1</i> <i>Digitazione, digitalizzazione e trasformazione digitale</i> .....	<i>3</i>
<i>1.2</i> <i>Le iniziative di trasformazione digitale</i> .....	<i>4</i>
1.2.1 <i>Le tecnologie abilitanti alla base dell'industria 4.0</i> .....	<i>4</i>
<i>1.3</i> <i>Lo stato dei progetti di digitalizzazione a livello globale</i> .....	<i>5</i>
1.3.1 <i>Il mercato dell'industria 4.0 in Italia</i> .....	<i>6</i>
1.3.2 <i>La carenza di competenza</i> .....	<i>6</i>
<i>1.4</i> <i>PMI e grandi imprese hanno le stesse probabilità di successo?</i> .....	<i>8</i>
<i>1.5</i> <i>Il fallimento dei progetti di Industria 4.0: cause tecniche e organizzative</i> . <i>9</i>	<i>9</i>
1.5.1 <i>L'importanza della cultura aziendale digitale</i> .....	<i>9</i>
1.5.2 <i>Come affrontare e gestire il cambiamento in azienda</i> .....	<i>12</i>
1.5.3 <i>La comunicazione e il People Management</i> .....	<i>12</i>
1.5.4 <i>Il modello ADKAR</i> .....	<i>13</i>
<i>1.6</i> <i>Funzionalità di base del MES</i> .....	<i>14</i>
1.6.1 <i>Tracciabilità, controllo e miglioramento della qualità della produzione</i> .....	<i>16</i>
<i>1.7</i> <i>Condizioni abilitanti al successo dell'iniziativa MES</i> .....	<i>17</i>
<i>1.8</i> <i>La nascita del progetto MES</i> .....	<i>19</i>
<i>1.9</i> <i>Il processo di realizzazione del vetro in THERM-IS</i> .....	<i>21</i>
<i>1.10</i> <i>Gli approcci di analisi degli impatti organizzativi</i> .....	<i>23</i>

## **CAPITOLO 2: L'impatto del MES nelle attività di inserimento degli ordini e di pianificazione** ..... **24**

<i>2.1</i> <i>La fase di inserimento degli ordini in GPS.ORDER</i> .....	<i>24</i>
2.1.1 <i>Generalità</i> .....	<i>24</i>
2.1.2 <i>Attività</i> .....	<i>25</i>
<i>2.2</i> <i>Prima del MES</i> .....	<i>25</i>

2.2.1	Controllo della disponibilità del materiale .....	26
2.3	<i>Dopo il MES</i> .....	27
2.3.1	La generazione dei passi di lavoro .....	27
2.3.2	Assegnazione della data di consegna e verifica della capacità aziendale.....	30
2.3.3	Controllo della disponibilità del materiale .....	31
2.3.4	Un esempio della generazione dei passi di lavoro in ORDER .....	32
2.3.5	Lavorazioni in acquisto .....	34
2.4	<i>La fase di pianificazione: la creazione dei lotti di produzione</i> .....	36
2.4.1	Attività.....	36
2.5	<i>Prima del MES</i> .....	36
2.5.1	Realizzazione dei lotti .....	36
2.5.2	Monitoraggio manuale della giacenza .....	37
2.6	<i>Dopo il MES</i> .....	38
2.6.1	Differenza tra ordini e preordini .....	38
2.6.2	Preordini Arneg e Oscartielle .....	39
2.6.3	PRODMON – La pianificazione degli ordini.....	40
2.6.4	PRODMON - La produzione monitorata .....	41
2.6.5	Stand up meeting .....	42
2.6.6	PRODMON - la creazione dei piani di produzione.....	43
2.6.7	Creazione delle ottimizzazioni per la fase di taglio.....	44

## **CAPITOLO 3: L’impatto del MES nei centri di taglio, molatura, tempera e serigrafia in THERM-IS..... 47**

3.1	<i>La fase di taglio del laminato</i> .....	47
3.1.1	Generalità.....	47
3.1.2	Attività.....	47
3.2	<i>Fase di taglio prima dell’introduzione del sistema MES</i> .....	48
3.2.1	La registrazione delle attività della fase di taglio .....	48
3.2.2	Il monitoraggio manuale della giacenza della materia prima.....	50
3.3	<i>Fase di taglio dopo l’introduzione del MES</i> .....	51
3.3.1	GPS.IDENT - La generazione dei messaggi di pronto.....	51
3.3.2	Pila Riproduzione - L’impatto dei rifacimenti nel magazzino materia prima .....	52
3.3.3	Considerazioni aggiuntive per la fase di taglio .....	52

<i>3.4 La fase di molatura del vetro</i> .....	53
3.4.1 Generalità.....	53
3.4.2 Attività.....	54
<i>3.5 Molatura prima dell'introduzione del MES</i> .....	57
3.5.1 Il ruolo degli ODL cartacei in produzione.....	57
3.5.2 La registrazione delle attività della fase di molatura in un quaderno.....	58
<i>3.6 Molatura dopo il MES</i> .....	59
3.6.1 Il supporto alla produzione fornito dagli ODL cartacei .....	59
3.6.2 Modulo Capacità - La gestione del carico di lavoro.....	59
3.6.4 GPS.IDENT - La registrazione delle attività di molatura .....	61
3.7.1 Generalità.....	62
3.7.2 Attività.....	62
<i>3.8 Serigrafia prima dell'istallazione del MES</i> .....	63
3.8.1 Le liste di pianificazione.....	63
3.8.2 La registrazione delle attività di serigrafia .....	64
3.9.1 PRODMON - Il calcolo della capacità .....	65
3.9.2 Modulo Capacità - I piani di serigrafia.....	66
<i>3.10 La fase di tempera</i> .....	68
3.10.1 Generalità.....	68
3.10.2 Attività.....	68
<i>3.11 Prima del MES</i> .....	69
3.11.1 Una inefficiente disposizione dei semilavorati nei cavalletti .....	69
3.11.2 PRODMON - La gestione dei remake.....	70
3.11.3 La registrazione delle attività del centro di tempera.....	71
<i>3.12 Dopo il MES</i> .....	71
3.12.1 La predisposizione dei cavalletti per linea di assemblaggio.....	71
3.12.2 Pila Riproduzione - Una gestione efficiente dei ripristini .....	72
3.12.3 Piani di taglio rossi per la gestione dei lotti prioritari .....	73

## **CAPITOLO 4: L'impatto del MES nei centri di verniciatura, assemblaggio, piegatura e spedizione ..... 74**

<i>4.1 La fase di verniciatura manuale</i> .....	74
4.1.1 Generalità.....	74
4.1.2 Attività.....	75
<i>4.2 Verniciatura manuale prima dell'introduzione del MES</i> .....	76
<i>4.3 Dopo l'introduzione del MES</i> .....	76
4.3.1 I tempi di approntamento.....	78
<i>4.4 Le linee di assemblaggio</i> .....	79
4.4.1 Generalità.....	79
4.4.2 Attività.....	79
<i>4.5 Assemblaggio prima dell'introduzione del MES</i> .....	81
4.5.1 La registrazione delle attività di assemblaggio: le schede di denuncia ed autocontrollo .....	81
4.5.2 La redazione di piani di assemblaggio incompleti .....	82
<i>4.6 Dopo l'introduzione del MES</i> .....	84
4.6.1 La registrazione delle attività di assemblaggio: i messaggi di pronto.....	84
4.6.2 Un piano di assemblaggio standard.....	84
<i>4.7 La fase di realizzazione dei telai e di spedizione</i> .....	87
4.7.1 Realizzazione dei telai: generalità .....	87
4.7.2 Attività.....	88
4.7.3 Trasferire le informazioni di produzione tramite supporto cartaceo .....	90
<i>4.8 La fase di pulizia e spedizione</i> .....	91
4.8.1 Attività.....	91
4.8.2 Chiusura degli ordini .....	93
4.8.3 Sviluppi futuri per la fase di spedizione .....	94

## **CAPITOLO 5: Analisi degli impatti ..... 97**

<i>5.1 Differenza tra lo stato As Is e To Be delle attività</i> .....	97
5.1.1 Inserimento dell'ordine.....	97
5.1.2 Pianificazione degli ordini.....	99
5.1.3 L'impatto del MES sulle attività di produzione .....	100

<i>5.2 Il questionario</i> .....	103
5.2.1 Gli esiti del questionario.....	105
<b>CAPITOLO 6: Conclusioni</b> .....	<b>107</b>
<b>Ringraziamenti</b> .....	<b>109</b>
<b>Bibliografia</b> .....	<b>110</b>

## Introduzione

La tesi illustra il progetto di implementazione di un sistema MES (Manufacturing Execution System) presso Therm-Is Bizzotto, piccola azienda manifatturiera operante nel settore industriale della produzione e commercializzazione del vetro, che ha deciso di intraprendere un percorso di digitalizzazione dei propri sistemi produttivi. La raccolta e l'analisi dei dati è stata condotta nel contesto di un tirocinio formativo presso l'azienda stessa.

Il MES è oggi una tecnologia emergente di particolare importanza nei processi di digitalizzazione sia di grandi che di piccole imprese nell'ambito della trasformazione indotta dai progetti cosiddetti dell'Industria 4.0. Il MES consente di connettere il sistema informativo gestionale, tipicamente focalizzato sui processi amministrativi, con i sistemi di controllo delle macchine in produzione, con importanti vantaggi in termini di efficienza dei flussi informativi e possibilità di miglioramento della gestione nel suo complesso. Tuttavia, l'introduzione di questi sistemi implica modificazioni nei processi aziendali e nell'organizzazione nel suo complesso, che vanno compresi nel dettaglio.

Obiettivo principale della tesi è studiare ed evidenziare proprio gli effetti sull'organizzazione derivanti dall'implementazione e dall'uso del MES, tramite la definizione e il confronto fra la situazione *As Is* (prima dell'implementazione del sistema) e *To Be* (a implementazione avvenuta). Vengono analizzati in particolare i processi aziendali maggiormente interessati dalla nuova tecnologia e i loro aspetti operativi, oltre che a mostrare i fattori organizzativi chiave per il successo dell'introduzione e dell'implementazione del MES in azienda. Ne derivano utili lezioni che vanno anche al di là del caso specifico esaminato.

La tesi è articolata in sei capitoli. Il primo introduce il concetto di "Industria 4.0" nel contesto della "trasformazione digitale" delle imprese. Inoltre, viene mostrato come un approccio basato sulla comunicazione e il coinvolgimento di tutti gli attori coinvolti, tra cui gli operatori della produzione, sia un fattore fondamentale che favorisce l'adozione dei moduli software collegati al MES all'interno della quotidianità aziendale. Successivamente, vengono menzionate le sfide che le industrie e più in generale la società si trovano ad affrontare in questa fase di cambiamento. Alla fine del capitolo viene descritto il Manufacturing Execution System, soffermandosi sui principali vantaggi che la sua introduzione può portare in un'azienda manifatturiera. Inoltre, in questa sezione viene fornita una breve descrizione dell'azienda e del suo contesto industriale, e successivamente vengono riportate le motivazioni che hanno spinto la dirigenza ad investire nell'acquisizione del sistema.

Nel secondo capitolo viene realizzata nel dettaglio una ricostruzione operativa dei processi di inserimento degli ordini e di pianificazione, volta a sottolineare le modificazioni di carattere operativo e procedurale susseguenti all'implementazione del sistema MES, in relazione alle modalità operative che caratterizzavano la situazione antecedente all'acquisto del software.

Seguendo la stessa metodologia di analisi, nel terzo capitolo viene realizzata una ricostruzione operativa dei processi di taglio, molatura, tempera e serigrafia eseguiti in Therm-Is, prima e dopo l'introduzione del MES, mentre nel quarto capitolo viene dettagliato lo stato *As Is* e *To Be* delle attività di verniciatura ed assemblaggio, con la descrizione delle azioni correttive che hanno facilitato la concreta realizzazione dello stato *To Be*.



Nel quinto capitolo vengono proposte delle tabelle di analisi qualitativa che riassumono le modificazioni organizzative che si sono determinate alle attività, comparando lo stato *As Is* a quello *To Be*, in modo anche da evidenziare la differenza e la “distanza” fra la situazione “prima del progetto” e quella “dopo il progetto”, permettendo di dare una misura del livello e della rilevanza del cambiamento introdotto. Viene anche presentato il questionario che è stato somministrato agli operatori dello shop floor con il quale si è cercato di comprendere la relazione tra alcune caratteristiche del personale (età anagrafica, anni di esperienza lavorativa in THERM-IS) e la buona riuscita di una soluzione MES. Il questionario è stato introdotto anche con lo scopo di verificare l’attuale livello di soddisfazione degli utilizzatori in merito al sistema MES stesso.

Al termine della tesi viene proposta una sintesi delle lezioni tratte dall’esperienza esaminata e vengono anche presentati i possibili sviluppi futuri del progetto.

# CAPITOLO 1: I sistemi MES e l'azienda Therm-Is Bizzotto

La finalità di questo capitolo, nella prima parte, è quella di fornire una breve descrizione teorica del sistema Manufacturing Execution System e di individuare le condizioni abilitanti al successo che mirano a favorire l'introduzione e l'implementazione del MES in azienda, e più in generale delle nuove tecnologie di industria 4.0. Nella seconda parte del capitolo viene realizzata una breve descrizione dell'azienda Therm-Is Bizzotto e del suo processo produttivo. In aggiunta, vengono descritte le motivazioni sottese alla scelta di investire nell'acquisizione del sistema MES sviluppato dalla software house LiSEC.

## 1.1 Digitazione, digitalizzazione e trasformazione digitale

Si partirà qui presupposto che non è possibile beneficiare dei vantaggi relativi all'avvio di un processo di trasformazione digitale (digital transformation), con conseguente rivoluzione del business aziendale, senza essersi precedentemente appoggiati all'uso di tecnologie e strumenti utili a dare vita al cambiamento (digitization). Questi ultimi si poggiano sulla dematerializzazione dei dati e delle informazioni, che non devono più circolare in forma tangibile, ad esempio sotto forma di fogli di carta, ma in quella digitale.

La rivista statunitense di economia Forbes [1] distingue tra i concetti di Digitization, Digitalization e Digital transformation:

- La Digitization è *“il processo di trasformazione e codifica delle informazioni analogiche in informazioni digitali rappresentate da tanti zero e uno, in modo tale che le tecnologie digitali le possano immagazzinare, lavorare e trasmettere”*. Quando parliamo di tecnologie digitali ci riferiamo a computer o qualsiasi altra tecnologia nata per gestire l'informazione.
- La Digitalizzazione è *“il processo che prevede l'utilizzo delle tecnologie digitali e delle informazioni per trasformare il business delle operations”*, in accordo al report *“Digitalization and the American Workforce”* di Mark Muro [2].
- La Digital transformation è *“la trasformazione aziendale strategica del business guidata dal cliente che richiede un cambiamento organizzativo trasversale mediante l'implementazione e l'adozione di tecnologie digitali”*.

Dalle definizioni appena illustrate si evince che digitazione, digitalizzazione e trasformazione digitale sono termini che si riferiscono ad attività e aspetti diversi tra loro:

- La digitazione ha a che fare con la trasformazione delle informazioni.
- La digitalizzazione ha a che fare con l'attività operativa dell'impresa. Viene infatti evidenziato come la digitalizzazione stia trasformando il mondo del lavoro, dal momento che *“l'acquisizione di competenze digitali è divenuta un prerequisito fondamentale per il successo individuale e di impresa”*. Ad esempio, possiamo avere la digitalizzazione delle informazioni, dei processi e dei ruoli che compongono le attività operative di un'azienda.
- La trasformazione digitale è un termine più ampio che implica per l'organizzazione un cambiamento profondo. Con questo termine si intendono ad esempio tutte quelle

integrazioni tecnologiche che vengono applicate nei vari reparti per migliorare il modo in cui l'azienda offre valore ai propri clienti. In altre parole, la trasformazione digitale include diversi progetti di digitalizzazione, che vanno dall'automazione dei processi alla riqualificazione dei lavoratori all'uso dei computer. Considerato il profondo impatto che ne deriva per i processi e la struttura organizzativa, credere che la trasformazione digitale sia semplicemente una questione di digitalizzazione è un errore di rilevanza strategica.

Per concludere, come sottolineato da Ferri [3], la digitazione e la digitalizzazione riguardano essenzialmente la tecnologia, ma la trasformazione digitale riguarda il cliente: la customer experience deve essere al centro della digital transformation.

## 1.2 Le iniziative di trasformazione digitale

In questo contesto si colloca il termine Industria 4.0 con cui, secondo quanto riporta da A. Magnani nel Sole 24 ore [4], si intende un modello che riguarda la digitalizzazione nell'ambiente produttivo che avviene facendo leva su *“elementi che rendono possibile una connessione tra i sistemi fisici e digitali, su analisi complesse attraverso Big Data e adattamenti in real-time, per la realizzazione di fabbriche intelligenti”*. Da questa definizione possiamo comprendere che le iniziative di industria 4.0 sono progetti di trasformazione digitale con la particolarità che le tecnologie adottate vengono applicate all'interno dell'ambito della produzione industriale (che coincide con l'ambito delle operations citato nell'articolo [1]) in modo da renderla del tutto automatizzata e interconnessa.

Lo stesso articolo evidenzia come l'espressione "Industrie 4.0" (in tedesco) sarebbe stata usata per la prima volta in Germania all'Hannover Messe nel 2011, una fiera sulle tecnologie industriali, per poi essere diffusa in altri contesti negli anni successivi.

### 1.2.1 Le tecnologie abilitanti alla base dell'industria 4.0

Alla base della quarta rivoluzione industriale, troviamo sei grandi famiglie di tecnologie digitali innovative che toccano diverse sfere produttive interne all'azienda [5]:

1. Industrial Internet (of Things)
2. Industrial Analytics
3. Cloud Manufacturing
4. Advanced Automation
5. Advanced Human Machine Interface
6. Additive Manufacturing

Ognuno dei progetti di trasformazione industriale appena elencati necessita di un'attenta valutazione relativa ai costi e ai benefici; per minimizzare il rischio di fallimento che ognuna di queste iniziative porta con sé, e quindi per aumentare le chance di successo dell'adozione

delle nuove tecnologie, è bene considerare alcuni fattori che verranno presentati nel corso del capitolo.

Oltre al fatto che rappresentano un ingente investimento economico, quando parliamo di rischio di fallimento in relazione ad un qualsiasi progetto di digitalizzazione, intendiamo anche tutti i possibili effetti negativi che questo può generare, come ad esempio un ritorno negativo sull'immagine dell'impresa anche e soprattutto agli occhi dei dipendenti che potrebbero perdere la fiducia nel percorso che si è intrapreso e nella sua reale utilità.

### **1.3 Lo stato dei progetti di digitalizzazione a livello globale**

Dal 2011 in poi, anno in cui è stato coniato il concetto di Industria 4.0, sempre più imprese in tutto il mondo hanno provato a dare inizio a questo tipo di progetti, aspettandosi benefici relativi alla riduzione dei costi, ad un aumento dell'efficienza, e in linea generale alla creazione di valore. Da una serie di indagini mirate ad inquadrare il fenomeno della digitalizzazione e dei progetti di industria 4.0, si evince che sono molte le imprese ad aver avviato un qualche tipo di iniziativa, ma nella realtà dei fatti molte tardano nella raccolta dei frutti. Si stima che solo un 30% delle aziende riesce a raggiungere gli obiettivi prefissati nei tempi preventivati. La survey condotta a livello globale dalla Everest group [6], una società di consulenza e ricerca focalizzata su IT strategico, ha messo in evidenza i seguenti risultati, ottenuti considerando la digitalizzazione nelle imprese manifatturiere:

- Il 73% delle imprese non è riuscito a ripagare a lungo termine gli investimenti sostenuti per le proprie iniziative digitali;
- Il 69% delle imprese considera la struttura organizzativa aziendale come una barriera per le proprie iniziative digitali. Una struttura organizzativa complessa riduce la trasparenza e crea silos, rendendo difficile per le organizzazioni sostenere le loro iniziative digitali;
- L'82% delle imprese non possiede cultura orientata alla collaborazione e all'innovazione. Questo porta ad una scarsa accettazione del cambiamento dal momento che l'organizzazione è impegnata a combattere la paura e l'incertezza;
- L'87% non riesce ad attuare i propri piani di change management per la digital transformation;
- L'89% ha una possibilità limitata di investimenti tecnologici su alcuni prodotti o funzioni. Questo impedisce la visione a lungo termine riguardante l'intera organizzazione, necessaria per la trasformazione digitale.

Questo studio mostra che, affinché una nuova iniziativa di digitalizzazione possa diffondersi all'interno dell'organizzazione con successo e in maniera trasversale, è fondamentale creare, se non già presente, una vision aziendale che faccia della cultura legata al cambiamento il proprio faro. Tra le cause di quanto appena esposto vi è sicuramente l'aspetto relativo alla mancanza di competenze all'interno dell'organizzazione, aspetto che verrà approfondito nel paragrafo 1.4.2.

### 1.3.1 Il mercato dell'industria 4.0 in Italia

Per quanto riguarda la situazione italiana, la ricerca realizzata dall'Osservatorio Industria 4.0 della School of Management del Politecnico di Milano [7], afferma che il valore dei progetti di Industria 4.0 nel 2020 ha raggiunto i 4,1 miliardi, e presenta un trend in costante crescita, come si vede dalla Figura 1.1. La survey condotta dall'osservatorio ha preso in considerazione 192 imprese (153 grandi aziende e 39 PMI).

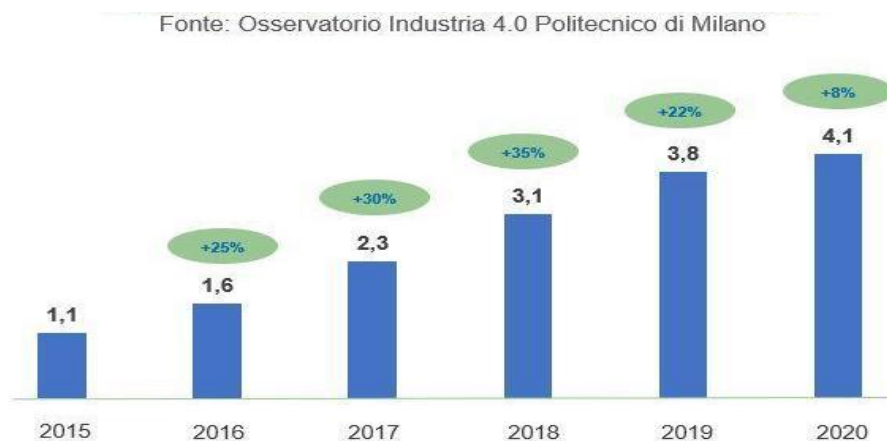


Figura 1.1 – Evoluzione del mercato dell'industria 4.0 in Italia (Osservatorio Transizione Industria, 2020).

Dal punto di vista delle applicazioni 4.0, lo scenario italiano è molto dinamico; queste possono essere classificate in tre aree, in relazioni ai diversi processi aziendali supportati:

7. Smart Factory (produzione, logistica, manutenzione, qualità, sicurezza e rispetto norme). Si stima che un 42% del totale delle applicazioni implementate cada sotto questa categoria.
8. Smart Lifecycle (sviluppo prodotto, gestione del ciclo di vita e gestione dei fornitori) col 33%.
9. Smart Supply Chain (pianificazione dei flussi fisici e finanziari) col 25%.

In parallelo, l'articolo sottolinea come la quota degli investimenti legati alle attività di consulenza e formazione sia molto sotto alle aspettative; questo conferma come le imprese, soprattutto le PMI, tendano a sottovalutare l'importanza che risiede nell'investire sul capitale umano, pensando che per diventare digitali sia sufficiente investire nell'acquisto delle tecnologie che abilitano all'innovazione.

### 1.3.2 La carenza di competenza

L'aspetto relativo alla mancanza di competenze altamente specialistiche (tecnologiche e/o organizzative) per l'industria 4.0 all'interno dell'organizzazione viene sottolineato anche da uno studio effettuato dal Laboratorio Manifattura Digitale dell'Università degli Studi di Padova [8], che prende come riferimento un campione di 1.020 aziende che fanno parte di un universo di 7.293 imprese manifatturiere (settore: casa-arredo, meccanica, moda) situate nelle regioni del Nord Italia (Piemonte, Lombardia, Veneto, Trentino Alto Adige, Friuli Venezia Giulia,

Emilia-Romagna). Da questo articolo emergono le difficoltà che risiedono nell'adozione delle tecnologie di Industria 4.0, e sono sintetizzate nella figura 1.2 seguente:

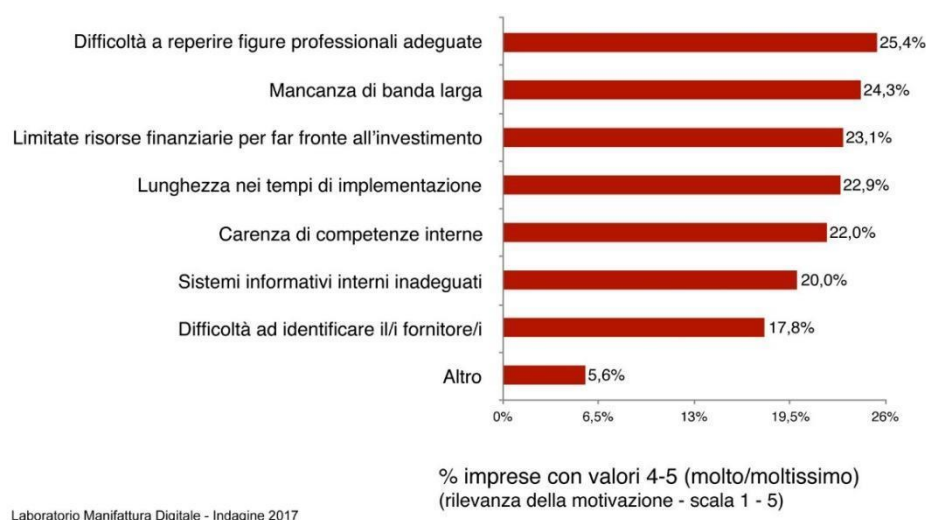


Figura 1.2 - Difficoltà nell'adozione tecnologie Industria 4.0 (Laboratorio Manifattura Digitale, 2017).

In primis, troviamo la problematica relativa alla reperibilità di figure professionali competenti; questa mancanza è avvertita da molte aziende, indipendentemente dalla loro dimensione. Nelle piccole imprese però, questo problema è ancora più evidente perché risultano meno attrattive (in termini di prospettive di carriera) rispetto alle grandi organizzazioni. D'altro canto, è plausibile pensare che le PMI non dispongano delle risorse necessarie per attivare significativi percorsi di formazione, come può invece avvenire nelle grandi.

Ancora una volta, non si tratta solo di adottare specifiche tecnologie, ma c'è la necessità di sviluppare veri e propri progetti 4.0 dal momento che l'adozione di queste tecnologie richiede interventi sull'hardware e software esistenti per l'integrazione con i gestionali già implementati in azienda. Emerge quindi la necessità, da parte delle imprese che hanno già deciso di intraprendere un percorso di trasformazione, di pianificare un processo di accompagnamento insieme ai fornitori di impianti e macchinari di tecnologie 4.0, mirato alla personalizzazione dei diversi sistemi, al fine di sfruttare tutte le potenzialità dell'industria 4.0.

Da un'indagine sullo stato di digitalizzazione delle aziende manifatturiere italiane realizzato dall'azienda di consulenza digitale Ernst & Young (E&Y) [9] svolta su 150 imprese industriali con un fatturato superiore ai 10 milioni di euro appartenenti a diversi settori produttivi, si evince come la digitalizzazione continui ad avanzare, e proprio per questo motivo si registra un gap di competenze sempre più significativo. Secondo le analisi riproposte da M. Belline su NetworkDigital360, infatti, le imprese del territorio faticano ad intercettare e a tenere aggiornate le competenze necessarie allo sviluppo dell'Industria 4.0; in questo scenario, diviene fondamentale investire in formazione e in competenze adeguate per evolvere e competere sui mercati internazionali, soprattutto per le PMI. Si delinea dunque una situazione in cui cultura aziendale, governance del cambiamento e strategia di sviluppo delle persone rappresentano gli ambiti con le maggiori potenzialità di miglioramento. I numeri mostrano che solo il 12% delle aziende ha progettato ed implementato un programma strutturato per lo

sviluppo delle skill digitali, mentre ben l'84% degli intervistati denuncia la carenza di figure professionali adeguate a far crescere l'innovazione.

In conclusione, nonostante sia parecchio evidente che la formazione faccia la differenza, per svariati motivi le imprese del mondo manifatturiero non sono ancora riuscite ad affrontare in maniera sistematica questo problema.

## **1.4 PMI e grandi imprese hanno le stesse probabilità di successo?**

Partendo dal presupposto che l'industria 4.0 non è solo tecnologia, e che se un'azienda vuole ritenersi "pronta a diventare digitale" necessita di un eccellente quadro organizzativo (capitale umano, know how), oltre ad avere a disposizione un opportuno supporto tecnologico (come macchinari e sistemi IT), è utile analizzare l'esistenza o meno di fattori e condizioni che possano favorire le PMI piuttosto che le grandi imprese nel raggiungere il successo nell'introduzione di una nuova iniziativa digitale.

La ricerca svolta dall'osservatorio italiano [10] afferma che le piccole e le grandi aziende che si trovano all'interno dell'ambiente della trasformazione digitale devono affrontare sfide diverse tra loro e il successo dell'iniziativa non dipende tanto dalla differenza di dimensioni ma soprattutto dalla visione che il management possiede e che comunica alle persone coinvolte. Da un lato, la maggioranza delle piccole aziende sono a conduzione familiare, e questo aspetto potrebbe frenare lo sviluppo a causa di una visione statica della dirigenza ereditata dal passato. Al contrario, le aziende più mature e strutturate possono beneficiare dell'esperienza acquisita durante i percorsi di trasformazione avviati nel passato; questa maggiore apertura può rappresentare un fattore di vantaggio nella gestione del processo di digitalizzazione.

Lo studio implementato dal politecnico di Milano [11] sottolinea anch'esso come la condizione abilitante al successo dei progetti di digitalizzazione interni non sia collegato tanto alla dimensione dell'impresa, poiché un management competente ed illuminato crea eccellenze anche tra imprese di piccola dimensione. Tuttavia, l'Osservatorio sottolinea che potrebbero generarsi delle differenze qualora si decidesse di uscire dall'ambito interno ed estendere l'utilizzo degli strumenti digitali fino ai propri fornitori e/o clienti con il fine di creare una supply chain digitalizzata. Infatti, in quest'ultimo caso, ad una dimensione maggiore dell'impresa è associato un potere contrattuale superiore.

Si può quindi affermare che le grandi aziende hanno una necessità maggiore di spingere verso il cambiamento, e possono contare su un capitale finanziario superiore rispetto a quelle piccole. D'altra parte, le piccole aziende sono caratterizzate da una complessità organizzativa minore che risulta essere una barriera più facile da superare durante il processo di innovazione digitale.

Ancora, le PMI potrebbero trovare maggiori difficoltà nel reclutare le competenze necessarie allo sviluppo dell'Industria 4.0, soprattutto nella direzione IT, che è la principale promotrice delle logiche sottostanti alla trasformazione digitale, a causa di una minore presenza di uffici HR esperti. Tuttavia, le PMI possono permettersi di perseguire obiettivi meno ambiziosi e più facili da raggiungere rispetto a quelli cui dovrebbe puntare una grande impresa.

Per concludere, sarebbe limitativo asserire che le possibilità di successo dipendono dal punto di partenza dell'azienda e dalle sue dimensioni. Quello che emerge dagli studi effettuati in letteratura è che il raggiungimento degli obiettivi è collegato a doppio filo alla capacità dell'impresa stessa di adattare il progetto di crescita digitale alle proprie caratteristiche e condizioni sfruttando i propri punti di forza; in sostanza, molto dipende dalle capacità e dalle scelte di chi ha la responsabilità di orientare dal basso le direzioni di sviluppo dell'organizzazione.

## **1.5 Il fallimento dei progetti di Industria 4.0: cause tecniche e organizzative**

I progetti digitali sono intrinsecamente rischiosi. Lo studio condotto da Enginess [12] individua nella mancata comprensione del processo di business la causa principale sottostante al fallimento di una iniziativa di digitalizzazione. In altre parole, la soluzione software che si è scelto di adottare può risolvere efficacemente i problemi aziendali, ma se non si integra con gli altri sistemi informativi già presenti all'interno dell'organizzazione, il suo impiego viene ostacolato e il personale risulta demotivato. Accade quindi che dopo mesi di lavoro e nonostante i percorsi di formazione, il progetto venga abbandonato a causa anche delle resistenze interne. La soluzione risiede nell'impegnare del tempo, da parte dell'azienda, per identificare i sistemi interni che guideranno ad una esperienza positiva dell'utilizzatore, oltre che mappare il funzionamento del nuovo progetto digitale all'interno di tali processi. Ancora, scegliere come soluzione software quella che è il trend del momento non accertandosi che questa sia realmente utile a soddisfare un effettivo bisogno, potrebbe portare all'abbandono del progetto.

Un altro pericolo è quello di sottovalutare la selezione del fornitore: al di là della mera valutazione delle sue capacità tecniche, è opportuno assicurarsi che la soluzione offerta sia quella che più si adatta allo stato attuale dell'organizzazione e al suo futuro. L'organizzazione, e più nello specifico il team preposto a seguire il progetto di digitalizzazione, sono chiamati a documentarsi in merito alla reputazione del fornitore, ad esempio mediante la lettura delle recensioni, dei giudizi e delle opinioni disponibili sul web, sul passaparola che si viene a creare attorno ad un determinato prodotto, servizio e marchio, in modo da valutare più opzioni. In tal senso, può essere propizio rivolgersi ad un professionista che aiuta l'impresa a costruire un processo di selezione personalizzato; investire nella fase di selezione del fornitore può salvare l'intero progetto digitale.

### **1.5.1 L'importanza della cultura aziendale digitale**

La survey condotta dalla McKinsey & Company [13] mette in risalto come il problema principale che deve essere affrontato e superato durante la fase di pre-implementazione del sistema non risiede solo nell'individuare la soluzione software e/o il fornitore migliore, ma ancor più nella necessità di creare una cultura aziendale orientata all'innovazione e a colmare le lacune formate dalla mancanza di competenze digitali. Questo non vale solo per i livelli dirigenziali, ma anche per gli operatori delle aziende, che dovrebbero essere sottoposti a corsi



di formazione mirati ad aumentare le loro conoscenze sulle tecnologie cui l'organizzazione ha deciso di acquisire e dei potenziali benefici che derivano da un loro utilizzo.

Nello specifico, la ricerca ha portato all'individuazione di ventuno buone pratiche che se adottate, possono facilitare la buona riuscita del progetto di digitalizzazione. Queste ventuno caratteristiche rientrano a loro volta in cinque macro-gruppi, qui di seguito elencati:

1. Possedere un esperto con competenze in ambito digitale e capacità di leadership che si occupi a tempo pieno del processo di transizione dal mondo analogico a quello digitale. Il team deve essere coinvolto dalla dirigenza prima di prendere qualsiasi tipo di decisione.
2. Costruire nuove competenze nel personale a tutti i livelli, non solo a quelli gerarchicamente più alti. Lo sviluppo di talenti e delle competenze a tutti i livelli dell'organizzazione è uno dei fattori più importanti affinché il cambiamento digitale possa avere esito positivo. In aggiunta, i ruoli e le responsabilità delle risorse devono essere ridefinite in modo da operare un allineamento con quelli che sono gli obiettivi della trasformazione; i gap e le lacune da colmare, in termini di ruoli e capacità, emergono analizzando le differenze tra il business tradizionale e quello digitale. Secondo l'articolo, la probabilità di successo del processo di trasformazione è tre volte più alta qualora l'azienda abbia investito nell'acquisizione di risorse digitalmente esperte che traducono e integrano i nuovi metodi e i processi digitali con le metodologie di lavoro esistenti, aiutano i colleghi e ne rafforzano le capacità.
3. Responsabilizzare le persone e favorire il giusto empowerment. L'approccio organizzativo più comune è "dall'alto verso il basso", ma la digitalizzazione richiede che alle persone venga dato più ascolto, ad esempio, dando loro la possibilità di condividere le loro idee in relazione ai campi in cui la digitalizzazione potrebbe e dovrebbe essere adottata. I dipendenti devono essere incoraggiati dai leader senior a sfidare i vecchi modi di lavorare, a sperimentare nuove idee e ad apprendere dai propri fallimenti.
4. Adottare gli strumenti digitali nelle pratiche di lavoro quotidiane. Per guidare il cambiamento è necessario iniziare a digitalizzare gli strumenti utilizzati nel day by day in modo graduale.
5. Comunicare la "storia" del cambiamento digitale intrapreso, in modo da aiutare i dipendenti a capire dove l'organizzazione è diretta, perché sta cambiando e perché i cambiamenti in atto sono importanti.

I ventuno fattori chiave vengono di seguito riportati nella figura 1.3:

- |   |  |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Implement digital tools to make information more accessible across the organization.</li> <li>2. Engage initiative leaders (leaders of either digital or nondigital initiatives that are part of the transformation) to support the transformation.</li> <li>3. Modify standard operating procedures to include new digital technologies.</li> <li>4. Establish a clear change story (description of and case for the changes being made) for the digital transformation.</li> <li>5. Add one or more people who are familiar or very familiar with digital technologies to the top team.</li> <li>6. Leaders engaged in transformation-specific roles encourage employees to challenge old ways of working (processes and procedures).</li> <li>7. Senior managers encourage employees to challenge old ways of working (processes and procedures).</li> <li>8. Redefine individuals' roles and responsibilities so they align with the transformation's goals.</li> <li>9. Provide employees with opportunities to generate ideas of where digitization might support the business.</li> <li>10. Establish one or more practices related to new ways of working (such as continuous learning, open physical and virtual work environments, and role mobility).</li> <li>9. Engage technology-innovation managers (managers with specialized technical skills who lead work on digital innovations, such as development of new digital products or services) to support the transformation.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>11. Engage employees in integrator roles (employees who translate and integrate new digital methods and processes into existing ways of working to help connect traditional and digital parts of the business) to support the transformation.</li> <li>12. Implement digital self-serve technology for employees' and business partners' use.</li> <li>13. Engage the leader of a program-management office or transformation office (full-time leader of the team or office dedicated to transformation-related activities) to support the transformation.</li> <li>14. Leaders in transformation-specific roles get more involved in developing the digital transformation's initiatives than they were in past change efforts.</li> <li>15. Leaders in transformation-specific roles encourage their employees to experiment with new ideas (such as rapid prototyping and allowing employees to learn from their failures).</li> <li>16. Senior managers get more involved in digital initiatives than they were in past change efforts.</li> <li>17. Leaders in transformation-specific roles ensure collaboration between their units and others across the organization when employees are working on transformation initiatives.</li> <li>18. Senior managers ensure collaboration between their units and others across the organization.</li> <li>20. Senior managers encourage their employees to experiment with new ideas.</li> <li>21. Senior managers foster a sense of urgency within their units for making the transformation's changes.</li> </ol> |
|---|--|

Figura 1.3 - I 21 fattori critici che possono facilitare la transizione delle imprese nel mondo digitale, secondo McKinsey.

In conclusione, possiamo asserire che le ricerche condotte negli ultimi anni evidenziano come il possesso, all'interno dell'organizzazione, delle adatte conoscenze per una gestione fruttuosa delle iniziative di digitalizzazione sia un requisito fondamentale a cui, molto spesso, non viene posta la massima attenzione, che viene altresì catturata da altri aspetti per quanto importanti ma non sempre decisivi, quali la selezione del fornitore e/o della tecnologia migliore.

## 1.5.2 Come affrontare e gestire il cambiamento in azienda

Abbiamo osservato come tra i fattori critici di successo precedentemente analizzati sia ricorrente imbattersi negli aspetti organizzativi legati alle persone, con cui si intendono gli utilizzatori delle nuove tecnologie digitali, ma anche coloro che a cascata subiranno gli effetti del nuovo modo di operare. All'interno di un'organizzazione, Digital Transformation e Change Management vanno avanti di pari passo: la trasformazione deve essere guidata da politiche di cambiamento ben precise, che prevedono l'engagement delle persone nel cambiamento verso le iniziative di industria 4.0, in modo da favorirne l'adozione e ridurre l'opposizione al cambiamento da parte del personale coinvolto.

Fiertler [14] spiega che nel momento in cui si parla di Change Management si intende un processo strutturato atto a facilitare la trasformazione in azienda minimizzando i tempi e gli impatti negativi conseguenti alla modifica del modo di lavorare delle persone. Una metodologia efficace di Change Management progetta un percorso di transizione che dalla situazione attuale (dove siamo) fissa un obiettivo (dove si vuole arrivare) e una transizione (come ci si arriva).

Secondo il modello 4P, i pilastri della metodologia sono quattro:

1. Le persone: il Change Management più efficace mette l'utente al centro, in quanto l'aspetto relativo al cambiamento del mindset delle persone è il più oneroso.
2. I processi: occorre analizzare i processi ed efficientarli.
3. La piattaforma: è necessario introdurre in azienda le tecnologie digitali a supporto della produttività.
4. Il luogo: occorre ripensare al posto di lavoro sposando la logica che prevede l'utente al centro. Tra gli strumenti utilizzati dalle organizzazioni per abbattere i vincoli e la rigidità dei modelli tradizionali di organizzazione del lavoro troviamo lo smart working, che aumenta l'autonomia delle persone nel definire le modalità operative a fronte di una loro maggiore responsabilizzazione sui risultati.

La sponsorizzazione del top management, la capacità di coinvolgere e motivare i dipendenti, l'approccio metodologico utilizzato e la presenza di una cultura inclusiva aperta al cambiamento rappresentano i fattori critici di successo per tutti i progetti di Change Management; d'altro canto, la mancanza della cultura di innovazione rappresenta la principale causa di insuccesso (25%).

## 1.5.3 La comunicazione e il People Management

Riprendendo i concetti esposti nell'articolo precedente [14], gli strumenti digitali più utilizzati per ingaggiare e coinvolgere i collaboratori sul cambiamento in atto sono email (93%), video (35,9%), newsletter elettronica (34%), bacheca elettronica (25%), social network (14%). Un secondo elemento che rallenta il proseguimento dei processi di cambiamento attuati nelle organizzazioni, risiede nella gestione delle persone e nella difficoltà di cambiare il loro mindset. In tal senso, è necessaria una formazione ingaggiante personalizzata e continua, che coinvolga le persone nei progetti e le sensibilizzi sull'importanza della Digital Transformation, contribuendo quindi alla creazione di un mindset condiviso e di una cultura del cambiamento.

A riguardo, l'indagine condotta dall'Osservatorio Industria 4.0 nel 2018 in Italia [15] evidenzia un dato preoccupante: nei processi di sviluppo e implementazione delle strategie di industria 4.0, solo il 12% delle aziende dichiara di coinvolgere attivamente la funzione Risorse umane (HR) in tutte le fasi del percorso di digitalizzazione, contro un 30% in cui l'HR partecipa in modo limitato o risponde a esigenze puntuali, e un 40% in cui la funzione non è coinvolta o non esiste. Compreso come la digital transformation sia una sfida che coinvolge tutto il capitale umano (ricordiamo che il primo dei quattro pilastri del change management [13] sono proprio le persone), è chiaro come questo trend debba essere invertito, pena il fallimento del processo di digitalizzazione a causa di un'eccessiva resistenza interna.

A supporto di quanto emerso finora troviamo l'intervista a Mariano Corso del Politecnico di Milano [16], che sostiene come la trasformazione digitale non possa essere ricondotta solo a una questione tecnologica o strategica, ma è una sfida che coinvolge tutto il capitale aziendale. Oggigiorno, la Direzione HR gioca un ruolo di primo piano nel cambiamento, ad esempio riconoscendo e sviluppando nuove competenze e professionalità, e ripensando profondamente ai processi e ai modelli tradizionali di organizzazione del lavoro per renderli adeguati alle nuove esigenze del mondo digitale. In sostanza, alla Direzione HR spetta il compito di esercitare una leadership nella creazione di una cultura verso l'innovazione, mediante il coinvolgimento delle persone nei progetti, attraverso lo sviluppo di vere e proprie academy digitali mirate a trasferire le conoscenze e i principi digitali a tutti i dipendenti.

### **1.5.4 Il modello ADKAR**

Per avviare e concludere con successo il processo di cambiamento, sono stati eseguiti numerosi studi con l'obiettivo di individuare dei framework che le organizzazioni potessero utilizzare. Uno di questi è rappresentato dal modello di ADKAR messo a punto da Prosci, acronimo di Awareness, Desire, Knowledge, Ability e Reinforcement [17] e [18]. Ossia:

- Consapevolezza della necessità di cambiare: il primo step mira a costruire all'interno dell'azienda una generale consapevolezza della necessità di rinnovarsi. In questa fase è fondamentale svolgere una intensa attività di comunicazione.
- Desiderio di partecipare al cambiamento. In questo stadio è fondamentale chiarire che cosa deve aspettarsi ogni risorsa in azienda alla conclusione del processo di change management.
- Conoscenza del modo di attuare il cambiamento. In questa fase, ogni collaboratore acquisisce la conoscenza e le skill indispensabili per esercitare un nuovo ruolo all'interno dell'organizzazione.
- Capacità di implementare il cambiamento con nuove competenze e comportamenti. Nel penultimo step avviene il passaggio dalla semplice conoscenza all'effettiva capacità di utilizzo dei nuovi strumenti di lavoro.
- Rinforzo per rendere il cambiamento duraturo. L'ultimo step puntella il cambiamento grazie a una visibilità immediata su tutte le difficoltà che gli utenti possono incontrare nel concreto utilizzo dei nuovi strumenti di lavoro. In questo modo si potranno introdurre correttivi tempestivi, capaci di consolidare i risultati raggiunti e scongiurare il rischio di fallimento per l'intero processo.

La figura 1.4 mostra graficamente lo schema rappresentativo del modello ADKAR:



Figura 1.4– Rappresentazione dei cinque step costituenti il modello ADKAR [18] (fourweekmba, 2023).

## 1.6 Funzionalità di base del MES

All'interno dei processi di digitalizzazione, in questa tesi ci occuperemo specificatamente delle tecnologie MES. L'azienda SAP definisce il MES (Manufacturing Execution System) come *“quel sistema, cioè un insieme coordinato di hardware e software, che consente di monitorare, tracciare, documentare e controllare il processo di produzione dei beni, dalle materie prime ai prodotti finiti. Come livello funzionale intermedio tra l'ERP (Enterprise Resource Planning) e i sistemi di controllo dei processi, il MES mette a disposizione dei decisori i dati di cui hanno bisogno per rendere i reparti di fabbricazione più efficienti e ottimizzare la produzione”* [19].

Ancora, lo studio preparato da Huiying Li, Xinfu Pang, Binglin Zheng, Tianyou Chai definisce il MES [20] come *“un bridge che collega il layer di pianificazione a quello inferiore di controllo”*, laddove per layer di controllo si intende quello di governo delle macchine, ovvero i sistemi SCADA/PLC, mentre per layer di pianificazione si comprendono i sistemi per la pianificazione, quali i sistemi gestionali ERP. La comunicazione MES – ERP è bidirezionale: generalmente, il sistema ERP riceve e gestisce gli ordini di produzione, mentre il sistema MES li traduce in appositi ordini di lavoro e procede con la fase esecutiva, che verte nel coordinamento delle risorse a livello di fabbrica.

Per analizzare più nel dettaglio le specifiche dei sistemi di esecuzione della produzione, dobbiamo rifarci alle funzionalità dettagliate dal MESA (Manufacturing Enterprise Solution Association), un'associazione internazionale che ha l'obiettivo di condividere con le imprese le conoscenze riguardanti le soluzioni software utilizzabili all'interno dell'ambiente produttivo [21].

Nel 1997, il MESA, ha definito le 11 funzioni principali su cui si poggia un sistema MES, coniato il modello MESA-11. Vediamole nel dettaglio:

1. **Allocazione e stato delle risorse:** utilizza i dati in tempo reale per tracciare e analizzare lo stato delle risorse, ossia macchine, materiali e manodopera, per adeguare di conseguenza l'allocazione.
2. **Pianificazione dettagliata:** fornisce la sequenza degli ordini di produzione sui vari macchinari al fine di minimizzare i tempi di produzione, il downtime dovuto all'attrezzaggio degli utensili, e ridurre gli sprechi di risorse (macchine e persone). È in grado di programmare e sequenziare le attività in base alle priorità e alla capacità delle risorse.
3. **Assegnazione di unità di produzione:** gestisce il flusso dei dati di produzione in tempo reale per effettuare rapidamente aggiustamenti calcolati nell'invio degli ordini di produzione.
4. **Gestione dei documenti:** gestisce e distribuisce i documenti, comprese le istruzioni di lavoro, i disegni, le procedure operative standard, i registri dei lotti e altro ancora in modo da renderli accessibili e modificabili.
5. **Raccolta e acquisizione dati:** traccia e raccoglie i dati relativi a processi, materiali e operazioni in tempo reale, e gli utilizza per prendere decisioni migliori e innalzare l'efficienza.
6. **Gestione della manodopera:** traccia gli orari, le qualifiche e le autorizzazioni dei lavoratori per ottimizzarne la gestione e ridurre l'investimento di tempo e risorse da parte del management.
7. **Gestione della qualità:** traccia gli scostamenti di qualità relativamente a prodotti o processi al fine di accertarsi che i valori di qualità rientrino nei range ideali.
8. **Gestione dei processi:** gestisce l'intero processo di produzione, dal rilascio dell'ordine al prodotto finito, ottenendo al contempo la tracciabilità completa della produzione in modo da far rispettare takt time e scadenze.
9. **Gestione della manutenzione:** sfrutta i dati provenienti dal sistema per individuare i problemi potenziali alle attrezzature prima che si verifichino e adegua i programmi di manutenzione di attrezzature, utensili e macchine in modo da ridurre i tempi di inattività e innalzare l'efficienza.
10. **Tracciamento del prodotto e genealogia:** traccia lo stato di avanzamento del prodotto e tutti gli eventi ad esso collegati, in modo da favorire un processo decisionale consapevole.
11. **Analisi delle prestazioni:** mette a confronto i valori attuali misurati con quelli target o quelli storici in modo da permettere l'effettuazione di valutazioni in merito alla comparazione.

La figura 1.5 mostra le funzionalità chiave del sistema MES:





Figura 1.5 - Le 11 funzionalità principali su cui si basa il funzionamento di un sistema MES (MESA International).

Affinché l'assolvimento di tutte queste possibili funzioni possa avvenire, il MES ha l'esigenza di comunicare con il mondo circostante: si rende necessario uno scambio di dati con i sistemi gestionali ERP per la gestione degli ordini, ma anche con il PLM (Product Life Management) per la raccolta delle informazioni tecniche riguardanti il prodotto. In aggiunta, in modo da raccogliere le informazioni su ciò che sta accadendo e per dare le priorità su ciò che si dovrà fare, il sistema MES deve essere messo nelle condizioni di operare a stretto contatto con il mondo fisico rappresentato dalle macchine di fabbrica e dagli operatori.

Nella guida realizzata da Villa [22] viene sottolineato come uno degli aspetti fondamentali dei sistemi MES sia la loro capacità di adattamento e personalizzazione rispetto ai processi produttivi che possono differire molto da un'azienda all'altra.

### 1.6.1 Tracciabilità, controllo e miglioramento della qualità della produzione

Nonostante siano diverse le funzionalità di un sistema MES, molte imprese lo adottano principalmente per la tracciabilità e il controllo della produzione:

- La tracciabilità consiste nell'acquisizione, nella gestione e conservazione di tutti i dati e le informazioni necessarie a documentare i processi di produzione, trasformazione, assemblaggio e movimentazione di materie prime, semilavorati, parti e prodotti finiti. Questo concetto è strettamente connesso a quello di rintracciabilità; i dati e le informazioni raccolte dal MES consentono alle imprese di risalire dal prodotto al lotto di produzione, da questo alle lavorazioni effettuate, alle macchine e agli operatori coinvolti, alle materie prime utilizzate, ai fornitori e via dicendo.
- Il controllo della produzione è reso possibile dal fatto che i sistemi MES rappresentano l'elemento di contatto tra l'universo delle macchine e quello degli operatori, che interagiscono con le stesse attraverso i terminali a bordo macchina, rendendo fruibili i dati di produzione ai responsabili ai fini del monitoraggio delle performance effettive dell'ambiente produttivo.

Dirette conseguenze di quanto affermato sino ad ora sono il miglioramento della qualità e la riduzione dei costi.

## **1.7 Condizioni abilitanti al successo dell'iniziativa MES**

Considerato che l'implementazione del MES è uno tra i progetti di industria 4.0 più diffusi tra le aziende, è necessario investigare sull'esistenza e sull'identificazione dei fattori critici di successo (FCS) da monitorare che, se garantiti, consentano alle aziende di aumentare la probabilità di successo nell'adozione del sistema. Nel seguito affronteremo quelli che sono i fattori abilitanti trattando soprattutto la dimensione di analisi relativa all'aspetto organizzativo.

Trattandosi di un progetto di carattere digitale, i fattori visti nel paragrafo 1.6.1 devono essere tenuti in considerazione, ma a questi è possibile aggiungerne di peculiari, con specifico riferimento all'introduzione del software per il monitoraggio e controllo della produzione.

L'adozione di questo sistema porta con sé una serie di cambiamenti organizzativi che impattano sul modo di lavorare delle persone e all'introduzione di nuovi strumenti che verranno utilizzati dai soggetti coinvolti nei processi produttivi. Di conseguenza, per minimizzare il rischio di fallimento alimentato soprattutto dalla resistenza interna verso l'adozione dei nuovi strumenti e/o procedure che si andranno ad adottare, è necessario porre particolare attenzione alla gestione del processo di transizione (change management).

Lo studio realizzato da Lei Yue, Pengfei Niu and Yan Wang [23] è volto alla definizione delle linee guida da seguire per la definizione delle specifiche richieste dal sistema da parte degli utilizzatori dello stesso. L'articolo sostiene che molti dei progetti di implementazione del sistema MES subiscono uno stallone, o addirittura falliscono, a causa di una considerazione inadeguata di quelli che sono i bisogni degli utilizzatori e quindi i requisiti che il sistema MES stesso dovrà implementare; la redazione di un documento dei requisiti ambiguo non permette alla software house di comprendere con esattezza le reali esigenze del cliente. Questa complicazione è frutto del fatto che, per quanto riguarda un'impresa manifatturiera, vi sono diversi dipartimenti (funzioni) che espongono le proprie visioni su quello che il sistema MES dovrebbe essere, e non è sempre facile raggiungere il consenso tra tutte le parti in gioco. Ancora una volta, va sottolineata l'importanza che risiede in una corretta gestione delle risorse umane: la svalutazione di questo aspetto rischia di portare alla realizzazione di un sistema che non restituisce il valore atteso alle funzioni aziendali in gioco. In ogni caso, una precisa definizione dei requisiti e la redazione di un documento scritto rappresenta il fattore chiave per efficientare il processo di implementazione del sistema.

La redazione di questo documento è il frutto di una serie di passaggi consecutivi: in primo luogo, mediante la definizione dello stato AS-IS e TO-BE delle aree del processo produttivo in cui il sistema andrà ad impattare, è possibile inquadrare una serie di miglioramenti che il sistema dovrà apportare, e da questi si arriva alla realizzazione di una iniziale long list contenente un determinato numero di specifiche. Successivamente, eliminando dalla long list di partenza le caratteristiche meno adatte o simili tra loro, si dovranno estrapolare quelli che sono i requisiti del software, che formeranno una short list più specifica. Per concludere, si dovrà procedere con la prioritizzazione di quelle che sono le voci ritenute più significative, in



modo da produrre un documento chiaro e sintetico che riassume le funzionalità del MES secondo la vision aziendale.

L'articolo accademico presentato da H. S. Yang, L. Zheng, Y. Huang [24], sintetizza i risultati di diversi studi presenti in letteratura con l'obiettivo di mostrare alcuni degli elementi che aumentano il tasso di successo del sistema MES, con particolare riferimento alle piccole e medie imprese manifatturiere situate nelle regioni dell'Asia Pacifica. Oltre ai fattori organizzativi già evidenziati in precedenza, quali la comunicazione e il coinvolgimento delle persone, l'impegno e il supporto manageriale, il change management (inteso come la gestione il cambiamento con prontezza), la reingegnerizzazione dei processi (BPR), si aggiungono:

- Iniziative di apprendimento attraverso il testing e il training, mirate ad avvicinare gradualmente le persone all'utilizzo delle nuove tecnologie, evitando l'impiego di approcci bruschi ("tutto e subito") che, al contrario, aumentano la resistenza degli utenti. In aggiunta, prima che il sistema venga ufficialmente lanciato in produzione, gli utilizzatori devono essere informati sulle funzionalità dello stesso, anche senza scendere nei dettagli. L'aspetto relativo alla formazione del personale deve essere protratto anche durante la fase di post-implementazione, assicurando agli utilizzatori il giusto supporto, ad esempio dotando loro degli appositi manuali e/o guide.
- Iniziative strategiche, che consistono nella formulazione dello scopo e nella definizione di una strategia guida che faccia da "stella polare" durante l'adozione, oltre che alla definizione del team MES interno all'organizzazione con competenze diverse e complementari che faccia da sponsor al progetto. La formulazione dello scopo e la definizione di una strategia guida sono facilitati dalla realizzazione del documento contenente i requisiti del sistema, affrontato nello studio [23].
- Infrastrutture IT adatte a far funzionare il software in maniera stabile e fluida, considerando che ogni giorno, all'interno dell'ambiente produttivo, il MES crea una grossa quantità di dati che necessita di una lettura e scrittura in tempo reale. Anche se l'obiettivo della tesi non è quello di analizzare la dimensione tecnica relativa all'integrazione del MES con i sistemi informativi presenti in azienda, è bene tenere a mente la rilevanza anche di questo aspetto.

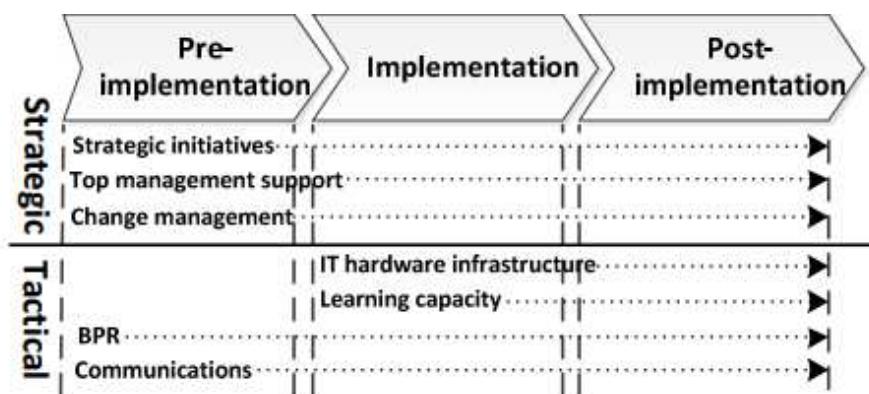


Figura 1.6 – Classificazione dei FCS di una implementazione MES [24] (Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2014).

In conclusione, possiamo asserire che le imprese manifatturiere che scelgono di intraprendere un progetto di implementazione del sistema MES devono porre la massima attenzione ai fattori organizzativi fin qui identificati, considerato il loro impatto sulla riuscita dell'iniziativa.

## **1.8 La nascita del progetto MES**

L'attività manifatturiera a marchio Therm-Is Bizzotto S.r.l. prese avvio nel 1980 con il fondatore Franco Bizzotto, inizialmente produttore di semplici vetrate isolanti rivolte al settore dell'edilizia residenziale. Ad oggi, l'azienda è presente nel panorama italiano del commercio e della lavorazione del vetro piano con la produzione di vetri per l'edilizia commerciale ed industriale, la refrigerazione commerciale e l'interior design. L'azienda possiede un impianto con una superficie di oltre 12.000 mq, di cui 8.000 coperti, situato a Tezze sul Brenta; lo stabilimento vanta una sessantina di dipendenti e dispone delle più moderne tecnologie del settore della trasformazione del vetro piano, provenienti dall'azienda austriaca LiSEC.

Lo spirito di miglioramento ed innovazione ha spinto la dirigenza ad orientarsi verso il tema delle smart factory, cioè verso l'adozione del sistema MES, cosciente dei potenziali benefici che i vari reparti avrebbero potuto ricavare.

Il sistema MES è stato ufficialmente rilasciato l'11 aprile 2021, dopo un lavoro di progettazione di circa tre mesi svolto dal team MES Therm-Is formato dall'ufficio pianificazione della produzione e dal direttore di stabilimento Marco DeCol, assieme ai consulenti della software house LiSEC, azienda austriaca leader nella realizzazione di macchinari per la lavorazione del vetro e di software per la gestione dell'ordine, per la pianificazione della produzione e per l'industria 4.0.

Da un punto di vista software, l'azienda Therm-Is ha acquistato i due moduli MES di "Controllo della produzione" e "Capacità", che illustreremo nel seguito della tesi, mentre per quello che riguarda la parte hardware, si è scelto di dotare i centri di lavoro di appositi terminali, chiamati Monitor di produzione, attraverso i quali gli operatori generano i messaggi di pronto relativamente alle lavorazioni effettuate e ricevono le istruzioni di lavoro.

Il progetto MES è nato con l'obiettivo di risolvere le seguenti problematiche:

La pianificazione degli ordini di produzione non seguiva una procedura standard basata sulla data di consegna; la realizzazione di un lotto si verificava nel momento del sollecito da parte del commerciale di riferimento o da parte del cliente. A seguito dell'introduzione del sistema, nel paragrafo 2.6.3 verrà esaminata la nuova procedura di pianificazione basata sul modulo MES Production Monitor.

La data di consegna promessa al cliente veniva frequentemente posticipata, a causa della mancanza di uno strumento che eseguisse il controllo della sua fattibilità durante il processo di inserimento dell'ordine cliente nel gestionale aziendale, basandosi sul controllo capacitivo delle fasi aziendali. A questo proposito, nel paragrafo 2.3.2 verrà trattato il tema relativo al processo di assegnazione della data di consegna di un ordine e della capacità aziendale, sottolineando le modificazioni operative introdotte con l'avvento del MES.

Per verificare lo stato di avanzamento di un ordine si doveva ispezionare lo stabilimento passando fase per fase; oltre a ciò, il numero dei pezzi conformi prodotti era identificabile solo effettuando un conteggio manuale di quelli che erano i vetri effettivi all'interno del cavalletto. A tal fine, l'installazione del MES e dei monitor in prossimità dei centri di lavoro per la dichiarazione dei messaggi di pronto abilita il pianificatore al controllo in real-time dello stato di avanzamento del processo produttivo, oltre che alla gestione delle emergenze (allarmi, fermi, rotture, ...). Tale aspetto sarà oggetto del paragrafo 2.6.4.

- Il monitoraggio della giacenza della materia prima vetro veniva eseguito ogni due settimane contando manualmente le lastre di vetro presenti in magazzino, per tipologia; il metodo, oltre ad essere dispendioso in termini di tempo, era spesso soggetto ad errori di conteggio. Questo aspetto viene esposto nel paragrafo 3.2.2.
- Le attività operative eseguite da ogni centro non seguivano alcun piano; ogni operatore lavorava i semilavorati che erano disponibili in quel momento. L'implementazione del MES abilita la funzione programmazione della produzione alla realizzazione di piani di produzione adatti ad organizzare le attività di ogni centro di lavoro, aspetto che viene più volte evidenziato nei capitoli 2, 3 e 4.
- Il centro di spedizione non seguiva alcun programma di consegna atto ad ottimizzare la tratta di trasporto; veniva spedito tutto e solo il materiale che era pronto nel momento in cui il cliente chiedeva di riceverlo. Nel paragrafo 4.11 viene messo in rilievo come l'adozione del sistema abbia permesso di stilare in anticipo un piano di consegna settimanale per ciascun cliente.
- Il numero delle rotture (o delle difettosità) avvenute in ogni macchina, così come le motivazioni sottese, non venivano registrate e tracciate. Mediante l'utilizzo dei monitor, ad ogni fase di lavoro è stata fornita la possibilità di dichiarare la necessità di un rifacimento e di scalare il materiale dalla giacenza della materia prima vetro. Oltre a ciò, nel paragrafo 3.11.2 viene evidenziato come il modulo MES Production Monitor permetta di presentare un resoconto degli scarti di produzione.
- Gli errori di produzione dovuti ad informazioni sbagliate, incomplete o non aggiornate immesse al momento dell'inserimento dell'ordine erano molto frequenti. A valle dell'adozione del software è stata creata una procedura operativa che il back office è tenuto a seguire per assicurare un corretto inserimento dell'ordine cliente, in modo tale da generare gli opportuni passi di lavorazione.

Alla luce di queste evidenze, si concluse che vi era il bisogno di procedere con una rivoluzione delle attività operative che costituivano i processi aziendali, in modo da rendere efficace l'uso del sistema appena acquistato.

## 1.9 Il processo di realizzazione del vetro in THERM-IS

L'introduzione di un sistema di Smart Factory come il MES non può prescindere da un'analisi degli impatti organizzativi ai processi, attività, procedure, routine aziendali e in linea generale ai modi di effettuare determinati compiti. La tesi si pone come obiettivo quello di evidenziare le modificazioni di carattere operativo e procedurale susseguenti all'implementazione del sistema stesso, in relazione alle modalità organizzative che caratterizzavano i processi e le procedure gestionali e di produzione a monte dell'acquisto del software.

I processi aziendali per cui verranno presentate tali differenze nei capitoli 2, 3 e 4 sono raffiguranti nella rappresentazione generica sottostante 1.7, che evidenzia la sequenza delle sottofasi costituenti il processo di realizzazione del vetro in Therm-Is; si osserva che le attività di inserimento dell'ordine e di pianificazione precedono la fase di taglio del vetro, che dà l'avvio al processo produttivo.

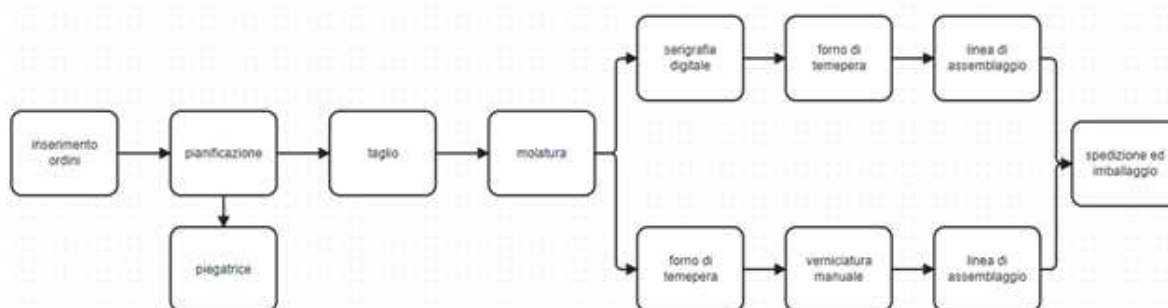


Figura 1.7– Rappresentazione generica delle sottofasi del processo produttivo in Therm-Is.

Le due diramazioni successive alla fase di molatura evidenziano l'esistenza di due tipologie di processi produttivi differenti:

1. PIEGATRICE - TAGLIO – MOLATURA – SERIGRAFIA DIGITALE – TEMPERA – ASSEMBLAGGIO – SPEDIZIONE. È caratteristico delle vetrocamere verniciate a mano presso il reparto di verniciatura manuale (diramazione presente in basso).
2. PIEGATRICE – TAGLIO – MOLATURA – TEMPERA – VERNICIATURA MANUALE – ASSEMBLAGGIO – SPEDIZIONE. È caratteristico delle vetrocamere verniciate nel reparto di serigrafia digitale (diramazione presente in alto).

Per descrivere più nello specifico il sistema produttivo da un punto di vista tecnologico viene utilizzato il diagramma tecnologico di tipo quantitativo rappresentato in figura 1.8, realizzato con la simbologia ASME. In quello di sinistra sono presentati i task del processo di produzione delle vetrocamere serigrafate nel reparto di serigrafia digitale, mentre quello di destra è relativo alle vetrocamere verniciate manualmente.



Figura 1.8 - Diagramma tecnologico del processo produttivo.



Per concludere, in modo da rappresentare gli impatti sull'organizzazione, nel capitolo conclusivo viene proposta una tabella qualitativa di comparazione che presenta, per ogni dimensione di analisi giudicata importante, le sue caratteristiche "as is" prima dell'introduzione del MES, le caratteristiche "to be" dopo l'introduzione del MES, e gli interventi che sono stati adottati dall'organizzazione per colmare la distanza tra le due situazioni.

## **CAPITOLO 2: L'impatto del MES nelle attività di inserimento degli ordini e di pianificazione**

Nel capitolo seguente viene realizzata una ricostruzione operativa dei processi di inserimento degli ordini e di pianificazione, volta a sottolineare le modificazioni di carattere operativo e procedurale susseguenti all'implementazione del sistema MES, in relazione alle modalità operative che caratterizzavano la situazione antecedente all'acquisto del software.

### **2.1 La fase di inserimento degli ordini in GPS.ORDER**

#### **2.1.1 Generalità**

Il primo processo aziendale che è stato ridefinito è quello relativo all'inserimento degli ordini cliente nel gestionale aziendale GPS.ORDER da parte del back office, che è responsabile della generazione dei *passi di lavoro*<sup>1</sup> caratteristici di ogni fase, che vengono trasmessi nei **monitor di produzione** tramite lo scambio di dati tra il GPS.ORDER, che rappresenta l'ERP, e l'applicativo **GPS.IDENT**.

I monitor sono gli strumenti hardware cui si è deciso di dotare gli operatori dei centri di lavoro in modo da dare loro la possibilità di dichiarare in tempo reale le operazioni che vengono effettuate sul semilavorato, oltre che per generare i messaggi relativamente alle rotture che avvengono in produzione. Da suddetti strumenti vengono originati quelli che nel corso della trattazione chiameremo **messaggi di pronto**; questi ultimi vengono prodotti dagli operatori della produzione interagendo con i monitor di produzione, e vengono analizzati dall'ufficio di pianificazione per tenere monitorato lo stato d'avanzamento dei semilavorati.

In altre parole, nel caso in cui un ordine non venga correttamente inserito nel gestionale aziendale, non specificando ad esempio la lavorazione di molatura del vetro, non verrà generato il passo di lavorazione di molatura e l'operatore del centro non sarà abilitato alla generazione del messaggio di pronto di avvenuta lavorazione tramite il monitor di produzione.

---

<sup>1</sup>I passi di lavoro rappresentano tutte le possibili attività di lavoro a cui può essere sottoposto il semilavorato. Ogni passo è associato alla lavorazione da parte di una o più macchine; il messaggio di completamento della lavorazione (messaggio di pronto) viene generato dall'operatore grazie all'utilizzo dei Monitor di produzione installati in prossimità delle fasi, nei quali è installato l'applicativo GPS.IDENT che permette all'operatore di identificarsi e quindi di collegare il messaggio alla macchina in cui lavora.



## 2.1.2 Attività

La fase di inserimento degli ordini nel gestionale aziendale è svolta dai due operatori di back office. Questi ricevono gli ordini cliente per mail al proprio indirizzo aziendale con tutte le specifiche necessarie (si spera) per procedere successivamente al caricamento dell'ordine cliente all'interno del gestionale aziendale GPS.ORDER, avvalendosi del modulo **Editor Ordini** rappresentato in figura 2.4:

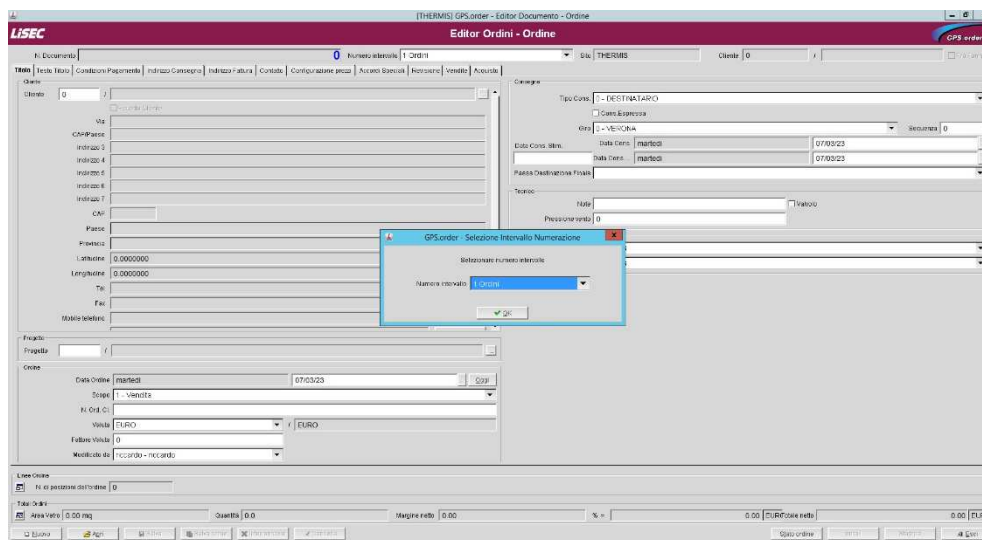


Figura 2.4 - Modulo Editor Ordini di GPS.ORDER.

Nello specifico, il back office riceve la mail con in allegato il disegno PDF e il file DXF del codice cui il cliente chiede la produzione: dal primo riesce a comprenderne le lavorazioni da cui l'articolo è costituito, in modo da inserirle nel gestionale, mentre il secondo viene condiviso con l'ufficio tecnico, dimodoché quest'ultimo lo possa convertire negli appositi formati che le macchine di taglio, molatura e serigrafia utilizzano per effettuare le lavorazioni caratteristiche di ogni centro. Il file creato viene poi caricato nella cartella condivisa che risiede nel computer della macchina, in modo che l'operatore possa trasferirlo alla macchina stessa e dare inizio alla propria lavorazione.

## 2.2 Prima del MES

L'ordine caricato all'interno del gestionale aziendale GPS.ORDER era costituito da un insieme di righe, dove ognuna di esse rappresentava un determinato codice articolo. Si vuole sottolineare questo aspetto perché ad implementazione del MES avvenuta, verranno caricati ordini costituiti da una singola riga, e quindi che si riferiscono ad un singolo codice articolo.

È di fondamentale importanza evidenziare il fatto che le macchine in produzione non erano collegate in alcun modo all'ERP aziendale; in altre parole, non venivano generati i passi di lavoro e non vi era alcuna associazione tra il passo di lavoro e la macchina nella quale sarebbe dovuta avvenire la lavorazione. L'inserimento preciso e dettagliato di tutte le lavorazioni generate da un ordine cliente era un'attività a cui non era associato il giusto peso; il più delle volte, le operazioni specificate erano incomplete e/o errate. Tra le possibili informazioni che



potevano essere specificate dal back office nella fase di inserimento dell'ordine non vi era l'informazione relativa alla data di consegna (data in cui la merce deve essere pronta per la spedizione): questo mette in evidenza il vuoto esistente tra il gestionale aziendale e le fasi del processo produttivo, le cui attività non venivano in alcun modo organizzate in anticipo.

Nel momento in cui le informazioni inserite dall'ufficio tecnico nel file per la macchina di taglio, o di molatura, o di serigrafia digitale non erano sufficienti per permettere alla macchina di procedere alla lavorazione in modo automatico, l'operatore del centro era costretto ad inserirle a mano mediante la lettura del *disegno ODL del codice da produrre*<sup>2</sup>, e qualora non fosse stato in grado, si recava in ufficio tecnico per ottenere il file corretto e completo in tutte le sue parti. Questo iter portava a continue micro-fermate produttive.

## 2.2.1 Controllo della disponibilità del materiale

In aggiunta, non potendo contare sul supporto fornito dal sistema MES, il back office procedeva con l'inserimento dell'ordine senza verificare se l'azienda disponesse a magazzino della quantità di materiale necessaria per evadere l'ordine cliente, o se la data di consegna che il commerciale aveva concordato con lo stesso poteva essere rispettata. In passato, dunque, l'ordine cliente veniva caricato a sistema senza effettuare alcun controllo capacitivo, o relativo alla disponibilità delle risorse.

Imnesso l'ordine a sistema, il back office procedeva con la stampa del disegno ODL relativo al codice articolo della vetrocamera da produrre, ci trascriveva a penna le informazioni relative al numero di ordine interno, al numero di ordine cliente, al numero di vetrocamere da produrre, alla data di consegna richiesta dal cliente e lo inseriva nella cartellina cliente opportuna. Nella figura 2.5 è rappresentato il disegno relativo al codice articolo OTP003099 REVISIONE A, per il quale sono state aggiunte a penna le informazioni precedentemente indicate quali numero di ordine e riga (232261 riga 4), quantità da produrre (1 VC), struttura della vetrocamera e data richiesta:

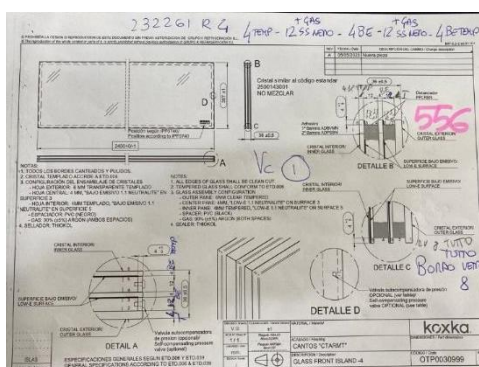


Figura 2.5 - Disegno ODL del codice articolo OTP003099.

<sup>2</sup> I disegni ODL dei codici articolo da produrre vengono stampati e mandati in produzione, poiché è da questi che gli operatori della molatura, della serigrafia digitale, della verniciatura manuale, e dell'assemblaggio, prelevano le informazioni necessarie per procedere con le lavorazioni del semilavorato nel caso in cui queste non siano presenti nel file creato dall'ufficio tecnico, o comunque per supervisionare le operazioni della macchina.

È mediante la lettura di queste cartelline, e nello specifico della data di consegna trascritta, che l'ufficio di pianificazione identificava i codici articolo da inserire in lotto. Una volta depositato il disegno nella cartellina cliente, il back office inviava la conferma d'ordine al cliente per mail, comunicandogli la data di consegna come standard e pari a + 5 settimane dall'ordine.

Nella figura 2.6 seguente viene rappresentato il BPMN del processo di inserimento degli ordini prima dell'introduzione del software MES.

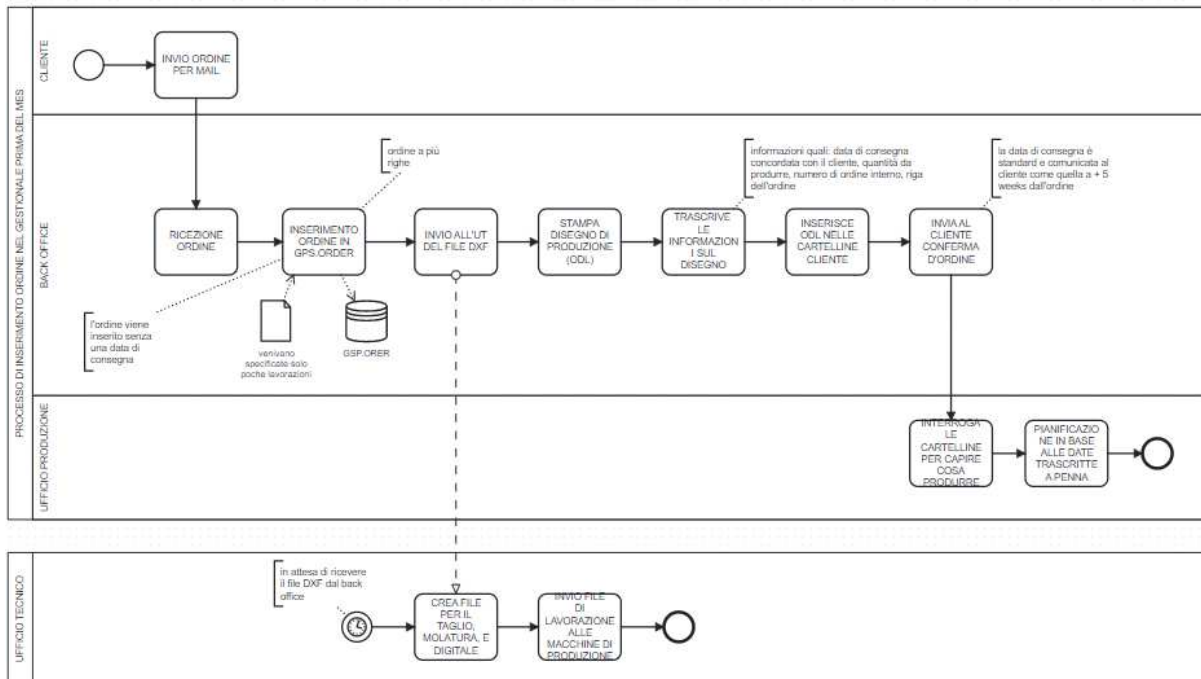


Figura 2.6 – Diagramma BPMN che rappresenta il processo di inserimento degli ordini caratteristico della situazione che precede l'implementazione del software MES.

## 2.3 Dopo il MES

L'introduzione del Manufacturing Execution System ha obbligato l'azienda ad analizzare e riformulare l'intero processo di caricamento degli ordini da parte degli operatori di back office in GPS.ORDER. In tal senso, il team MES Therm-Is ha provveduto allo studio delle attività operative che costituivano il processo, in modo da individuare le informazioni non previste ma che impattavano sui tempi di lavorazione delle macchine e che quindi dovevano essere considerate per realizzare una visione globale sul carico capacitivo.

### 2.3.1 La generazione dei passi di lavoro

Abbiamo già appreso dal capitolo 1 che l'introduzione di un sistema MES consente di monitorare, tracciare, documentare e controllare il processo di produzione, dalle materie prime ai prodotti finiti e permette la realizzazione di piani di produzione (PDP) attendibili e applicabili dall'impresa, mediante l'analisi del carico capacitivo e delle risorse a disposizione (personale, materie prime e componenti). Affinché questo sia possibile, è necessario definire

tutte le lavorazioni che caratterizzano un determinato prodotto, e quindi il percorso / i passaggi in produzione che ne conseguono, e il tempo di lavoro richiesto da ognuna; in altri termini, è necessario definire i passi di lavorazione ed associare ad ogni passo un determinato valore di tempo di lavorazione, in base alla tipologia e alle caratteristiche dell'articolo da produrre. La considerazione di questi tempi permette al sistema di effettuare una previsione realistica della data di consegna, già al momento dell'inserimento dell'ordine cliente all'interno del gestionale aziendale GPS.ORDER.

Nella figura 2.7 è rappresentato l'insieme di tutti i passi di lavoro che sono stati identificati in THERM-IS, e che quindi un ordine cliente può generare. Ognuno è associato alla lavorazione da parte di una macchina; ad esempio, il passo di lavoro TAGLIO FLOAT (evidenziato in blu nella tabella di sinistra di figura 2.7) è associato ai banchi di taglio 2 e 5; questo vuol dire che quando viene inserito un ordine cliente che necessita del taglio del vetro float, il passo di lavoro creato verrà associato alla lavorazione da parte di una determinata macchina secondo le regole inserite nel codice sorgente.

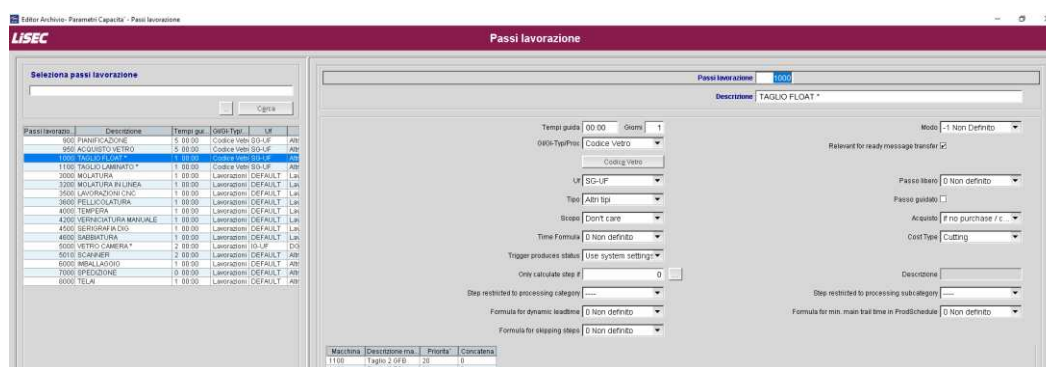


Figura 2.7 - Passi di lavorazione: rappresentano tutte le possibili attività di lavoro a cui può essere sottoposto il semilavorato.

Nello specifico, la macchina che esegue il passo di lavoro “taglio del float” è la macchina 1000, con cui si intende il banco di taglio 2 e il banco di taglio 5, come vediamo sempre dalla figura 2.7.

Notiamo anche come sia possibile associare un parametro di priorità alla macchina che si desidera esegua per prima la lavorazione. Questo procedimento è per comunicare al sistema che, quando viene inserito un ordine che necessita del taglio del float, nel calcolo capacitivo si dovrà occupare la capacità del banco di taglio 5 in primis perché caratterizzato da una priorità più alta, e nel caso in cui questo non presentasse dello spazio disponibile, allora il sistema, nell'intento di rispettare la data di consegna desiderata dal cliente, assegna la lavorazione di taglio float al banco 2. Se anche quest'ultimo non avesse una capacità disponibile sufficiente per effettuare la lavorazione di taglio nel giorno previsto, il sistema effettua lo stesso procedimento interrogando la capacità dei banchi da taglio del giorno successivo, e di conseguenza traslerà di un giorno anche la data di consegna prevista, comunicando all'operatore di back office la prima data utile. Il processo appena descritto, che verrà analizzato nel dettaglio nel paragrafo successivo, viene nominato “verifica della capacità”, e il sistema lo effettua ad ogni inserimento dell'ordine, interrogando la capacità disponibile di tutte le macchine per cui sono stati generati i passi di lavoro dall'ordine stesso. Questo permette di fornire in output la data di consegna con la quale viene caricato l'ordine nel gestionale.



usufruire delle funzionalità del modulo *Controllo capacità*<sup>3</sup> implementato con il MES, tutte le righe che appartengono ad un ordine cliente devono avere la stessa data di consegna (non si possono assegnare date di consegna diverse alle righe che costituiscono uno stesso ordine).

La generazione dei passi di lavoro è fondamentale per il pianificatore della produzione poiché, grazie al supporto fornito dal modulo *Monitor di produzione - ProdMon*<sup>4</sup> per la pianificazione degli ordini, che vedremo nel paragrafo dedicato alla fase di pianificazione, il lancio in produzione di un determinato numero di ordini cliente non avviene più basandosi sulle date di consegna trascritte a penna nel disegno cartaceo relativo all'ordine o a fronte del sollecito del commerciale di riferimento, o ancora peggio, dopo che il cliente ha chiamato in azienda per ricevere aggiornamenti in merito allo stato di avanzamento, ma spetta al sistema MES stesso comunicare all'ufficio di pianificazione il giorno in cui gli ordini devono essere pianificati (e quindi mandati in produzione) per il rispetto della data di consegna inserita. Questo aspetto viene specificato anche nel BPMN rappresentato in figura 2.9.

### **2.3.2 Assegnazione della data di consegna e verifica della capacità aziendale**

Quando tutte le informazioni relative all'ordine sono state specificate, inclusa la *data di consegna desiderata*<sup>5</sup>, il sistema procede in automatico con la verifica della fattibilità e con il controllo della capacità produttiva. Nello specifico, il sistema calcola la data ultima (al più tardi) entro cui tutti i passi di lavoro dovrebbero concludersi (e quindi ricevere il pronto dai Monitor di produzione) per il rispetto di tale data richiesta. Per eseguire questo conteggio, che prende il nome di “verifica della capacità”, il sistema analizza la capacità disponibile di ognuna delle macchine per cui sono stati generati i passi di lavoro, il calendario che indica i giorni e le ore in cui le macchine possono lavorare, e il tempo di lavoro richiesto per ognuno dei passi di lavoro. A questo punto si aprono due possibili scenari:

- Se la data di consegna desiderata è fattibile, allora il sistema la conferma e crea l'ordine, fornendone il numero progressivo ad esso associato; questo avviene quando la capacità disponibile delle macchine è tale da permettere il completamento di tutti i passi di lavoro entro la data desiderata.

---

<sup>3</sup> Il modulo MES Controllo capacità è un applicativo appositamente sviluppato per i pianificatori della produzione. Mediante il suo utilizzo, è possibile livellare il carico di lavoro a cui sono sottoposte le macchine nei giorni della settimana, evitando quindi di sottoporre le fasi a picchi di lavoro. In altre parole, da questo modulo, il pianificatore ha la possibilità di anticipare o posticipare la data in cui un determinato passo di lavoro era previsto o di assegnarlo ad una macchina differente da quella inizialmente supposta dal sistema.

<sup>4</sup> Il modulo MES ProdMon detta i tempi nei quali ogni passo di lavoro deve essere svolto e permette di svolgere il monitoraggio attivo della produzione, evidenziando gli ordini in ritardo. Le funzionalità del modulo Production Monitor vengono analizzate nel dettaglio a pagina 23.

<sup>5</sup> La data di consegna desiderata rappresenta il giorno in cui il cliente chiede di ricevere l'ordine.

- Se la data di consegna desiderata non è fattibile, il sistema propone la prima data di consegna utile e crea l'ordine per tale data, fornendone il numero progressivo ad esso associato.

Dopo che l'informazione relativa alla data di consegna è stata validata, il back office procede con l'invio della conferma d'ordine al cliente e con la comunicazione della data stessa, che non sarà quindi più standard e pari a 5 settimane, ma è il risultato della capacità aziendale disponibile esattamente nel momento in cui l'ordine viene caricato.

Il Flow chart che rappresenta il processo di verifica della capacità è rappresentato nella figura 2.10; il flusso informativo coinvolge il cliente, il back office dell'azienda e il sistema GPS.ORDER.

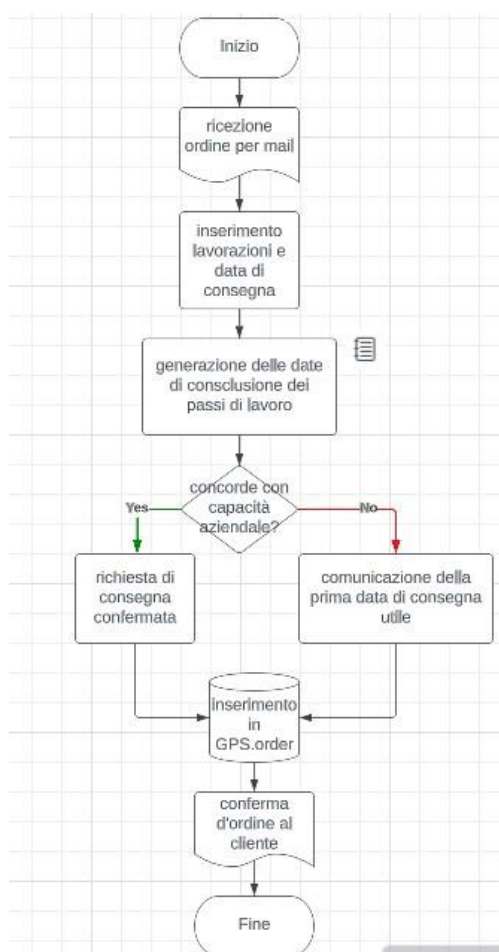


Figura 2.10 – Flowchart che riassume il processo di assegnazione della data di consegna / controllo della capacità.

### 2.3.3 Controllo della disponibilità del materiale

Nel momento in cui l'ordine viene definitivamente inserito nel GPS.ORDER, il sistema genera una schermata in cui esegue il riepilogo del materiale necessario per evadere la commessa appena inserita (in metri quadri, per tipologia di vetro) e comunica al back office se questo è disponibile o meno, come vediamo dalla figura 2.11: in caso di mancanza, viene avvisata la

funzione acquisti. Il gestionale lancia quindi un MRP (Manufacturing Requirements Planning) che genera le richieste di acquisto (RdA) della materia prima vetro e del componente telaio basandosi sulla scorta minima stabilita dall'azienda (se presente) e sul materiale a magazzino che risulta prenotato da commesse già inserite. Un limite di questo sistema MRP è che tutti gli ordini inseriti a sistema prenotano del materiale, indipendentemente dalla loro data di consegna.

Dall'immagine seguente notiamo che per evadere l'ordine 231945 devono essere ordinati 1785 mq di 4 MM FLOAT e 1588 mq di 12 ALL, con quest'ultimo che rappresenta il telaio in alluminio da 12 mm.

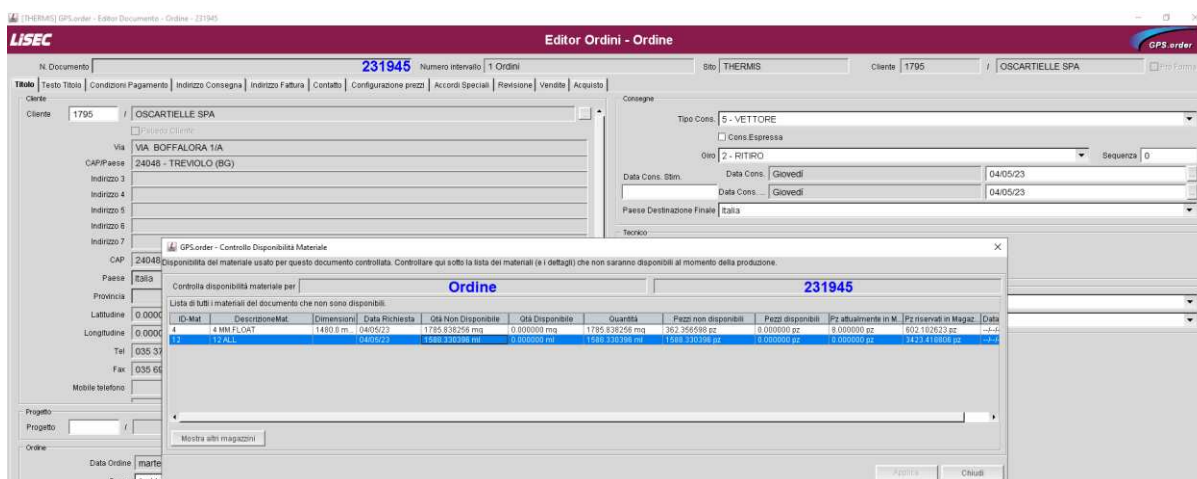


Figura 2.11 - GPS.ORDER – Controllo Disponibilità Materiale.

## 2.3.4 Un esempio della generazione dei passi di lavoro in ORDER

Per quanto riguarda la generazione dei passi di lavoro, l'immagine 2.12 vuole far comprendere quali sono le possibili lavorazioni che l'operatore del back office ha ora la possibilità di inserire e che quindi genereranno gli opportuni passi di lavoro che caricheranno la capacità delle macchine di produzione.

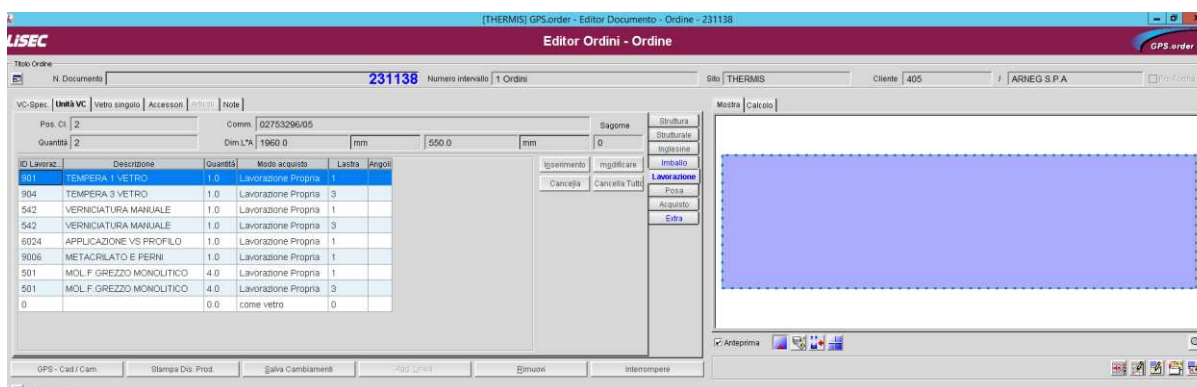


Figura 2.12 - GPS.ORDER Editor Documento. Vediamo l'inserimento delle lavorazioni di taglio, molatura, tempera e verniciatura manuale per il primo e il terzo vetro.



1. Il primo step è l'inserimento della struttura della vetrocamera, ovvero da quali e da quante tipologie di vetri è formato l'assemblato. Successivamente, l'operatore specifica tutte le lavorazioni che devono essere eseguite in ognuno dei vetri.
2. Una volta tagliato, la prima lavorazione a cui il vetro verrà sottoposto è la molatura a filo grezzo. Nell'esempio, l'ordine 231138 è relativo all'articolo 02753296/05, che è una vetrocamera tripla per cui dovranno essere sottoposti a molatura i quattro lati dei vetri esterni (lastra 1 e lastra 3, non è necessario molare il vetro interno perché non verrà sottoposto al trattamento di tempera). In questa fase è necessario specificare anche il numero dei fori presenti in ogni lastra, oltre che il relativo diametro, perché, come vedremo nel paragrafo relativo alla molatura, il diametro dei fori è un parametro che incide nella scelta della macchina che potrà lavorare il vetro.
3. Viene specificata la lavorazione di tempera, il cui ID è il 901, per il primo vetro e per il terzo vetro (la lastra due non viene temperata perché non è stata molata).
4. Viene inserita la lavorazione di verniciatura manuale per la lastra 1 e la lastra 3, e viene specificato il RAL. Come vediamo dalla figura 2.13, il RAL specificato è il 7016.

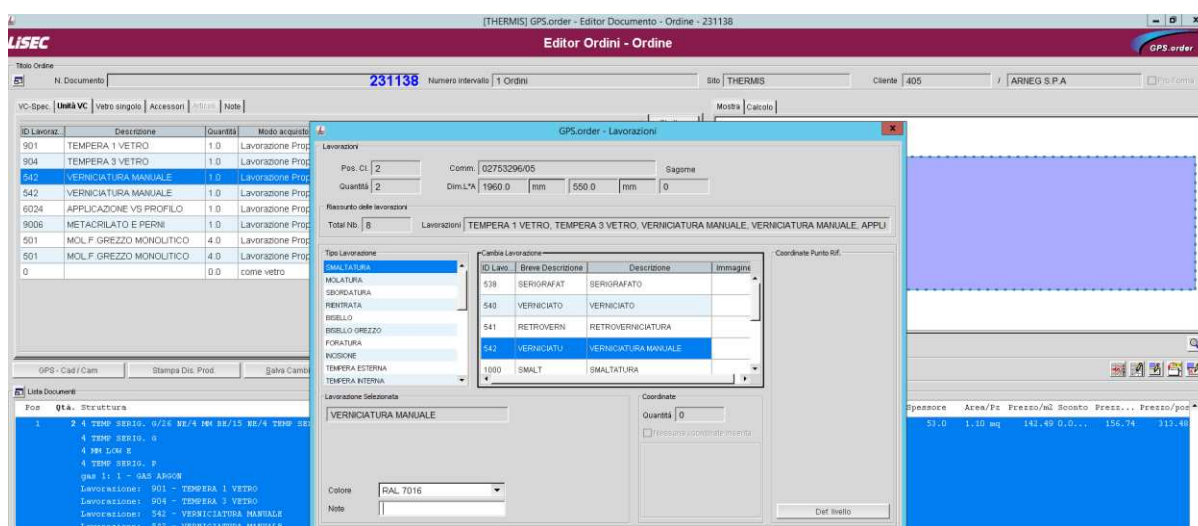


Figura 2.13 GPS.ORDER – Editor Documento. Vediamo la specificazione del RAL, ovvero del colore cui verranno verniciati il primo e il terzo vetro della fase di verniciatura manuale.

5. La fase successiva alla verniciatura manuale è la fase di assemblaggio, con l'applicazione degli accessori quali il profilo, il metacrilato e i perni.
6. In assemblaggio, se il cliente lo richiede, può essere applicato lo specchio;
7. L'ultima informazione che viene ora inserita è la data di consegna. Le date che possono essere inserite nell'ordine sono tre (figura 2.14):
  - 1) **Data di consegna** del sistema: è la data proposta dal sistema in seguito al controllo della capacità e quindi del tempo necessario per completare tutti i passi di lavoro generati dall'ordine, è quella "ufficiale". In questo campo, il back office inserisce inizialmente la data di consegna desiderata dal cliente, se quest'ultima è fattibile allora verrà considerata come la data di consegna del sistema.
  - 2) **Data di consegna generica**: qui possiamo scrivere la data di consegna in parole "sett 33", "fine mese". Viene utilizzato nel momento in cui il cliente non richiede la consegna in un giorno specifico.
  - 3) **Data desiderata** dal cliente: qui viene inserita la data in cui il cliente avrebbe voluto ricevere l'ordine. È utile popolare questo campo per tenere traccia della data



richiesta dal cliente nel caso in cui, durante il controllo della capacità, questa non venisse considerata come fattibile.

Figura 2.14 – Rappresentazione delle tre tipologie di date di consegna che possono essere indicate al momento dell’inserimento dell’ordine da parte del back office.

Altre informazioni, che non sono presenti nelle immagini precedenti, ma per cui si richiede l’inserimento sono:

- La tipologia e la dimensione del distanziale (telaio): alluminio, warm edge o Super Spacer.
- La tipologia e il colore del profilo da applicare alla vetrocamera in fase di assemblaggio: gomma nera o grigia, acciaio, gildo nero o grigio.
- La tipologia e il colore del sigillante utilizzato in fase di assemblaggio: silicone nero o grigio, thiokol nero o grigio.
- La presenza di accessori e la loro tipologia: specchi, boccole, inseriti, canalini, timbri / marchi.
- La tipologia dell’imballo e della cassa che verrà utilizzata per la spedizione. Questa informazione è necessaria affinché la funzione acquisti possa organizzare con anticipo l’acquisto delle opportune casse di spedizione e per permettere al reparto di imballaggio di organizzare le proprie attività per tempo.

Possiamo notare come tutte le lavorazioni appena elencate rientrino nella categoria “lavorazioni proprie”, ovvero eseguite all’interno dello stabilimento produttivo della THERM-IS. Il gestionale aziendale integrato con il MES fornisce anche la possibilità di inserire una lavorazione e specificarla come in acquisto.

### 2.3.5 Lavorazioni in acquisto

Un’importante osservazione riguarda la possibilità di inserire in acquisto una lavorazione o un insieme di lavorazioni che non vengono effettuate in THERM-IS ma che sono date in outsourcing. Prima dell’avvento del MES, non era possibile specificare le componenti di un ordine che venivano acquistate dall’esterno; tutto l’ordine era da intendersi come da produrre internamente, anche se questa situazione differiva da ciò che avveniva nella realtà.

Nel nostro caso specifico, i prodotti che solitamente vengono acquistati dall’esterno sono relativi a particolari tipologie di lastre di vetro, come ad esempio le vetrocamere 10 mm float o i vetri curvi. Le prime vengono richieste molto raramente, ad esempio ogni due mesi e in quantità ridotte: succede quindi che non si giustifica lo scarico dal magazzino di una lastra da 18 m<sup>2</sup> per procedere al taglio di pochi pezzi. In quest’ottica, si deve pensare che l’operatore di



È facile comprendere come questo iter portava a continue micro-fermate produttive del centro di lavoro in oggetto, a causa di materiale mancante; inoltre, i **joker**<sup>6</sup> dei centri di assemblaggio, il cui compito era quello di fornire la fase di assemblaggio dei semilavorati e dei componenti necessari per procedere con la produzione della vetrocamera, venivano impegnati in lunghe ricerche per tutto lo stabilimento alla ricerca del materiale.

Dopo aver inserito correttamente l'ordine in GPS.ORDER, esso viene automaticamente trasferito in GPS.PROD; in questo momento, la palla passa all'ufficio di pianificazione, le cui attività vengono chiarificate nel paragrafo che segue.

## 2.4 La fase di pianificazione: la creazione dei lotti di produzione

### 2.4.1 Attività

La fase di programmazione della produzione è svolta dai due addetti alla pianificazione e programmazione della produzione (production planner) che seguono clienti diversi e centri di lavoro diversi.

Quando si parla di pianificazione, si intende la fase in cui si selezionano specifici ordini cliente dal GPS.PROD per la creazione di un **lotto di produzione**, che è quindi un insieme di specifici ordini cliente caratterizzati dallo stesso percorso produttivo. Per la realizzazione del lotto, il pianificatore deve tenere a mente alcuni vincoli: il lotto deve essere composto da dei codici (ordini cliente) caratterizzati da lavorazioni che vengono realizzate nelle stesse macchine, e quindi dallo stesso percorso produttivo. Inoltre, il lotto di produzione deve essere composto da ordini la cui consegna è molto vicina, che differisce al massimo di due o tre giorni; questo è per evitare che il *cavalletto*<sup>7</sup> venga occupato da pochi vetri per un periodo di tempo prolungato.

## 2.5 Prima del MES

### 2.5.1 Realizzazione dei lotti

Prima dell'adozione del sistema, l'attività di pianificazione consisteva nell'identificare quali fossero gli ordini caratterizzati da una data di consegna tale da necessitare l'avvio della produzione. Questo avveniva andando ad aprire singolarmente tutte le cartelle cliente in cui erano inseriti i disegni di produzione, sfogliandoli uno ad uno, per prelevare quelli la cui data di consegna cadeva in un giorno compreso nelle prossime due o tre settimane, che era il tempo di attraversamento standard di un lotto.

---

<sup>6</sup> I joker si occupano di rifornire le postazioni di lavoro degli appositi strumenti e componenti necessari per l'esecuzione dell'attività di lavoro.

<sup>7</sup> Il cavalletto rappresenta l'unità di movimentazione dei semilavorati durante tutto il percorso produttivo, dal taglio fino alla spedizione. Sono presenti in un numero finito e ne esistono di due tipologie, quelli fissi e con le ruote. I primi vengono movimentati con l'ausilio di transpallet o muletto, mentre i secondi vengono trainati a mano.

In passato, i programmatori della produzione basavano l'inizializzazione di un ordine in produzione:

1. Sull'esperienza del pianificatore, che era in grado di stimare (a grandi linee) il tempo necessario per la realizzazione della commessa e di conseguenza partiva molto in anticipo con la pianificazione degli ordini cliente considerando la data di consegna trascritta nel foglio e un lead time di produzione medio pari a 2 o 3 settimane, variabile a seconda di quello che era il carico di lavoro "percepito" in un determinato periodo dell'anno. Non potendo disporre di un magazzino per i prodotti finiti, partiva molto in anticipo con la produzione di un ordine per evitare di finire in ritardo con la consegna significava procedere con l'assemblaggio magari una decina di giorni prima rispetto alla richiesta, e se la consegna al cliente non era ancora stata pianificata, l'assemblato veniva stoccato in prossimità dell'area di spedizione, occupando il cavalletto per più tempo.
2. Sul sollecito da parte del commerciale di riferimento, che chiedeva al pianificatore di avviare la produzione della commessa.
3. Sul sollecito per mail da parte del cliente: qualora un acquirente importante chiedesse una data di consegna specifica, si cercava di soddisfarla, spingendo la produzione e promettendo al cliente quella data di consegna (che non poteva essere verificata in alcun modo).
4. Sul carico della fase successiva alla fase di pianificazione: considerando che il banco di taglio 5 (banco di taglio principale per i prodotti 4 mm float e 5 mm float) ha una capacità stimata di taglio di circa 35 lastre/gg, non appena stava per terminare con il lavoro precedentemente assegnatogli, dovevano essere inizializzati altri lotti di produzione.

Dal momento che non si disponeva di un sistema per il monitoraggio dei semilavorati, per avere un quadro realistico sullo stato di avanzamento della produzione aziendale, il pianificatore doveva ispezionare ogni mattina lo stabilimento controllando che i pezzi che si prevedeva dovessero essere assemblati il giorno precedente fossero effettivamente stati realizzati, contando a mano le vetrocamere.

## **2.5.2 Monitoraggio manuale della giacenza**

Ogni fine settimana (solitamente il sabato mattina) veniva svolto un lavoro di inventariato manuale per tenere traccia della materia prima (lastre di vetro) a magazzino. Per quanto riguarda gli accessori necessari all'assemblaggio, per evitare di possederne una giacenza si procedeva ad effettuare un ordine al fornitore nel momento della ricezione dell'ordine cliente, in modo da disporre esattamente ciò che serviva. Gli altri componenti invece, come ad esempio i telai, venivano ordinati in grosse quantità, per evitare una rottura di stock. Possiamo comprendere come questo metodo di monitoraggio della giacenza fosse molto dispendioso e poco preciso.

## **2.6 Dopo il MES**

A questo punto, per comprendere al meglio il contesto in cui si inserisce il software per il monitoraggio di fabbrica, è importante dettagliare le attività operative volte alla creazione dei lotti di produzione a seguito dell'implementazione del sistema.

### **2.6.1 Differenza tra ordini e preordini**

Per quanto riguarda il settore dei vetri per la refrigerazione, trattiamo per semplicità i soli clienti Arneg, Wica, Oscartielle e Frost-Trol, che da soli compongono circa il 75% del fatturato del settore.

Per quanto riguarda Wica e Frost-Trol, il processo di pianificazione prevede che il pianificatore, mediante l'interrogazione del modulo MES ProdMon, conosca il giorno esatto in cui l'ordine cliente deve essere mandato in produzione. Questo è possibile grazie alla generazione delle date esatte in cui ogni passo di lavoro deve essere svolto (nello specifico, viene originata la data in cui il passo di lavoro pianificazione deve essere completato), date che vengono prodotte dal sistema nel momento in cui il back office inserisce l'ordine nel gestionale aziendale associandoli la relativa data di consegna.

In fase di inserimento dell'ordine, quando il back office inserisce la data di consegna richiesta dal cliente, istantaneamente il modulo Capacità in GPS.PROD verifica la fattibilità di tale informazione e, nel caso in cui non sia possibile realizzare il prodotto per la data indicata, propone la prima data utile che viene di conseguenza comunicata al cliente. Nel caso di richieste urgenti da parte del cliente, è compito del pianificatore della produzione verificare se è possibile liberare spazio in capacità procrastinando determinati ordini che magari possono essere consegnati in un momento successivo ed inserire l'ordine urgente a sistema, forzandone la data di consegna.

Il pianificatore crea dunque il lotto di produzione selezionando gli ordini che andranno a comporre il lotto in questione dal modulo Pianificazione in GPS.PROD. In figura 2.16 vediamo la schermata in cui l'operatore della pianificazione va a selezionare gli ordini che faranno parte del lotto di produzione.

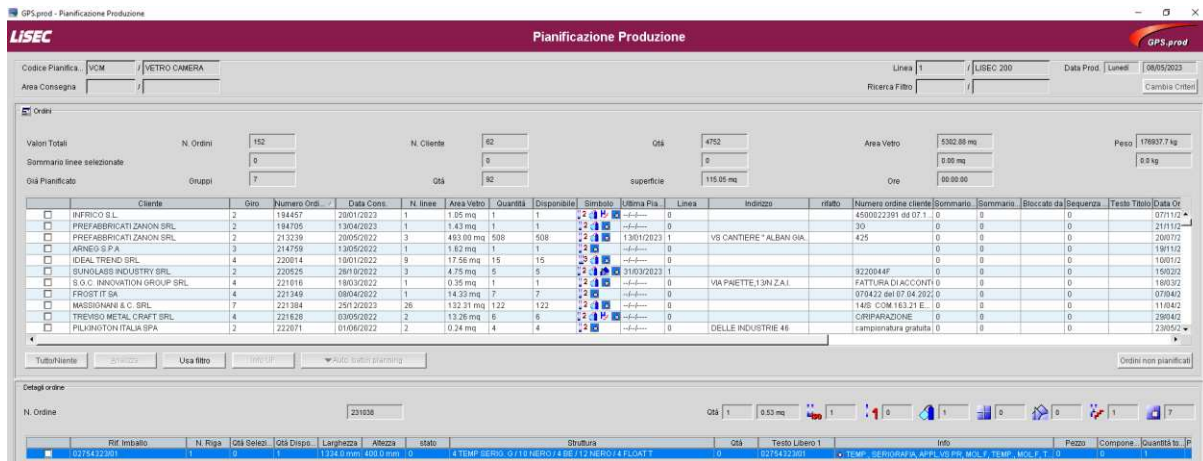


Figura 2.16 - GPS.PROD modulo Pianificazione della produzione.

## 2.6.2 Preordini Arneg e Oscartielle

Per quanto riguarda i clienti Arneg ed Oscartielle, l'input da cui il pianificatore avvia la creazione dei lotti di produzione è la richiesta di approvvigionamento (detta anche sollecito di consegna) entro una certa data di un determinato numero di codici articolo da parte del cliente, solleciti che vengono trasmessi in un'apposita piattaforma web sulla base del MRP del cliente che lavora nelle ore notturne. Queste richieste sono collegate ad ordini già registrati nel gestionale aziendale THERM-IS (vedremo poi che non si tratta di ordini ma di preordini).

In altre parole, i clienti Arneg e Oscartielle effettuano l'ordine in un determinato istante temporale, ma solo successivamente, a distanza di tempo, comunicheranno alla THERM-IS la loro necessità di riceverlo entro una certa data; solo a quel punto, il pianificatore provvederà a trasformarlo in ordine e a programmarne la produzione.

Per questi due clienti, non avendo la possibilità di inserire a sistema, già nella fase di inserimento ordine, una data di consegna certa, non vengono creati degli ordini di produzione, bensì dei preordini. La differenza tra un ordine e un preordine è molto semplice: quando il cliente effettua una richiesta di approvvigionamento ma non sa ancora la data entro la quale vorrà ricevere il materiale, il back office carica nel sistema GPS.ORDER un preordine, che a differenza di un ordine, non viene trasferito in GPS.PROD e non va a caricare la capacità produttiva perché ad esso il sistema non associa alcun passo di lavorazione (non avrebbe senso caricare la capacità di un qualcosa di cui non si conosce la data di consegna). I preordini non sono visibili nel modulo Pianificazione della produzione in GPS.PROD, ma solo in GPS.ORDER, di conseguenza non possono essere pianificati, ma generano comunque un impegno di materiale (come in figura 2.11).

A giorni alterni, dunque, l'operatore della pianificazione prende visione delle richieste di approvvigionamento / solleciti, presentati in figura 2.17, individua il numero del preordine THERM-IS inserito nel gestionale a cui il sollecito fa riferimento e trasforma il preordine in un ordine associandoli la data di consegna, così da permettere la generazione dei passi di lavoro.

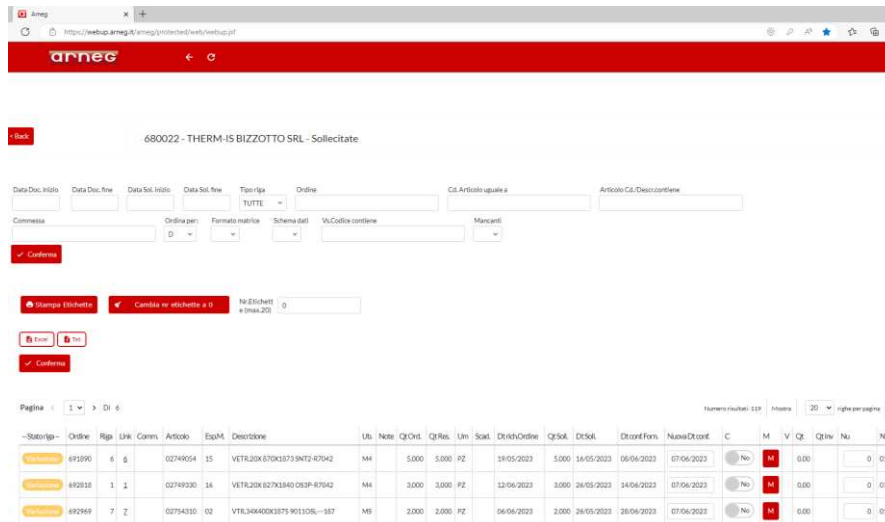


Figura 2.17 - Pagina web creata da Arneg in cui il cliente emette le richieste di approvvigionamento (solleciti) alla THERM-IS.

## 2.6.3 PRODMON – La pianificazione degli ordini

Grazie all'interrogazione del modulo MES Production Monitor, il pianificatore conosce la data esatta (il giorno) nella quale deve avvenire la pianificazione degli ordini, ovvero il momento in cui questi devono essere inseriti all'interno di un lotto di produzione. In questa fase, il pianificatore preleva dalle opportune cartelline cliente i disegni ODL contenenti le informazioni che le fasi di lavoro, tranne il taglio, utilizzano per effettuare un controllo sulle lavorazioni eseguite dalla macchina, e procede con la classificazione dei codici articolo in base alle similarità.

I disegni vengono quindi:

1. Suddivisi a seconda della data di consegna richiesta: se la pianificazione degli ordini k, z, da sistema deve avvenire il giorno t, non sempre è detto che la data di consegna di entrambi sia la stessa, e in un lotto devono essere presenti ordini con date di consegna molto ravvicinate. Si creano quindi diverse pile di disegni, ognuna con una determinata data di consegna.
2. Relativamente ad ogni pila che si è formata, vengono identificati i codici caratterizzati dallo stesso percorso produttivo; questi andranno a comporre un lotto.

A questo punto, il pianificatore realizza il vero e proprio lotto di produzione e procede con l'inserimento della data di fornitura direttamente nel sollecito a web.

La procedura di pianificazione appena esposta evita che il pianificatore sia costretto a sfogliare uno ad uno i disegni inseriti nelle cartelline cliente alla ricerca dei codici da inserire in lotto, in quanto è il modulo ProdMon che, specificando gli opportuni parametri di ricerca come si vede nella schermata 2.18, restituisce al pianificatore tutti gli ordini che sono inseriti con una data di consegna il cui passo di pianificazione ricade all'interno dell'intervallo temporale specificato. Il rispetto della data di pianificazione comunicata dal sistema, e in generale della



data di tutti i passi di lavoro, permette all'azienda di non risultare in ritardo rispetto alla data di consegna pianificata.

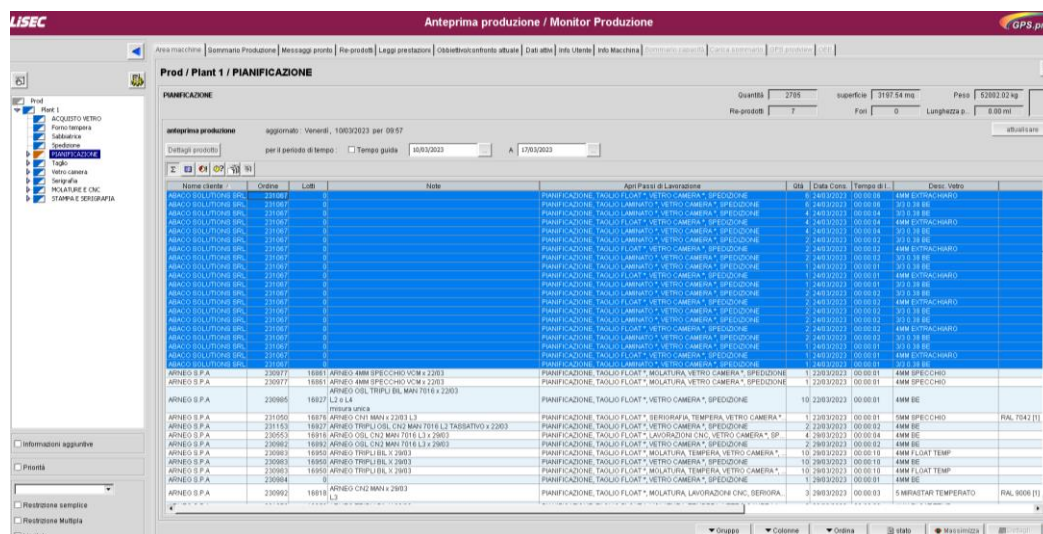


Figura 2.18 - GPS.PROD ProdMon: rappresentazione di tutti gli ordini cliente il cui passo di lavoro “pianificazione” cade all’interno del range di date specificato.

Dalla figura si evince come, specificando l’intervallo temporale voluto relativo al passo Pianificazione (in figura viene specificato dal 10/03 al 17/03), l’ordine cliente 231067 (evidenziato in blu) del cliente ABACO SOLUTIONS SRL non sia ancora in lotto (la colonna lotto indica 0), presenta data di consegna 24/03, e di conseguenza sotto la colonna Apri Passi di Lavorazione troviamo che tutti i passi di lavorazioni associati all’ordine 231067 (pianificazione, taglio, vetrocamera e spedizione) non hanno ancora ricevuto il pronto dagli operatori in produzione.

## 2.6.4 PRODMON - La produzione monitorata

Un’altra attività che ricade sotto i compiti cui deve adempiere l’ufficio di pianificazione è il monitoraggio attivo dello stato d’avanzamento degli ordini mandati in produzione. Questa attività è resa possibile sempre grazie all’impiego del modulo ProdMon, che riassume lo stato dell’arte della produzione in base ai messaggi di riscontro che vengono generati dagli utilizzatori dei Monitor situati in prossimità dei centri di lavoro.

Suddetto sistema permette anche di visualizzare l’andamento dei lavori in produzione; la figura 2.19 vuole presentare il confronto fra l’obiettivo di giornata e ciò che è stato fatto fino a questo punto. La parte in verde rappresenta i messaggi di pronto ricevuti, la parte in rosso rappresenta i pezzi che mancano a raggiungere l’obiettivo per la giornata, in giallo abbiamo tutti i vetri da produrre per quella macchina, mentre la parte ombreggiata rappresenta i pezzi in ritardo.

In figura abbiamo che il totale dei pezzi da serigrafare nella giornata è 40, mentre l’obiettivo, che indica in questo momento dove dovrebbe essere la produzione, ci comunica che dovrebbero essere stati lavorati circa 35 pezzi, dal momento che siamo quasi alla fine della giornata. Il ritardo è rappresentato dai pezzi previsti a cui vanno sottratti i pezzi fatti.



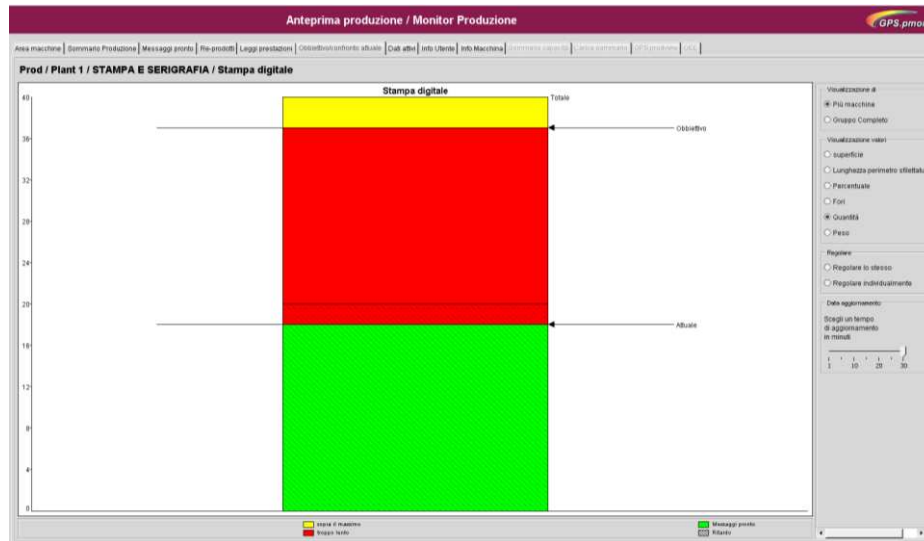


Figura 2.19 - GPS.PROD ProdMon: il sistema effettua per il pianificatore un confronto fra il livello attuale di produzione e quello che è previsto per la giornata.

L'ufficio di produzione è responsabile degli eventuali ritardi che possono verificarsi nella realizzazione dei prodotti, di conseguenza è chiamato a monitorare quotidianamente l'avanzamento degli ordini in modo tale da evidenziare quelli caratterizzati da un avanzamento più lento del previsto e risolvere tali problematiche interfacciandosi con il capireparto durante lo stand-up meeting mattutino.

## 2.6.5 Stand up meeting

Una modificazione di carattere organizzativo che rappresenta una novità rispetto al passato è delineata dagli stand up meeting, ovvero incontri giornalieri indetti dal team MES, nei quali partecipano i responsabili di ogni fase di lavoro, con l'obiettivo di maturare una chiara visione di ciò che sta accadendo e su ciò che ci sarà bisogno di fare. Gli incontri promuovono la comunicazione e l'allineamento tra tutti i portatori di interesse, in modo da favorire la diffusione delle informazioni relativamente ai nuovi andamenti, ad esempio la necessità di operare un ripristino urgente di un ordine in caso di rottura, o alle dinamiche che possono portare ad una modifica degli obiettivi preventivati, ad esempio quando il cliente chiede che gli venga anticipata la fornitura di un ordine "dall'oggi al domani" per una sua urgenza interna. La comunicazione tra i membri è favorita dall'utilizzo di strumenti visuali, come l'utilizzo di lavagne e post-it (figura 2.20): nelle colonne è esibito l'asse temporale in cui vengono rappresentati i giorni della settimana e le ore del turno di lavoro, mentre nelle righe vediamo raffigurate le fasi di lavoro. Questo strumento è particolarmente utile per allineare le attività dei vari centri, per mettere per iscritto l'ora e il giorno in cui le fasi di lavoro si impegneranno a svolgere la lavorazione e rendere disponibile il lotto alla fase successiva, oltre che per la gestione dei lotti urgenti.

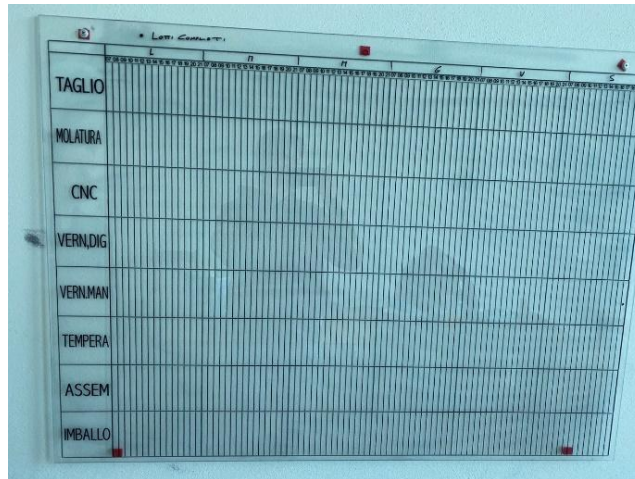


Figura 2.20 – Lavagna presente nella sala in cui si svolgono gli stand up meeting.

Considerando l'utilità delle indicazioni di chi ha maturato esperienza sul campo, questo momento di "raccolta" in cui tutti i responsabili sono presenti viene sfruttato dal team MES anche per cogliere le osservazioni degli operatori relativamente all'utilizzo del sistema, oltre che per risolvere le problematiche che possono emergere in relazione allo sviluppo del software, come ad esempio le modalità di utilizzo dei monitor touch di produzione o una interfaccia grafica poco user-friendly. Un altro vantaggio che questi incontri giornalieri permettono di ottenere risiede nella definizione chiara dei lotti prioritari, che vengono comunicati e visualizzati in modo chiaro producendone un aggiornamento del loro stato di avanzamento. Nel complesso, lavorare in team permette lo sviluppo di soft skills negli individui coinvolti, che hanno la possibilità di maturare conoscenze diverse rispetto a quelle apprese direttamente nel centro di lavoro a cui appartengono, oltre che ad aumentare la comunicazione e il loro coinvolgimento nel progetto; entrambi questi fattori cadono all'interno della categoria di quelli che nel capitolo 1 abbiamo definito come "condizioni abilitanti al successo per una iniziativa digitale".

## 2.6.6 PRODMON - la creazione dei piani di produzione

I piani produttivi sono il punto di partenza di un qualsiasi processo industriale. Questi vengono elaborati dalla funzione di pianificazione, in base alla data di consegna inserita nel gestionale per ogni ordine, in modo da soddisfare i target quantitativi ottimizzando l'utilizzo dei processi di stabilimento con l'obiettivo di minimizzare i tempi di attraversamento.

Essi rappresentano un elenco degli articoli che l'impresa deve produrre per soddisfare le richieste del mercato. Concordare un piano di produzione con i commerciali di riferimento e la funzione logistica permette all'azienda di stabilire le priorità e di definire i piani di spedizione dei prodotti finiti tali da ottimizzare i trasporti nel rispetto delle date di consegna fissate col cliente; la THERM-IS dispone infatti di uno spedizioniere proprio, i cui percorsi di consegna vengono programmati con una settimana di anticipo. In THERM-IS vengono creati piani di produzione settimanali per la fase di molatura, serigrafia digitale, verniciatura manuale, assemblaggio e spedizione: nello specifico, il giovedì mattina viene programmata la produzione della settimana successiva, da lunedì fino al venerdì prossimo compreso.

Affinché i PDP possano essere rispettati, deve essere garantito l'avanzamento dell'ordine secondo le previsioni; tale attività viene compiuta grazie all'ausilio del modulo ProdMon, che permette di visualizzare il giorno in cui è prevista l'esecuzione di tutti i passi di lavoro da cui l'ordine è costituito. In aggiunta, il sistema evidenzia in arancione e in rosso gli ordini caratterizzati da un avanzamento più lento rispetto al previsto, in modo da richiamare l'attenzione del production planner, come si vede dalla figura 2.21. nel caso specifico, il sistema ci sta comunicando che, al giorno 23 maggio, l'ordine 232325 riga 1 di Arneg risulta ancora da tagliare, quando la consegna è prevista al 31/05.

Norme cliente	Ordine	N. Riga	Lotti	Note	Agri Passi di Lavorazione	Qta	Qta available	Qta Lotti	Data Cons.	Temp
ARNEG S.P.A	232325	1	17566	ARNEG CN2 DIO BIC L3 # 3105	PIANIFICAZIONE, TAGLIO FLOAT*, MOLATURA, LAVORAZIONI CNC, SERIORAFIA DIO, TEMPERA...	4	1	37	31/05/2023	00:00
ARNEG S.P.A	232328	1	17566	ARNEG CN2 DIO BIC L3 # 3105	VETRO CAMERA*, SPEDIZIONE	3	3	37	31/05/2023	00:00
ARNEG S.P.A	232312	1	17567	ARNEG CN2 MAN L3 # 3105	VERNICIATURA MANUALE, VETRO CAMERA*, SPEDIZIONE	4	4	16	31/05/2023	00:00
ARNEG S.P.A	232215	1	17567	ARNEG CN2 MAN L3 # 3105	VERNICIATURA MANUALE, VETRO CAMERA*, SPEDIZIONE	6	6	16	31/05/2023	00:00
ARNEG S.P.A	232222	1	17567	ARNEG CN2 MAN L3 # 3105	VERNICIATURA MANUALE, VETRO CAMERA*, SPEDIZIONE	6	6	16	31/05/2023	00:00
NORD INFIBSI S.R.L.	232083	1	17580	NORD INFIBSI CON SFALSATI X LINEA 4 BIL X 3105	VETRO CAMERA*, SPEDIZIONE	1	1	9	31/05/2023	00:00
NORD INFIBSI S.R.L.	232083	2	17580	NORD INFIBSI CON SFALSATI X LINEA 4 BIL X 3105	VETRO CAMERA*, SPEDIZIONE	2	2	9	31/05/2023	00:00
NORD INFIBSI S.R.L.	232083	3	17580	NORD INFIBSI CON SFALSATI X LINEA 4 BIL X 3105	VETRO CAMERA*, SPEDIZIONE	2	2	9	31/05/2023	00:00
NORD INFIBSI S.R.L.	232083	4	17580	NORD INFIBSI CON SFALSATI X LINEA 4 BIL X 3105	VETRO CAMERA*, SPEDIZIONE	1	1	9	31/05/2023	00:00
NORD INFIBSI S.R.L.	232083	5	17580	NORD INFIBSI CON SFALSATI X LINEA 4 BIL X 3105	VETRO CAMERA*, SPEDIZIONE	2	2	9	31/05/2023	00:00
NORD INFIBSI S.R.L.	232083	6	17580	NORD INFIBSI CON SFALSATI X LINEA 4 BIL X 3105	VETRO CAMERA*, SPEDIZIONE	1	1	9	31/05/2023	00:00
WICA COLD AB	232026	1	17599	ARNEG WICA TRIFLI OSIL L3 BIL MAN 7016 # 1108	VERNICIATURA MANUALE, VETRO CAMERA*, SPEDIZIONE	5	5	20	01/06/2023	00:00
WICA COLD AB	232188	1	17599	ARNEG WICA TRIFLI OSIL L3 BIL MAN 7016 # 1108	VERNICIATURA MANUALE, VETRO CAMERA*, SPEDIZIONE	5	5	20	01/06/2023	00:00
ARNEG S.P.A	232311	1	17599	ARNEG WICA TRIFLI OSIL L3 BIL MAN 7016 # 1108	VERNICIATURA MANUALE, VETRO CAMERA*, SPEDIZIONE	16	16	20	01/06/2023	00:00
WICA COLD AB	232188	2	17601	WICA BIL FORATI MAN L3 # 1108	VERNICIATURA MANUALE, VETRO CAMERA*, SPEDIZIONE	2	2	8	01/06/2023	00:00
WICA COLD AB	232188	3	17601	WICA BIL FORATI MAN L3 # 1108	VERNICIATURA MANUALE, VETRO CAMERA*, SPEDIZIONE	1	1	9	01/06/2023	00:00
WICA COLD AB	232188	4	17601	WICA BIL FORATI MAN L3 # 1108	VERNICIATURA MANUALE, VETRO CAMERA*, SPEDIZIONE	2	2	8	01/06/2023	00:00
WICA COLD AB	232188	5	17601	WICA BIL FORATI MAN L3 # 1108	VERNICIATURA MANUALE, VETRO CAMERA*, SPEDIZIONE	3	3	8	01/06/2023	00:00

Figura 2.21 - GPS.PROD ProdMon: questo modulo viene utilizzato dal pianificatore anche per monitorare attivamente lo stato di avanzamento degli ordini in produzione.

## 2.6.7 Creazione delle ottimizzazioni per la fase di taglio

Riprendendo con la descrizione delle attività dei pianificatori della produzione, spieghiamo che dopo aver individuato gli ordini da inserire in produzione e aver attuato i criteri per il loro raggruppamento in modo da creare i lotti di produzione, il pianificatore estrae dal lotto il materiale che gli interessa far tagliare e lancia il programma di **ottimizzazione del taglio**.

Mentre l'immagine 2.22 mostra l'anteprima di tutti i lotti che sono stati creati fino ad ora, con la relativa data di pianificazione e di consegna, la figura 2.23 è relativa al modulo Ottimizzazione e mostra l'elenco dei prodotti contenuti all'interno dei lotti già creati che devono ancora essere tagliati; Il MES offre la possibilità di ordinare i prodotti per data di consegna, in modo da dare la priorità al taglio dei prodotti caratterizzati dalla data di consegna più vicina.

Figura 2.22 - GPS.PROD Anteprima lotti.

Figura 2.23 - GPS.PROD Ottimizzazione: la schermata riassume tutti i prodotti che sono stati estratti e che sono ancora da ottimizzare, ovvero ancora da tagliare.

Con il termine “ottimizzazione” indichiamo il processo durante il quale il pianificatore seleziona una determinata quantità in metri quadri di uno stesso prodotto (l’ottimizzazione è relativa ad una determinata tipologia di prodotto, in una stessa ottimizzazione non si possono trovare più tipologie di prodotti) che deve essere tagliato e lancia l’algoritmo di ottimizzazione che, per l’insieme degli ordini selezionato, provvederà a generare il file per l’ottimizzazione che viene trasferito in automatico nel PC che comanda il banco di taglio dell’operatore. Il file rappresenta l’insieme di tutti i vetri che il banco si troverà a lavorare, il cui taglio è però cadenzato in modo tale da minimizzare lo spreco di materiale risultante dalle lastre di vetro.

L’ottimizzazione prodotta viene trasferita online alla macchina di taglio e ricevuta dal PC della postazione, rappresentato nella sezione di destra della figura 2.24. Contestualmente, il pianificatore provvede alla stampa e alla deposizione del documento relativo ai **Piani di taglio**<sup>8</sup> negli appositi contenitori, raffigurati nella sezione di sinistra della figura 2.24.

<sup>8</sup> I Piani di taglio guidano l’operatore nella distribuzione ordinata dei vetri nei cavalletti.





Figura 2.24 – Rappresentazione del contenitore nel quale il pianificatore deposita le ottimizzazioni e del computer presente nella postazione del banco di taglio 5.

È importante consegnare i Piani di taglio con trascritte le relative notazioni in formato cartaceo all'operatore del taglio poiché lui provvederà ad applicare questi fogli nel cavalletto opportuno, in modo da permettere l'identificazione dei vetri in essa contenuti alla successiva fase di molatura, che, al contrario, si troverebbe a ricevere un insieme di vetri senza la possibilità di identificarli. Possiamo evidenziare il fatto che, per quanto riguarda il taglio del vetro, l'operatore non ha nessuna necessità di ricevere i disegni ODL cartacei del prodotto finito poiché tutte le specifiche di cui necessita vengono direttamente inviate al computer del banco tramite il file relativo all'ottimizzazione.

Le immagini di figura 2.25 rappresentano i fogli piani di taglio, ognuno associato ad un cavalletto diverso. In alto a destra vediamo essere presenti i passi di lavoro, specificazione assente prima dell'introduzione del MES: questo permette all'operatore di identificare chiaramente e visivamente in maniera efficace il percorso produttivo che il cavalletto seguirà.

La prima immagine mostra che l'operatore dovrà disporre 21 vetri 4 mm FLOAT nella parte sinistra del cavalletto e 1 vetro nella parte destra.

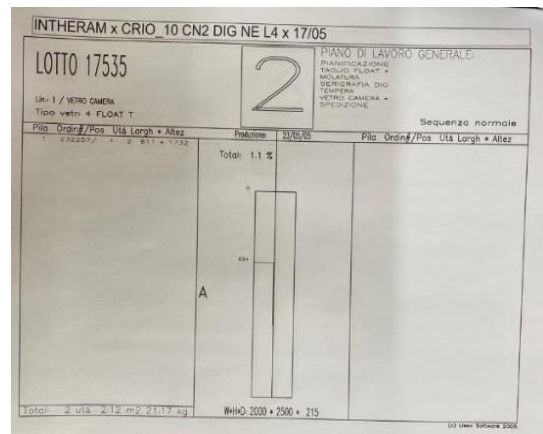
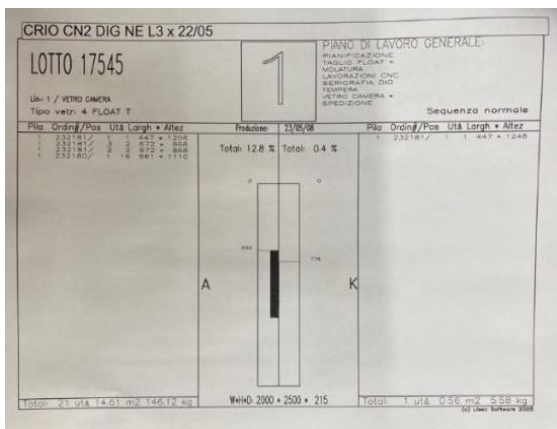


Figura 2.25 - Piano di taglio per il primo e per il secondo cavalletto con le ruote.

Ricevuta l'ottimizzazione cartacea, l'operatore del banco di taglio dà inizio al processo di produzione del vetro, che analizziamo nel capitolo 3.

## CAPITOLO 3: L’impatto del MES nei centri di taglio, molatura, tempera e serigrafia in THERM-IS

All’interno del seguente capitolo viene realizzata una ricostruzione operativa dei processi di taglio, molatura, tempera e serigrafia eseguiti in THERM-IS, volta a sottolineare le modificazioni di carattere operativo e procedurale susseguenti all’implementazione del sistema MES, in relazione alle modalità operative che caratterizzavano la situazione antecedente all’acquisto del software.

### 3.1 La fase di taglio del laminato

#### 3.1.1 Generalità

La fase di taglio del vetro avviene in 2 diversi banchi da taglio, ognuno adibito al taglio di una specifica tipologia di vetro. La materia prima che viene processata da ogni banco di taglio è rappresentata da una lastra da 18 m<sup>2</sup> di una specifica tipologia di vetro, che viene prelevata grazie al carro ponte da un determinato magazzino M.

- Banco 2 (operatore Durim) – M1: è il banco principale per il taglio del BE, BE T.LE, 8 mm float, 3 mm specchio, 4 mm specchio, 4 mm specchio Mirastar. In secondo luogo, può tagliare anche il 4 mm float, il 5 mm float e il 6 mm float, il cui taglio è però assegnato in forma prioritaria al banco 5.
- Banco 5 (operatore Gabriele) - M5: è il banco principale per il taglio del 4 mm float, 5 mm float, e 6 mm float. In secondo luogo, può tagliare anche il 4 mm Mirastar.

#### 3.1.2 Attività

L’operatore preleva i fogli relativi all’ottimizzazione che sono stati depositati negli appositi contenitori dal pianificatore, carica l’ottimizzazione nel PC del banco e procede con l’applicazione dei fogli dei pani di taglio nei cavalletti, come vediamo in figura 3.1:



Figura 3.1 - Preparazione dei cavalletti fissi in prossimità del banco di taglio 5.

La disposizione dei semilavorati nei cavalletti non è casuale: mentre i vetri vengono tagliati dalla macchina in maniera randomica, l'operatore deve disporli nel cavalletto seguendo pedissequamente la collocazione che è indicata nei piani di taglio. L'ordine con cui i semilavorati vengono tagliati dal banco è casuale e dipende dall'algoritmo di ottimizzazione il cui obiettivo principale è la minimizzazione della percentuale di scarto della lastra.

## 3.2 Fase di taglio prima dell'introduzione del sistema MES

### 3.2.1 La registrazione delle attività della fase di taglio

Prima dell'introduzione del MES, gli operatori della fase di taglio erano chiamati, durante il proprio turno di lavoro, a compilare il foglio prestampato di denuncia e autocontrollo rappresentato in figura 3.2:

BANCO N.	LOTTO	TIPOLOGIA VETRO	FORNITORE	ID. MATERIALE
QTA' LASTRE	DATA INIZIO	ORA INIZIO	ORA FINE	OPERATORE
	DATA FINE			NDERIM
NR PEZZI SCARTATI PER DIFETTI MATERIA PRIMA:		NR PEZZI SCARTATI PER PROBLEMI INTERNI:		
PROBLEMATICHE RISCOTRATE:		TEMPO IMPIEGATO (+ DI 10 MINUTI)	NOTE:	
RICERCA CAVALLETTI				
GUASTO MACCHINA				
RICERCA INFORMAZIONI				
DIFETTOSITA' VETRO				
ZONA DI CARICO OCCUPATA				
TAGLIO RIPRISTINI				
ALTRO (specificare):				

BANCO N.	LOTTO	TIPOLOGIA VETRO	FORNITORE	ID. MATERIALE
QTA' LASTRE	DATA INIZIO	ORA INIZIO	ORA FINE	OPERATORE
	DATA FINE			NDERIM
NR PEZZI SCARTATI PER DIFETTI MATERIA PRIMA:		NR PEZZI SCARTATI PER PROBLEMI INTERNI:		
PROBLEMATICHE RISCOTRATE:		TEMPO IMPIEGATO (+ DI 10 MINUTI)	NOTE:	
RICERCA CAVALLETTI				
GUASTO MACCHINA				
RICERCA INFORMAZIONI				
DIFETTOSITA' VETRO				
ZONA DI CARICO OCCUPATA				
TAGLIO RIPRISTINI				
ALTRO (specificare):				

Figura 3.2 – Foglio prestampato di denuncia ed autocontrollo per la registrazione della attività eseguite dai banchi di taglio.

Nello specifico, l'operatore doveva indicare:

- Il banco di taglio su cui sta lavorando.
- I nomi degli operatori assegnati alla lavorazione.
- La data e l'ora di inizio della lavorazione di taglio di una determinata ottimizzazione.
- La tipologia di vetro che viene tagliata.
- La data e l'ora di fine di fine lavorazione (sempre relativa ad una ottimizzazione).
- Il numero di lastre che sono state processate (non venivano incluse le rotture);
- Il numero di pezzi scartati per difetti o per problemi interni.
- Le attività improduttive conseguenti alle problematiche riscontrate, e il tempo impiegato per svolgerle.

La precisazione dell'ora di inizio e di fine era orientata a dare la possibilità all'ufficio di pianificazione di ricostruire gli spostamenti e le attività che venivano eseguite durante il turno di lavoro, al fine di calcolare in maniera meno approssimativa il tempo ciclo medio richiesto per la fase da ogni ottimizzazione. In linea teorica, questo comprende il tempo per disporre ordinatamente i cavalletti prima del taglio e per applicare i fogli piani di taglio, sommato al

tempo per l'operazione di taglio, aggiunto al tempo per l'organizzazione dei vetri nei cavalletti e al tempo per trasportarli al centro di molatura successivo. È da sottolineare che i periodi dedicati dall'operatore a trasportare il materiale all'interno dello stabilimento dalla fase in cui è stata effettuata la lavorazione alla fase successiva tolgono del tempo alle attività produttive.

La compilazione di queste schede era volta ad una successiva registrazione delle informazioni contenute all'interno di un foglio Excel, in modo da poterne ricavare i dati relativi al numero di lastre processate dai banchi di taglio durante un determinato periodo di riferimento, o quelli relativi al numero delle rotture avvenute. Si immaginava che i dati raccolti da queste schede potessero essere utili nella successiva fase di alimentazione del database su cui il sistema MES avrebbe dovuto ricavare il valore relativo al tempo medio di taglio necessario per ogni tipologia di vetro (ricordo che ogni ottimizzazione è costituita da una e una sola tipologia di vetro). Si pensava inoltre che la stesura delle schede potesse aiutare il Lean manager a comprendere le problematiche più diffuse a livello della fase di taglio, per prevederne le opportune soluzioni migliorative.

Per quanto riguarda le problematiche riscontrate, queste non permettono all'operatore di lavorare alla sua massima efficienza, di conseguenza devono essere analizzate e minimizzate. In riferimento alla fase di taglio, le attività improduttive non a valore aggiunto più frequenti sono:

- Ricerca dei cavalletti: l'operatore impiega del tempo per la ricerca dei cavalletti con le ruote o fissi su cui posizionare i vetri subito dopo il taglio.
- Guasto macchina: è da intendersi come un qualsiasi tipo di micro-fermata non programmata a causa di malfunzionamenti. Come è facilmente comprensibile, sarebbe utile disporre di una programmazione degli interventi di manutenzione, in modo da riuscire a prevenire i guasti ed evitare le micro-fermate produttive.
- Ricerca informazioni: se alla fase di taglio vengono passate informazioni incomplete, prima di procedere con la propria lavorazione, l'operatore dovrà dedicare del tempo alla loro ricerca. Ad esempio, se la sagoma DXF inserita all'interno di un ordine non è corretta, il file per il taglio che viene generato dall'ottimizzazione riporterà questa incongruenza.
- Difettosità del vetro: è da intendersi come riferita alla lastra che viene caricata nel banco di taglio, da cui poi si otterranno i semilavorati, o ai semilavorati stessi. Per evitare di produrre materiale non conforme, è bene segnalare immediatamente eventuali difettosità ed interrompere la lavorazione in essere.
- Zona di carico occupata: come vediamo dall'immagine 3.3, il banco di taglio 5 presenta il magazzino automatico a ridosso del banco stesso, di conseguenza l'operatore non ha a disposizione lo spazio fisico per disporre i cavalletti ed effettuare l'operazione di taglio quando viene caricato a magazzino il materiale di cui ci si è approvvigionati.





Figura 3.3 – Rappresentazione del cavalletto con cui la THERM-IS riceve la materia prima (la lastra di vetro) dal fornitore, del banco di taglio a sinistra e del deposito materia prima a destra.

- Taglio dei ripristini: l'attività di taglio dei ripristini è un'attività non a valore aggiunto.

Al responsabile del reparto era affidato il compito di sovrintendere l'attività di stesura delle schede di denuncia ed autocontrollo, ma dal momento che nessuno si preoccupava di raccogliere ed analizzare i dati in esse contenute, venivano compilate saltuariamente. Pertanto, diveniva impossibile ricavare i dati di efficienza delle singole fasi di lavoro, seguirne l'andamento e poter elaborare valide soluzioni per poter intervenire e migliorare il processo produttivo.

### 3.2.2 Il monitoraggio manuale della giacenza della materia prima

Prima dell'implementazione del sistema, l'ufficio di pianificazione svolgeva un'attività di inventariato manuale ogni due settimane per monitorare il livello della giacenza e per capire i metri quadri di materiale da ordinare per realizzare gli ordini cliente già acquistati. Nello specifico, venivano inseriti in un unico grande lotto di produzione tutti gli ordini già inseriti in GPS.ORDER che si prevedeva dovessero essere consegnati nei prossimi due mesi, basandosi sulla data di consegna desiderata dal cliente. Questo permetteva di comprendere quanti metri quadri sarebbero stati necessari per coprire gli ordini nei prossimi due mesi, per ciascuna tipologia di vetro. Per conoscere la quantità di materiale presente in magazzino, venivano contate singolarmente tutte le lastre presenti, di ogni materiale. Si arrivava poi a calcolare il numero di lastre da ordinare di una determinata tipologia rapportando i metri quadri necessari per evadere gli ordini richiesti nei prossimi due mesi all'*area di ogni lastra*<sup>9</sup>, sottraendo il numero di lastre attualmente presente in magazzino al risultato ottenuto, aggiungendo la scorta di sicurezza che si voleva mantenere. La formula utilizzata era la seguente, dove k rappresenta una specifica tipologia di materiale:

Fabbisogno k [lastre] = (metri quadri occupati nei prossimi due mesi da k [m<sup>2</sup>] / 18,60 [m<sup>2</sup>/lastra]) – lastre di k presenti in giacenza [lastre] + scorta di sicurezza [lastre]

<sup>9</sup> L'area delle lastre è pari a 18,60 m<sup>2</sup>.

Questo metodo, però, non permetteva di tenere in considerazione lo *scarto*<sup>10</sup> totale derivante da quello che ogni ottimizzazione avrebbe prodotto e non permetteva di considerare le lastre che sarebbero state utilizzate per coprire i rifacimenti. Queste ultime non venivano monitorate, dal momento che il processo dei ripristini era gestito “manualmente” dalla fase che rompeva: ogni rottura era portata dal responsabile della fase all’operatore del banco di taglio, che provvedeva con il remake non appena possibile. Per un’azienda manifatturiera operante nel settore della lavorazione del vetro, l’aspetto relativo alle rotture del semilavorato è sicuramente non banale e può inficiare non poco in termini di consumo di materiale.

### **3.3 Fase di taglio dopo l’introduzione del MES**

#### **3.3.1 GPS.IDENT - La generazione dei messaggi di pronto**

La raccolta delle informazioni che prima erano contenute nelle schede di denuncia ed autocontrollo venne facilitata dall’introduzione del MES e dei monitor touch in produzione. Infatti, con l’introduzione del sistema, una volta completato il taglio di tutte le lastre di vetro di cui è costituita l’ottimizzazione, l’operatore si sposta al monitor per dichiarare l’avvenuta lavorazione; contestualmente, viene generata anche l’informazione relativa al tempo di lavoro impiegato per l’attività.

Per risolvere le problematiche relative al monitoraggio della giacenza della materia prima evidenziate nel paragrafo precedente, ogni dichiarazione di pronto è associata ad un determinato lotto, contenuto in una certa ottimizzazione; il sistema prende in input queste informazioni e scarica dalla giacenza la quantità riferita alle lastre di vetro prelevate, considerandone anche la percentuale di scarto, caratteristica dell’ottimizzazione stessa. Questo fornisce la possibilità alla funzione acquisti di tenere sempre monitorato il livello della giacenza, così come al back office la capacità di controllare che sia presente in giacenza il materiale per cui si sta inserendo l’ordine nel gestionale.

In figura 3.4 è rappresentata la schermata del monitor che abilita la generazione dei messaggi di pronto da parte del banco di taglio 5. Notiamo esserci tante righe quante il numero di vetri di una determinata tipologia contenuti nel lotto; l’utente dichiara le rotture selezionando la riga e premendo l’opzione “Rotto”, successivamente usa l’opzione “seleziona tutto” per selezionare tutte le righe all’interno dell’ottimizzazione e dichiarare il pronto tramite la semplice pressione del pulsante “Pronto” sullo schermo.

---

<sup>10</sup> In media, ogni ottimizzazione produce una percentuale di scarto compresa tra il 5 e il 13%.

Podestata	N. Ordine	Struttura	Pos. Cl.	Quantità	Dimensione	Ord. Pr...	Di...	Indice B...	Trasno...	Sequen...	Dim. Toplo	Modo Climate	El...
2	2321774	4 PLAG7	1	UCTK000388	-1.372,0 * 1864,0	1	0.65427204	41/1			958,0 * 1867,0	PREST-2206 S.A.	17512
3	2321474	4 PLAG7	1	UCTK000389	-1.1206,0 * 674,0	1	0.65427205	21/2			1140,0 * 714,0	PREST-2206 S.A.	17512
2	2321774	4 PLAG7	1	UCTK000389	-1.372,0 * 1864,0	1	0.65427203	31/3			958,0 * 1867,0	PREST-2206 S.A.	17512
3	2321474	4 PLAG7	1	UCTK000390	-1.1206,0 * 674,0	1	0.65427203	31/4			1140,0 * 714,0	PREST-2206 S.A.	17512
3	2321474	4 PLAG7	1	UCTK000390	-1.1206,0 * 674,0	1	0.65427203	31/5			1140,0 * 714,0	PREST-2206 S.A.	17512
3	2321474	4 PLAG7	1	UCTK000390	-1.1206,0 * 674,0	1	0.65427203	11/6			1140,0 * 714,0	PREST-2206 S.A.	17512
3	2321474	4 PLAG7	1	UCTK000390	-1.1206,0 * 674,0	1	0.65427203	11/7			1140,0 * 714,0	PREST-2206 S.A.	17512
2	2321774	4 PLAG7	1	UCTK000388	-1.847,0 * 1540,0	1	0.65427201	11/8			850,0 * 1943,0	PREST-2206 S.A.	17512
1	2321094	4 PLAG7	1	UCTK000385	-1.872,0 * 1864,0	1	0.65427202	31/9			876,0 * 1867,0	PREST-2206 S.A.	17512
1	2321094	4 PLAG7	1	UCTK000385	-1.872,0 * 1864,0	1	0.65427202	31/10			876,0 * 1867,0	PREST-2206 S.A.	17512

Figura 3.4 - GPS.IDENT: messaggi di pronto manuale per il passo di lavorazione taglio.

### 3.3.2 Pila Riproduzione - L'impatto dei rifacimenti nel magazzino materia prima

L'adozione del MES ha portato a modifiche significative nelle procedure, routine e attività anche e soprattutto per quanto concerne la gestione delle rotture. Come vedremo anche nel paragrafo 3.12.2, con il sistema è stata introdotta una procedura standard per la gestione dei remake, ovvero dei codici per cui è necessario realizzare una re-produzione; nello specifico, grazie all'integrazione tra i messaggi di pronto, generati direttamente dalla produzione per mezzo dei monitor touch, e l'applicativo **Pila Riproduzione** appositamente sviluppato, l'ufficio di pianificazione ha la possibilità di controllare il materiale che è stato rotto durante tutto il processo produttivo e riprogrammare un nuovo lotto di produzione soggetto alle stesse regole di un qualsiasi altro lotto, in modo che la fase di taglio e le sue successive possano nuovamente dichiarare il completamento della lavorazione dai monitor stessi.

### 3.3.3 Considerazioni aggiuntive per la fase di taglio

Considerando la figura 2.3 che mostrava la disposizione delle macchine all'interno dello stabilimento, possiamo riflettere su alcuni punti. Allo stato attuale, i cavalletti vengono movimentati dal banco di taglio 2 o dal banco di taglio 5 e portati fino al punto di deposito davanti alla CMS 1 o alla CMS 2, e questo rappresenta un fattore che incide notevolmente sull'efficienza di ciascun operatore che procede con la loro movimentazione per diverse centinaia di metri, come mostrato in figura 3.5. La distanza tra il banco di taglio 5 e il deposito CMS 2 è di 300 metri, e lo spostamento di un cavalletto con le ruote (peso medio 200 kg) produce un tempo non a valore di circa 10-12 minuti, che inficia negativamente sul tempo di lavoro a disposizione.



Figura 3.5 - Viene mostrata l'attività di traino della cavalletta con le ruote dall'operatore di taglio dal banco 5 fino all'apposita area di buffer che precede la molatura.

## 3.4 La fase di molatura del vetro

### 3.4.1 Generalità

La THERM-IS è dotata di 5 centri di lavoro *CNC*<sup>11</sup> per la foratura, fresatura e molatura a filo grezzo o lucido di vetri aventi spessore da 3 a 25 mm: il CNC 1, il CNC 2 e la Bilaterale sono le macchine più utilizzate, troviamo poi la Rettilinea e il CNC 3, che vengono adoperate solo in rare occasioni.

La molatura del vetro è una lavorazione che permette l'eliminazione del tagliente dei bordi di una lastra. Essa viene ottenuta con mole di pietra, di carborundum o diamante di grana piuttosto grossolana (molatura a filo grezzo), o, in alternativa, si procede alla eliminazione di ogni minuta asperità dei bordi e ad una lucidatura degli stessi con mole di diamantate a grana finissima (molatura a filo lucido).

---

<sup>11</sup> Apparecchiature a controllo numero computerizzato.

La differenza tra le due tipologie di molatura è visibile in figura 3.6:

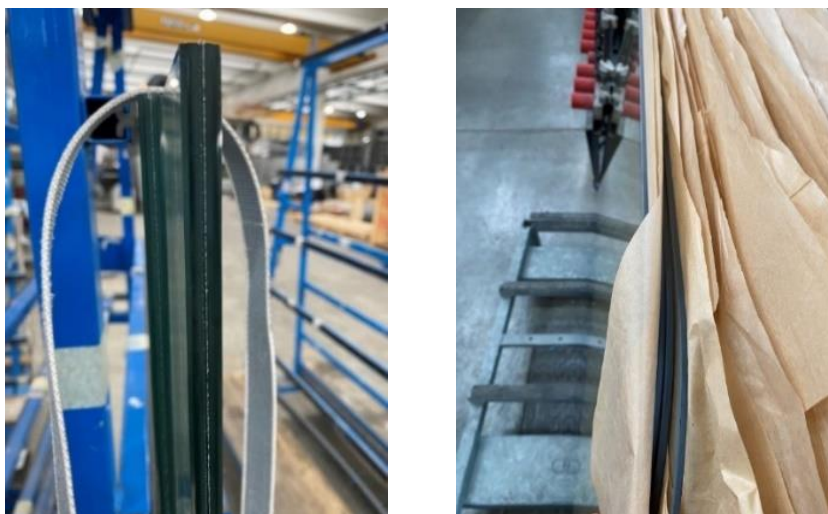


Figura 3.6 - Nell'immagine di sinistra è rappresentata la molatura a filo grezzo, mentre in quella di destra la molatura a filo lucido.

Per eseguire la lavorazione di foratura, le macchine sono dotate di un trapano con la punta in diamante che ruota ad una velocità di circa 3000 giri al minuto, presente in diversi diametri.

### 3.4.2 Attività

Dopo il taglio, i semilavorati vengono posizionati nei cavalletti e portati sino alla zona di deposito CMS 1 o CMS 2, rappresentata in figura 3.7, in attesa di essere lavorati



Figura 3.7 - Rappresentazione dei cavalletti nella zona di deposito CMS 2 in attesa di essere sottoposti alla lavorazione di molatura.

È necessario programmare la distinzione fra il cavalletto con le ruote e quello fisso già in fase di pianificazione durante la realizzazione dei lotti perché, qualora la fase di molatura dovesse avvenire nella macchina Bilaterale, la fase di taglio dovrà riporre i vetri in quelli fissi ordinandoli per misura, in modo che il robot antropomorfo li possa caricare nella macchina e lavorare, come è rappresentato in figura 3.8:





Figura 3.8 - Rappresentazione del cavalletto fisso utilizzato per procedere con il caricamento dei vetri da parte del robot antropomorfo nella macchina di molatura Bilaterale in THERM-IS.

Al contrario, nelle altre quattro macchine di molatura, la fase di caricamento del vetro viene eseguita dall'operatore stesso, che preleva i vetri dal cavalletto e con l'ausilio delle ventose li pone nella rulliera di ingresso, come vediamo in figura 3.9:



Figura 3.9 - Illustrazione dell'attività di carico del vetro nella CMS 2 svolta dagli operatori assegnati al centro.

Uno dei vantaggi dell'attuale processo produttivo è la possibilità di far eseguire la lavorazione di molatura indifferentemente in CMS 1 o CMS 2, salvo le rare situazioni a cui accenniamo subito sotto. La disposizione dei vetri nel cavalletto con le ruote permette quindi il suo spostamento tra una macchina e l'altra in base al carico di lavoro, decisione che può essere presa anche dal caporeparto.

Ogni macchina di molatura richiede che i vetri, per essere lavorati, rispettino determinati criteri, che il pianificatore deve conoscere ed applicare per la realizzazione del lotto di produzione, che ricordiamo essere un raggruppamento di determinati codici articolo che verranno lavorati dalle stesse macchine. Analogamente, le macchine hanno alcune caratteristiche particolari che devono essere considerate dal pianificatore. Di seguito elenchiamo tali criteri e caratteristiche.

- La macchina CMS 1 può molare vetri diritti e sagomati, ma i sagomati non devono presentare una forma caratterizzata da una raggiatura che va verso l'interno (concava), come quella presentata in figura 3.10, ma solo una raggiatura convessa. Per rendere l'idea della flessibilità dell'attuale processo di molatura, nell'80% dei casi la CMS 1 e

la CMS 2 sono completamente intercambiabili. Nei casi in cui il vetro è una sagoma caratterizzata da una raggiatura concava (circa il 10 % degli articoli) si rende necessaria la molatura in CN2.

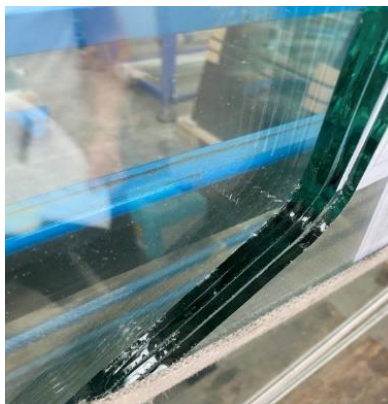


Figura 3.10 - Rappresentazione di una sagoma caratterizzata da una raggiatura concava che non può essere lavorata dalla CMS 1. I vetri nell'immagine non sono ancora stati molati, vediamo infatti che presentano dei bordi molto taglienti.

- La macchina CMS 1 può molare solo i vetri che presentano uno spessore di 4 mm o 5 mm (rappresentano il 90% dei casi). Nei casi in cui i vetri siano caratterizzati da uno spessore di 6 mm, 8 mm o 10 mm si rende necessaria la molatura nel CN2.
- La macchina CMS 1 può molare solo i vetri che presentano fori da 10 a 14 mm.
- La macchina CMS 2 può molare qualsiasi forma di vetro, con qualsiasi spessore e con qualsiasi foro (dunque può lavorare qualsiasi codice che viene lavorato dalla CMS 1), ma è più lenta rispetto alla macchina CMS 1.
- La macchina Bilaterale è molto più veloce delle precedenti, ma può molare solo vetri dritti (non sagomati), di spessore 4 mm o 5 mm e non forati.
- La macchina Rettilinea viene usata molto poco, per la molatura di pezzi particolari. Molto spesso si preferisce utilizzare la CMS 2 al suo posto, magari perché la macchina è spenta dal giorno precedente.
- La macchina Orizzontale (CMS 3) viene usata molto poco, per la molatura di pezzi particolari. Molto spesso si preferisce utilizzare la CMS 2 al suo posto, magari perché la macchina è spenta dal giorno precedente

Trattandosi di apparecchiature a controllo numero computerizzato (CNC), affinché una qualsiasi macchina di molatura possa eseguire la lavorazione di un determinato codice articolo, nel calcolatore da cui essa riceve le istruzioni deve essere presente il file del codice da lavorare, per il quale è stato pianificato e programmato il percorso di lavorazione ottimale. L'operatore del centro preleva il file che gli è stato creato e condiviso all'interno di una cartella direttamente dall'ufficio tecnico, e lo dà in pasto al computer centrale della macchina dopo aver effettuato un controllo dimensionale relativo alle misure di lunghezza, altezza, raggiatura dei bordi, diametro dei fori, quote dei fori. Questo controllo è possibile grazie alla verifica di tali dimensioni direttamente dal disegno cartaceo di cui viene dotata la fase.

## 3.5 Molatura prima dell'introduzione del MES

### 3.5.1 Il ruolo degli ODL cartacei in produzione

Prima dell'adozione del MES, molte delle specificazioni appena elencate (diametro fori, numero di fori, quote fori, molatura a filo grezzo / filo lucido) non venivano puntualizzate in fase di inserimento dell'ordine cliente. Questo modus operandi portava "inconsapevolmente" l'ufficio tecnico alla realizzazione di file per la produzione contenenti solo alcune delle informazioni necessarie alla macchina per procedere con le lavorazioni; di conseguenza, gli operatori del centro erano chiamati a modificare il file stesso, integrandolo con le informazioni non presenti che venivano recuperate dai disegni cartacei di produzione. Come possiamo desumere, questa procedura allungava il tempo necessario alla fase di molatura per la lavorazione del vetro, così come per quella di serigrafia o assemblaggio.

I fogli di produzione in formato cartaceo sono forniti al responsabile della fase di molatura, che provvederà alla loro distribuzione tra i cavalletti. Nello specifico, vediamo in figura 3.11 le cartelline appese al muro nelle quali il pianificatore della produzione è chiamato ad inserire i disegni dei codici articolo appena lottizzati:



Figura 3.11 - Rappresentazione dei contenitori in cui vengono inseriti i disegni degli articoli da produrre.

Possiamo mettere in risalto il fatto che tutte le informazioni di lavorazione che vengono inserite in GPS.ORDER compaiono anche nelle **liste di produzione del lotto**, documento cartaceo che viene allegato ai disegni di produzioni degli articoli che costituiscono il lotto stesso, rappresentata in figura 3.12. Nello specifico, vediamo che il lotto 17664 comprende la riga 1 dell'ordine 232486, del cliente Intheram, la cui data di consegna è il 24/05/23; l'informazione relativa alla data di consegna è stata inserita con l'introduzione del MES.

Sequenza di produzione per linea: 1    **Lotto: 17664**    **Gruppo: 6**    Data: 23/05/17    Pag: 1/ 1    L[L#64]

**2044 INTHERAM S.R.L.** - 2 / 1 Pezzi 0.99 m2 19.82 kg 4.47 m    Data di consegna: 23/05/24

Barcode Cav	Ordine /	Qta	Base * Alt	Tel.1	Tel.2	Qt	Cav1	Cav2	Cav3	Vetro 1	Or	Vetro 2	Or	Vetro3	Or
698420	1	232486/ 1	1	610 * 1625	12 WE GR		1	4A	4A	4 FLOAT T		4 BE T.LE	-1		
TAURUS GRIGIO															
Thiokol	GAS ARGON / / 1 * SERIGRAFIA DIGIT [1/0] (2) / 4 * MOL.F.G MONOL. [1/0] (1) E1 E2 E3 E4 / 1 * TEMPERA 1*VETRO [1/0] (1) / 2 * CANALINO RIENTRANTE [1/0]														
Thiokol	MOL.F.G MONOL. [2/0] (4) E1 E2 E3 E4 / 1 * TEMPERA 2*VETRO [2/0] (4)														

Totale: 1 Pezzi    Area: 0.99 m2    Peso: 19.82 kg    Lunghezza: 4.47 m

Figura 3.12 - Lista di produzione del lotto 17664, documento cartaceo che viene allegato agli ODL.

Prima di aver effettuato lo studio attinente al processo di inserimento, mirato all'individuazione delle specifiche chiave da inserire in GPS.ORDER, le liste di produzione del lotto venivano



comunque stampate e passate in produzione, ma erano caratterizzate dall'assenza di quelle che erano le informazioni rilevanti per le fasi produttive.

Il punto chiave da evidenziare è che, prima dell'introduzione del sistema MES, il processo di inserimento dell'ordine nel gestionale aziendale veniva compiuto con poca attenzione, e nel momento in cui vi era da aggiornare qualche lavorazione in base alla revisione richiesta dal cliente o dal commerciale di riferimento, queste venivano prima di tutto inserite nel disegno PDF o addirittura esclusivamente trascritte a penna direttamente in quello cartaceo; solo successivamente, forse, si procedeva con la loro integrazione nel gestionale. Questo veniva fatto anche per comodità dal momento che il processo di inserimento dell'ordine poteva essere svolto in un tempo minore, essendo meno dettagliato e preciso del dovuto

Per portare un esempio, nella figura 3.13 vediamo trascritta a penna dal back office l'informazione di una modifica relativa alla revisione: "Attenzione, da ultima revisione foro aggiunto a sinistra"; questa informazione, nel momento in cui il file per la molatura creato è completo e corretto, è superflua e può dare luogo ad incomprensioni, dato che l'operatore potrebbe pensare di dover modificare lui stesso il file.

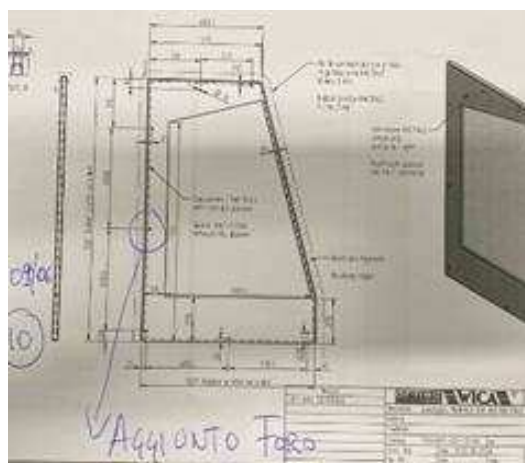


Figura 3.13 – È rappresentata l'aggiunta di note relative alle lavorazioni dei centri in penna direttamente nel foglio ODL.

### 3.5.2 La registrazione delle attività della fase di molatura in un quaderno

Come avveniva per la fase di taglio, anche in quella di molatura si era tenuti a tracciare i lotti che venivano lavorati, in modo da poter rispondere alle domande relative allo stato di avanzamento che le venivano puntualmente poste dai pianificatori o dai piani alti; per comprendere lo stato di avanzamento di un determinato articolo, infatti, la prassi aziendale era quella di passare fase per fase chiedendo all'operatore se avesse già lavorato un lotto o se sapeva a che punto potesse essere.

L'azienda decise così di dotare gli operatori di un quaderno a quadri dove scrivere, giorno per giorno, il lotto che veniva lavorato, specificando anche gli ordini contenuti, i codici articolo, le quantità effettivamente processate e le rotture avvenute. Attuando questa metodologia di

lavoro, però, non si riusciva a risalire al punto del processo in cui fosse un determinato ordine se questo non appariva tra quelli che venivano trascritti nei quaderni degli operatori. In altre parole, nel momento in cui la lavorazione di un determinato codice non veniva riportata, non era assolutamente facile risalire al punto del processo in cui si trovava l'ordine cliente. Ancor peggio, non potendo praticando un monitoraggio attivo della produzione, era il cliente che ricordava all'ufficio di produzione la necessità di evadere gli ordini in essere.

## **3.6 Molatura dopo il MES**

### **3.6.1 Il supporto alla produzione fornito dagli ODL cartacei**

Con l'introduzione del sistema, abbiamo già parlato di come il processo di inserimento degli ordini abbia assunto un'importanza fondamentale per assicurare la buona riuscita del progetto MES. Per tale motivo, le attività da cui è costituito, sono state ridefinite; in particolare, è stato realizzato un file riepilogativo completo di tutte le attività che il back office è tenuto a seguire. La stesura del mansionario è funzionale anche a verificare che l'ordine sia stato inserito con tutte le specificazioni necessarie in GPS.ORDER; nel momento in cui i dati immessi sono corretti e completi, l'ordine genera in automatico gli idonei passi di lavorazione e le date in cui questi sono previsti, andando a caricare la capacità delle macchine corrette nelle date opportune, e permette all'ufficio di pianificazione di svolgere il monitoraggio attivo della produzione.

Inoltre, prendendo in input queste specifiche, l'ufficio tecnico è facilitato nella realizzazione dei file di lavoro per la macchina di taglio, molatura e serigrafia digitale. Conseguentemente, le lavorazioni che vengono eseguite dai centri di lavoro sono svincolate dalla fornitura dei disegni ODL di produzione, che assumono prevalentemente il significato di strumento di controllo grazie ai quali l'operatore della fase effettua una verifica su ciò che è stato effettivamente caricato in GPS.ORDER e realizzato dall'ufficio tecnico, ma non dovrebbe essere chiamato ad effettuare alcuna modifica.

Anche ad implementazione del MES avvenuta, invece, il management aziendale non ha ritenuto di digitalizzare i fogli di produzione, la cui gestione è rimasta la stessa (vedi sopra).

### **3.6.2 Modulo Capacità - La gestione del carico di lavoro**

Per determinare in maniera esatta il carico di lavoro a cui le macchine a controllo numerico saranno sottoposte, il pianificatore è tenuto ad operare uno spostamento manuale attraverso il modulo MES Capacità in GPS.PROD ed associare la lavorazione del lotto alla macchina per cui è effettivamente prevista la lavorazione. È necessario che il pianificatore esegua questa associazione dopo la creazione del lotto, in modo da comunicare al sistema l'impegno relativo al tempo di lavorazione (in questo caso di molatura) associato al prodotto.

Per fare un esempio, considerando gli ordini selezionati in figura 3.14, l'area riempita con le barre oblique mostra che la molatura del primo vetro occupa il 2,31% della occupazione totale del CMS 1 (che è 62,5%) e il 10% della occupazione totale del CMS 2 il giorno 15/05 (che è 50%), mentre il giorno successivo si avrà una occupazione del 39,35 % per il CMS 1 e del 3,33% per il CMS 2 per la per la molatura del secondo vetro.

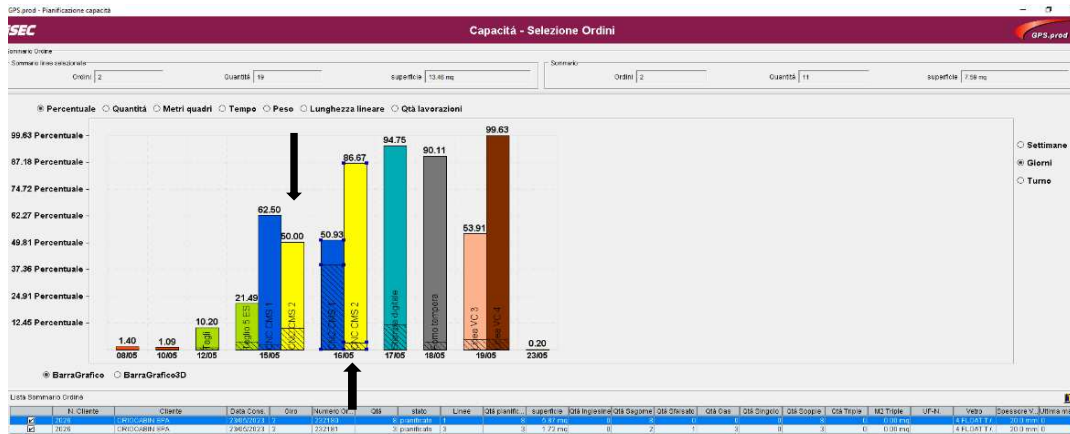


Figura 3.14: GPS.PROD – Pianificazione della capacità.

Se il pianificatore prevede però che questi vetri verranno lavorati dalla sola macchina CMS 1, allora può operare una riorganizzazione delle macchine assegnando manualmente entrambi gli ordini alla CMS 1, come vediamo dalle due figure 3.15 sottostanti. In quella di sinistra vediamo l'occupazione delle macchine CMS 1 e CMS 2 prima dell'assegnazione manuale del lavoro alla macchina CNC CMS 1. Nella figura di destra, che è il risultato dell'assegnazione del lavoro alla CMS 1, vediamo quindi che l'operazione di molatura di entrambi i vetri occuperà il 60,19 % della capacità del CMS 1 ed è completamente assegnata a tale macchina.

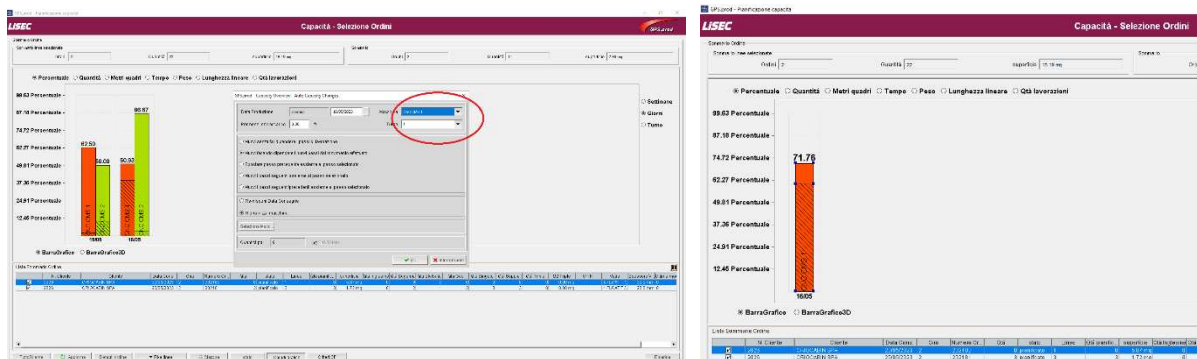


Figura 3.15 - GPS.PROD Pianificazione della capacità.

Da un punto di vista del tempo di lavorazione, si prevede che per eseguire le lavorazioni di molatura e foratura dei vetri contenuti nell'ordine, il centro CMS 1 sarà occupato per 4 ore e 20 minuti, come vediamo dall'istogramma rappresentato in figura 3.16, mentre l'occupazione giornaliera della macchina sarà di 5 ore e 10 minuti, considerando anche gli altri ordini che gli sono stati assegnati.



## 3.7 La fase di serigrafia digitale

### 3.7.1 Generalità

La tecnologia di stampa digitale consente di decorare il vetro con disegni e/o scritte, a fini artistici o funzionali partendo da un semplice file grafico prodotto dall'ufficio tecnico e fornito in input alla macchina. Nel nostro caso, questo tipo di lavorazione può essere eseguita solo su superfici piane. La successiva cottura in forno di tempera da parte della vernice ceramica che viene applicata fa vetrificare lo smalto e garantisce la durabilità del colore anche se il vetro è esposto agli agenti atmosferici o ai raggi ultravioletti.

### 3.7.2 Attività

La fase di serigrafia digitale è successiva alla molatura del vetro e precede la fase di tempera. Dopo che il vetro è stato molato, l'operatore del centro di molatura è chiamato a portare in tempera i lotti caratterizzati dal passo di lavoro verniciatura manuale e a portare in serigrafia digitale i cavalletti composti dai lotti che hanno generato il passo di serigrafia (ricordo le due diramazioni del processo produttivo). Successivamente, il caporeparto alimenta la produzione organizzando i cavalletti in base alle date di consegna indicate nel **piano di serigrafia** appositamente consegnatoli dall'ufficio di pianificazione.

Per eseguire l'operazione di serigrafia sul vetro, la macchina digitale prende in input il file grafico in formato dx.ai dal proprio database, realizzato dall'ufficio tecnico su comunicazione del back office: nella figura 3.18 viene visualizzato il momento in cui l'operatore della serigrafia esegue il controllo delle dimensioni di serigrafia riportate nel file, grazie ai disegni ODL cartacei, prima di fornirlo alla macchina.



Figura 3.18 - Rappresentazione della fase in cui l'operatore effettua un controllo relativo alle dimensioni di serigrafia.

Dopo aver dato il file grafico in pasto alla macchina, l'operatore procede nello spostare i vetri dal cavalletto alla rulliera di ingresso dell'apparecchiatura industriale.

Per concludere con la descrizione delle operazioni che vengono svolte dalla fase, si sottolinea che ad attività di serigrafia conclusa, l'operatore procede con la disposizione dei vetri nei

cavalletti a pettine (detti anche rastrelliere), dal basso verso l'alto, come vediamo dalle immagini sottostanti in figura 3.19.

Dopo averle completamente riempite, queste vengono poi portate dall'operatore alla successiva fase di tempera:



Figura 3.19 – Disposizione dei vetri serigrafati nelle rastrelliere dal basso verso l'alto.

## 3.8 Serigrafia prima dell'installazione del MES

### 3.8.1 Le liste di pianificazione

In passato, questo centro di lavoro ha più volte rappresentato il collo di bottiglia del processo produttivo in THERM-IS. Nell'intento di organizzare il lavoro della fase di serigrafia, prima dell'introduzione del sistema venivano consegnate delle semplici liste settimanali, chiamate liste di pianificazione, in cui venivano indicate le date di consegna di tutti i lotti realizzati dall'ufficio di pianificazione. Tuttavia, da tali liste non era possibile derivare alcun piano settimanale, né tantomeno giornaliero; l'intento era quello di fornire un listato di lotti, con le relative date di consegna per evidenziarne la priorità. Queste venivano consegnate identiche anche al caporeparto della fase di molatura e tempera.

In altre parole, ogni fase lavorava ciò che era pronto al momento, e la lista dava solo la possibilità di possedere una visione futura relativamente alla quantità di materiale in arrivo (ma non si conosceva il momento in cui sarebbe stato disponibile per essere lavorato) e di conseguenza si poteva desumere quello che era in ritardo rispetto alle previsioni (ma non si sapeva a che punto del processo produttivo fosse). La lista di pianificazione che veniva consegnata alla fase di molatura, serigrafia e tempera è presentata in figura 3.20: possiamo comprendere come questa lista non sia altro che un riepilogo di tutti i lotti realizzati dall'ufficio di pianificazione, ordinati in base alla data di consegna richiesta dal cliente, ma non permette la programmazione del lavoro da parte degli operatori in un tal giorno, perché non fornisce alcuna informazione relativamente all'istante temporale in cui tale lotto verrà lavorato dalla fase precedente, e quindi sarà disponibile. Per dare enfasi ai lotti prioritari, che dovrebbero



essere spinti dai responsabili per passare “davanti” agli altri, questi venivano inseriti nella lista utilizzando il colore rosso.

LOTTO	NOTE	QTA	Colonna4	DATA CONS
17185	1 CON CARRELLI AD A, EMMEFRIZZI DIG NE L3 PRIORITARIO	1	VCM	04-apr
17206	1 CON CARRELLI AD A, ARNEG CNL CHI MAN 7015 URGENTE x 5/04	1	VCM	05-apr
17145	1 CON CARRELLI AD A, ARNEG CNL DIG GR L3 URGENTE x 5/04	4	VCM	05-apr
17135	1 CON CARRELLI AD A, FROST PRIORITARIO SONO I BPE CHE MANCANO UCET889 x4/04, CNZ DIG NE	9	SG	06-apr
17152	1 CON CARRELLI AD A, COLUMBIA-CARMENTE VERBENI PRIORITARIO CNL x 6/04	5	VCM	06-apr
17193	1 CON CARRELLI AD A, WICA SG SPECCHI AMM x 7/04 e 14/04	23	SG	07-apr
17191	1 CON CARRELLI AD A, SPECCHI WICA SG CNZ x 7/04	13	SG	07-apr
17180	1 CON CARRELLI AD A, WICA BHM SOLO TAGLIO CNZ x 14/04	23	SG	07-apr
17149	1 CON CARRELLI AD A, ARNEG+WICA ORBITI x 12/04	2	VCM	12-apr
17146	1 CON CARRELLI AD A, ARNEG CNL DIG BICOLORE x 12/04	6	VCM	12-apr
17238	1 CON CARRELLI AD A, SHARF NERO CNL DIG NERO ORNINE PER SONO = WICA_23401_x12/04	4	VCM	12-apr
17134	1 CON CARRELLI AD A, COLUMBIA-EMMEFRIZZI CNL DIG BIC L3_x12/04	7	VCM	12-apr
17128	1 CON CARRELLI AD A, ARNEG BIL DIRTITI TRIPU LA una morsa x12/04	25	VCM	12-apr
17227	1 CON CARRELLI AD A, ARNEG+WICA CNL DIG BIC x 12/04, L3	9	VCM	12-apr
17208	1 CON CARRELLI AD A, PORTE TAURUS NERO CNL DIG NE x KONKA_x 13/04	8	VCM	13-apr
17160	1 CON CARRELLI AD A, OSCAR CNL DIG L3 x 13/04	24	VCM	13-apr
17181	1 CON CARRELLI AD A, WICA CNL DIG BIC L3 x 14/04	9	VCM	14-apr
17166	1 CON CARRELLI AD A, WICA GMM CNL DIRTITI E FORATI x 14/04	51	SG	14-apr
17185	1 CON CARRELLI AD A, WICA CNL MAN 8013 VERDE_x 14/04	10	VCM	14-apr
17164	1 CON CARRELLI AD A, WICA CNL DIG BIC L3 x 14/04	5	VCM	14-apr
17162	1 CON CARRELLI AD A, WICA CNL MAN CON SP x 14/04	10	VCM	14-apr
17133	1 CON CARRELLI AD A, WICA BIL CAU RUOTE L4 x14/04	65	VCM	14-apr
17126	1 CON CARRELLI AD A, WICA BIL DIG GR L3 x 14/04	35	VCM	14-apr
17124	1 CON CARRELLI AD A, WICA BIL DIG GR L3 x 14/04	31	VCM	14-apr
17137	1 CON CARRELLI AD A, SHARF GRIGIO IDEAM INOX_39 = EURALUX_36 CNL DIG GR_x 14/04, L3	12	VCM	14-apr
17156	1 CON CARRELLI AD A, ARNEG CNL MAN L3_x 15/04	7	VCM	15-apr
17155	1 CON CARRELLI AD A, ARNEG CNL MAN L3_x 15/04	9	VCM	15-apr
17153	1 CON CARRELLI AD A, ARNEG BIL DIRTITI TRIPU L4 x 15/04	32	VCM	15-apr
17152	1 CON CARRELLI AD A, ARNEG CNL DIG NE L3_x 15/04	4	VCM	15-apr
17150	1 CON CARRELLI AD A, ARNEG CNL BI MAN 7015 x 15/04 L3 o L4	21	VCM	15-apr
17147	1 CON CARRELLI AD A, ARNEG CNL DIG BICOLORE L3_x 15/04	10	VCM	15-apr

Figura 3.20 - Lista di pianificazione per la fase di molatura, verniciatura (serigrafia digitale e manuale) e tempera.

Dal momento che la pianificazione del lotto avveniva seguendo il più possibile le richieste del cliente e il carico di lavoro delle macchine non veniva monitorato (la capacità veniva ipotizzata sulla base dell'esperienza del pianificatore), spesso si arrivava ad una situazione in cui il centro di serigrafia digitale era oberato di materiale da lavorare; in questo contesto, il pianificatore doveva recarsi in produzione per elaborare un riepilogo del numero dei vetri in attesa di essere lavorati ed indicare al responsabile l'ordine con cui avrebbe dovuto procedere. Tale prioritizzazione giornaliera dei lotti si basava sull'importanza del cliente, in termini di incidenza sul fatturato.

### 3.8.2 La registrazione delle attività di serigrafia

In modo da registrare le attività operative eseguite dal centro di serigrafia digitale sui semilavorati, era richiesta la trascrizione dei dati relativi al codice articolo, al lotto, al cliente, alla quantità e alla data in cui l'ordine è stato lavorato all'interno del quaderno rappresentato nella figura 3.21:

CODICE	LOTTO	CLIENTE	N°	DATA	CODICE	LOTTO	CLIENTE	N°	DATA
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO	1	21/04	853206	310	ARMANDO	1	21/04
853210	310	ARMANDO	1	21/04	853210	310	ARMANDO	1	21/04
853206	310	ARMANDO							

## 3.9 Serigrafia dopo l'installazione del MES

### 3.9.1 PRODMON - Il calcolo della capacità

Non possedendo una chiara idea di quella che era la capacità della macchina di serigrafia, ad implementazione del MES si è deciso di analizzare più nel dettaglio i messaggi di pronto che rappresentano il numero di vetri che vengono processati in un determinato intervallo di tempo, in modo da poter elaborare un rapido conto capacitivo. Dopo un confronto con il responsabile della fase di serigrafia, l'ufficio di pianificazione ha ritenuto realistico basarsi su una capacità di lavoro di circa 180 vetri/ 2 turni al gg.

Considerando che l'introduzione del MES e dei Monitor di produzione è avvenuta l'11 aprile 2022, i dati su cui sono stati effettuati i calcoli di capacità comprendono i mesi di maggio, giugno e luglio 2022, come vediamo dalla figura 3.22:

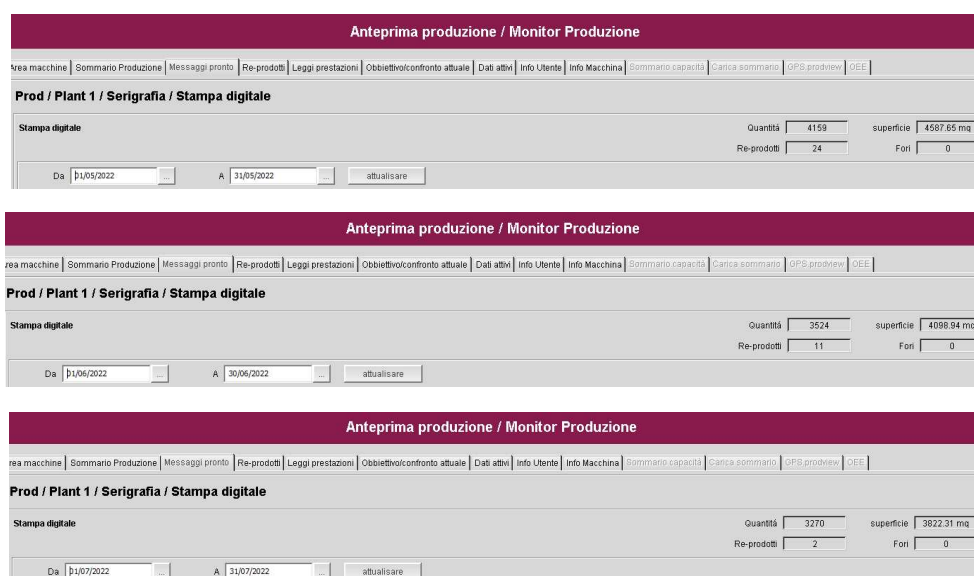


Figura 3.22 GPS.PROD - ProdMon. Messaggi di pronto generati nei mesi maggio 2022, giugno 2022 e luglio 2022.

Maggio 2022: Quantità = 4159 vetri, Superficie = 4588 m<sup>2</sup>, 21 gg di lavoro su 2 turni → 198 vetri gg / 2 turni.

Giugno 2022: Quantità = 3524 vetri, Superficie = 4099 m<sup>2</sup>, 21 gg di lavoro su 2 turni → 169 vetri gg / 2 turni.

Luglio 2022: Quantità = 3270 vetri, Superficie = 3822 m<sup>2</sup>, 20 gg di lavoro su 2 turni → 164 vetri gg / 2 turni.

Dalla figura 3.23 vediamo che le stime iniziali trovano conferma anche nei messaggi di pronto generati nei mesi di febbraio e marzo del 2023, per poi diminuire a partire da aprile a causa della minore richiesta del mercato.



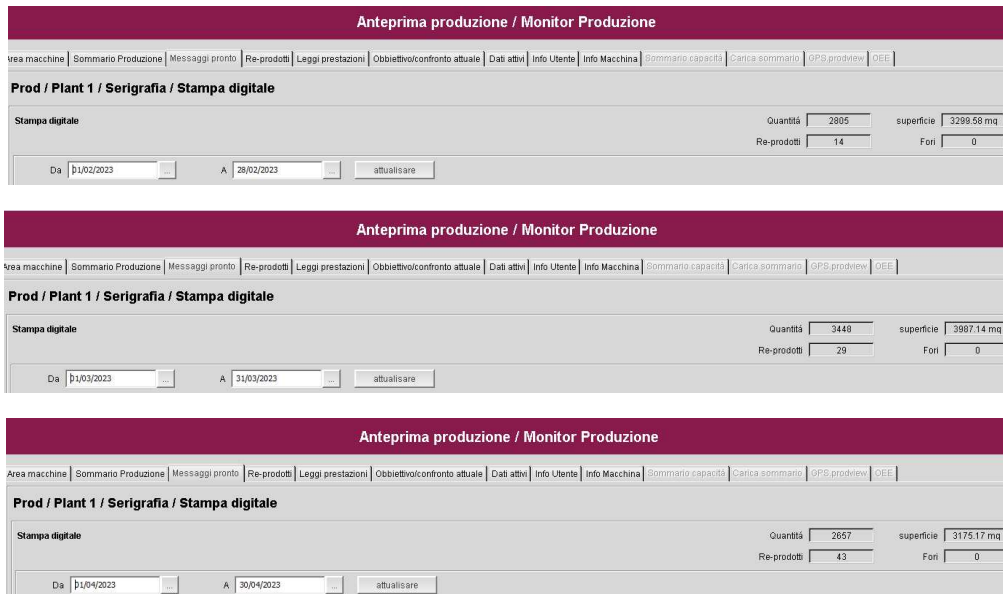


Figura 3.23 - GPS.PROD: ProdMon. Messaggi di pronto di febbraio 2023, marzo 2023 ed aprile 2023.

Febbraio 2023: Quantità = 2805 vetri, Superficie = 3299 m<sup>2</sup>, 19 gg di lavoro su 2 turni → 148 vetri gg / 2 turni.

Marzo 2023 Quantità = 3448 vetri, Superficie = 3987 m<sup>2</sup>, 22 gg di lavoro su 2 turni → 156 vetri gg / 2 turni.

Aprile 2023 Quantità = 2657 vetri, Superficie = 3175 m<sup>2</sup>, 19 gg di lavoro su 2 turni → 140 vetri gg / 2 turni.

### 3.9.2 Modulo Capacità - I piani di serigrafia

Per supportare il responsabile della serigrafia nel decidere la sequenza temporale di lavoro dei lotti, assieme alle liste di pianificazione, gli vengono forniti i piani di serigrafia; questo è visualizzabile direttamente dal monitor presente in produzione, e viene reso disponibile ogni giovedì mattina, con cadenza settimanale. In figura 3.24 notiamo che tale piano mostra la quantità dei vetri e il numero dei relativi ordini il cui passo di serigrafia cade nei giorni compresi tra il 12/06 al 16/06.

L'operatore della serigrafia ha la possibilità di interrogare a sua volta il sistema effettuando un drill-down dei dati per capire a che punto del processo produttivo sono questi ordini e, nello specifico, se sono disponibili per essere lavorati, direttamente dal suo monitor. L'avanzamento degli ordini secondo le date previste dal sistema viene garantito dal pianificatore della produzione, che allinea il più possibile le fasi di lavoro durante il meeting mattutino, approfondito nel capitolo 2.

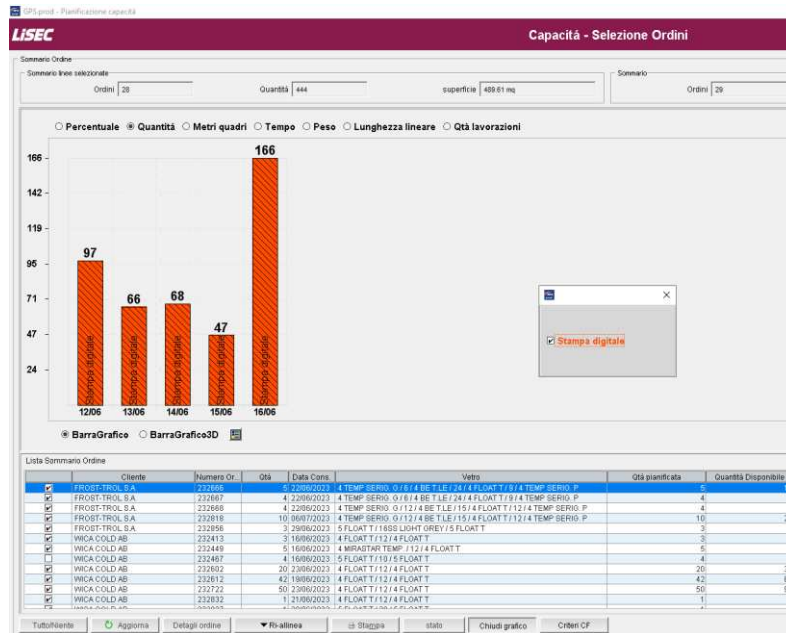


Figura 3.24 - GPS.PROD Pianificazione della capacità.

Questo mostra che, al giorno 8 giugno 2023, la quantità di vetri che è pianificata per la fase di serigrafia digitale nella settimana 35 (che va da lunedì 12 giugno a venerdì 16) è di 444 vetri. Ci si può chiedere il motivo per cui sono stati previsti solo 444 vetri nei 5 giorni, se la fase di serigrafia digitale ha una capacità di 900 vetri / a settimana con l'organizzazione della produzione in due turni di lavoro. La ragione è che il mercato della refrigerazione è caratterizzato da un trend in flessione sin dai primi mesi dell'anno, e l'analisi di questi dati ha permesso al management di ridurre il numero dei turni di produzione di tale fase ad uno solo.

Il responsabile della fase di serigrafia basa quindi l'organizzazione del proprio lavoro sul piano visibile dal Monitor della sua postazione di lavoro. In aggiunta, per sviluppare una visione complessiva sul carico aziendale, si è deciso di continuare con la fornitura delle *liste di pianificazione*<sup>12</sup> in formato cartaceo, richieste dai responsabili stessi al team MES THERM-IS. Ne vediamo una, nella sua versione più recente, nell'immagine 3.25 che segue; possiamo notare di fianco alla prima colonna relativa al numero di lotto le note scritte a penna dal caporeparto di molatura, relative al giorno in cui il lotto è stato lavorato.

<sup>12</sup> Le liste di pianificazione forniscono un resoconto di tutti quelli che sono i lotti pianificati dall'ufficio di pianificazione durante la settimana, dal lunedì al venerdì. Queste vengono consegnate ai capireparto il venerdì poco prima della fine del turno, e sono costituite da quattro colonne: nella prima è indicato il numero del lotto, nella seconda i passi di lavoro che caratterizzano il lotto (e quindi il suo percorso produttivo), nella terza è indicata la quantità del lotto espressa in VCM, mentre nell'ultima colonna è indicata la data di consegna che il sistema ha associato agli ordini contenuti nel lotto, considerando il carico macchina.

Piani di produzione molatura tempera serigrafia 5/06			
17739	1	CON CARRELLI AD A. HAUSER CN2 DIO NE L3, x 3/06	14
17721	1	CON CARRELLI AD A. HAUSER GMM CN2 L3 x 1/06	2
17765	1	CON CARRELLI AD A. WICA+ARNEG+OSCAR CN2 DIO NE L3, x 5/06	22
17718	1	CON CARRELLI AD A. ARNEG + OSCAR CN2 DIO GR L3, x 5/06	8
17723	1	CON CARRELLI AD A. ARNEG CN2 MAN L3, x 7/06	8
17775	1	CON CARRELLI AD A. ARNEG BR. TORATI DIO BIC L3, x 7/06	10
17811	1	CON CARRELLI AD A. BETHRAM CN2 DIO NE L4 x EURALUX, x 8/06	1
17836	1	CON CARRELLI AD A. TERMA 5MM SOLO TAGLIO x 8/06	10
17774	1	CON CARRELLI AD A. ORO CN2 DIO NE SOLO TAGLIO, x 8/06	4
17767	1	CON CARRELLI AD A. WICA+OSCAR CN2 MAN L3, x 8/06	8
17722	1	CON CARRELLI AD A. COLUMBELLA+ARNEG CN2 L3, x 8/06	5
17714	1	CON CARRELLI AD A. FROST BR. DIO NE L3 o L4, x 8/06	11
17762	1	CON CARRELLI AD A. ORO BR. DIO NE L3, x 8/06	10
17765	1	CON CARRELLI AD A. KOTTURE INTHERAM #3 LOTTI 17530 + 17529, CN2 DIO BIC	2
17842	1	CON CARRELLI AD A. RIFRIST INTHERAM + EURALUX TAURUS GRIGIO L3 + SMMG. NERO L4, CN2 DIO BIC, x 8/06	2
17824	1	CON CARRELLI AD A. COLUMBELLA+ARNEG CN2 L3, x 8/06	5
17796	1	CON CARRELLI AD A. MOVING CN2 DIO NE L3, x 9/06	2
17783	1	CON CARRELLI AD A. FROST CN2 BMM 3005 L3 x 9/06	1
17752	1	CON CARRELLI AD A. WICA TRIPOLI BR. L4, x 9/06	30
17760	1	CON CARRELLI AD A. WICA SOLO TAGLIO BMM x 9/06	1
17753	1	CON CARRELLI AD A. TAURUS BR. DIO NE L4, x CLARO 5L, x 9/06	8
17782	1	CON CARRELLI AD A. SMMG BR. DIO NE L4, WICA + CLARO 60, x 9/06	10
17738	1	CON CARRELLI AD A. WICA SPECCH 3MM SOLO TAGLIO x 9/06	22
17726	1	CON CARRELLI AD A. WICA + FROST CN2 DIO NE L3, x 9/06	5
17786	1	CON CARRELLI AD A. FROST + ORO CN2 DIO L3, x 12/06	10
17790	1	CON CARRELLI AD A. BIRICO TRIPOLI BR. L4, x 12/06	100
17758	1	CON CARRELLI AD A. INFRIGO BR. MAN SOLO L4, x 12/06	10
17853	1	CON CARRELLI AD A. TERMA BR. DIO GR L4, x 14/06	8
17825	1	CON CARRELLI AD A. TERMA BR. BMM SOLO L4, x 14/06	28
17820	1	CON CARRELLI AD A. ARNEG + ARNEG CN2 DIO BIC L3, x 14/06	7
17812	1	CON CARRELLI AD A. WICA+ARNEG+MAN PORT CN2 DIO BIC L3, x 14/06	5
17808	1	CON CARRELLI AD A. ARNEG 5MM BR. L3, x 14/06	4

Figura 3.25 – Lista di pianificazione per le fasi di molatura, serigrafia (digitale e verniciatura) e tempera.

## 3.10 La fase di tempera

### 3.10.1 Generalità

Il vetro temprato si ottiene indurendo la lastra di base attraverso il trattamento termico noto come tempera: il vetro viene posto al di sopra di un tavolo a rulli e lo si fa scorrere all'interno di un forno dove verrà riscaldato fino alla temperatura di 640°C. Terminata questa fase, il vetro ha raggiunto uno stato prossimo al rammollimento ed è quindi sottoposto a un repentino raffreddamento con getti d'aria gelida. Tale procedimento rende il vetro temprato particolarmente robusto e resistente alla flessione, circa sei volte più resistente rispetto al vetro float. Tuttavia, non tutti i vetri sono temprabili; se presentano forme articolate o vari fori molto vicini tra loro, durante il trattamento possono rompersi, per via delle tensioni interne del materiale.

### 3.10.2 Attività

La fase di tempera del vetro comprende il caricamento dei vetri nella rulliera di ingresso che li porterà poi in forno, l'informata<sup>13</sup>, lo scarico dei semilavorati dalla rulliera di uscita e la loro organizzazione negli appositi cavalletti, in modo da facilitarne poi la presa in mano da parte della fase seguente di assemblaggio o di verniciatura manuale. È prevista un'opportuna zona di deposito per i vetri temperati, il tutto è rappresentato in figura 3.26:

<sup>13</sup> In una stessa informata non possono essere presenti vetri di dimensione o tipologia differenti. In altre parole, in una stessa informata devono tassativamente essere lavorati vetri aventi lo stesso diametro e della stessa tipologia.



Figura 3.26 – A sinistra è rappresentata la rulliera di ingresso del forno di tempera, a destra la zona di deposito dei vetri temperati.

## 3.11 Prima del MES

### 3.11.1 Una inefficiente disposizione dei semilavorati nei cavalletti

Una delle problematiche che è stata più volte evidenziata dagli operatori dell'assemblaggio era relativa al fatto che il cavalletto con all'interno il materiale che ricevevano dal joker presentava i vetri in un ordine che non era quello coerente alla sequenza di assemblaggio. In altre parole, l'operatore della fase di scarico della tempera procedeva con la disposizione dietro mano dei vetri nel cavalletto, in base all'ordine in cui essi uscivano dal forno, non tenendo conto delle date in cui questi dovevano essere assemblati, da quale centro di assemblaggio, e del loro colore. Procedendo in questo modo, non si rispettava la sequenza di assemblaggio e i vetri che dovevano essere assemblati dal centro 3 venivano mischiati con i vetri che sarebbero dovuti andare al centro 4.

In aggiunta, i vetri neri e quelli grigi dovrebbero essere disposti in cavalletti differenti, dal momento che il *sigillante*<sup>14</sup> che verrà utilizzato è differente. Una volta che i vetri vengono disposti nel cavalletto, dovrebbero essere movimentati solo per cominciare con le operazioni di assemblaggio, in modo da evitare rotture o danneggiamenti degli stessi. In altre parole, non è pensabile attribuire alla fase di assemblaggio l'onere di disporre i vetri secondo la sequenza di assemblaggio, ma si deve intervenire a monte.

La disposizione dietro mano dei vetri operata dalla fase di tempera obbligava quindi il centro di assemblaggio a procedere con la realizzazione delle vetrocamere i cui vetri nella cavalletta erano quelli più facili da prelevare; così facendo, non veniva seguito alcun piano di assemblaggio basata sulle date di consegna e si richiedeva il cambio della tipologia e del colore del sigillante più del dovuto.

<sup>14</sup> Il sigillante utilizzato dalla linea di assemblaggio per la realizzazione della vetrocamera è silicone o Thiokol, di colore grigio per i vetri grigi, e nero per tutti gli altri colori. Il cambio della tipologia del sigillante presenta implicazioni in termini di costo, dato che il sigillante residuo all'interno della pompa deve essere buttato, e di tempo, considerando che per eseguire l'operazione di set-up è richiesta circa mezz'ora. Per tali motivi, deve essere effettuato una volta al giorno, al massimo due.

### 3.11.2 PRODMON - La gestione dei remake

Un'altra modificazione operativa che caratterizza il processo di tempera successivo all'implementazione del sistema MES riguarda l'attività di dichiarazione delle rotture e dei ripristini. La figura 3.27 vuole presentare il numero dei remake dichiarati per macchina, operazione che è ora resa possibile grazie all'ausilio dei monitor; osserviamo come la fase di tempera sia quella caratterizzata dalla più alta probabilità di rottura del vetro.

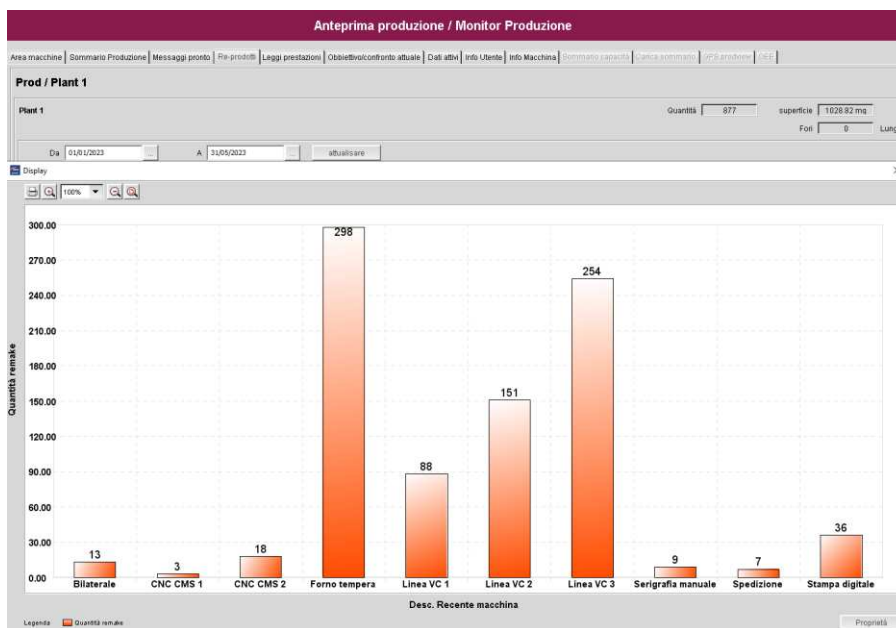


Figura 3.27 – Rappresentazione del numero delle rotture dichiarate per macchina nei mesi di gennaio, febbraio, marzo, aprile e maggio 2023 in THERM-IS.

A monte dell'implementazione del software si riscontrava il problema relativo alla gestione dei remake: quando, ad esempio, un vetro scoppiava in forno, o in termini generali quando avveniva una rottura in una qualsiasi fase del processo produttivo, la procedura seguita dal responsabile del centro in cui avveniva la rottura era la seguente:

- Nel caso di uno o pochi vetri non sagomati (rettangolari) rotti, venivano trascritte in un bigliettino le misure, le quantità da ripristinare e la tipologia di vetro da ritagliare. Questo veniva poi lasciato all'operatore del banco di taglio abilitato alla lavorazione di quella determinata tipologia, che procedeva quindi in maniera autonoma al ripristino del semilavorato non appena possibile;
- Nel caso di uno o pochi vetri sagomati rotti, il responsabile si recava in ufficio di pianificazione per farsi stampare il disegno dell'articolo in questione, per poi trascriverci le informazioni relative al lotto e alla quantità. Questo veniva poi lasciato all'operatore del banco di taglio che procedeva in maniera autonoma al ripristino del semilavorato non appena possibile;
- Nel caso in cui fosse necessario procedere alla re-produzione di un numero più alto di vetri (ad esempio quando scoppiava in forno un'intera infornata da 6-8 pezzi o più), la rottura veniva comunicata per telefono all'ufficio di pianificazione che procedeva con una nuova ottimizzazione dei vetri in questione.

Ognuno di questi procedimenti impediva all'ufficio di pianificazione di eseguire un monitoraggio attivo della produzione, dato che nei primi due casi non veniva nemmeno informato sulle rotture avvenute. Una mancata comunicazione dei rifacimenti alla pianificazione poteva significare un possibile ritardo nella consegna degli ordini, perché i ripristini non venivano "spinti" dall'ufficio di pianificazione e le fasi di produzione non erano informate dell'urgenza nella riunione mattutina. In aggiunta, non potendo contare su di un sistema per la tracciabilità dei semilavorati, la probabilità che il ripristino effettuato andasse perduto era molto alta, giacché i pezzi tagliati erano pochi e per necessità venivano spostati dal cavalletto in cui erano stati depositati dal taglio. Come se ciò non bastasse, accadeva di frequente che, per esempio a causa delle frizioni tra gli operatori, il centro di taglio non procedeva immediatamente al ritaglio del vetro urgente richiesto dal responsabile di un altro centro; tutto ciò rallentava il processo di remake e non dava la possibilità di rispettare la data di consegna pattuita con il cliente.

### **3.11.3 La registrazione delle attività del centro di tempera**

Come abbiamo già visto nei paragrafi relativi alla fase di taglio, di molatura e di serigrafia, anche il centro di tempera era chiamato a registrare i lotti che venivano lavorati all'interno di un quaderno, in modo da poter rispondere alle domande relative allo stato di avanzamento che le venivano puntualmente poste dai pianificatori o dai piani alti.

## **3.12 Dopo il MES**

### **3.12.1 La predisposizione dei cavalletti per linea di assemblaggio**

L'implementazione del MES, mediante l'analisi delle attività costituenti il processo produttivo, ha permesso al team MES Therm-Is di operare le opportune modifiche in termini procedurali e di rendere la disposizione dei vetri successiva alla tempera più "intelligente". Nello specifico, si è deciso di passare direttamente a questo centro l'informazione relativa a quale linea di assemblaggio sono destinati i vetri del lotto, in modo da realizzare cavalletti distinte per ciascun centro; si è disposto di dotare la fase di tempera di fogli A3 plastificati che presentano la dicitura "L3", in modo che questi possano essere applicati direttamente a quelli che sono i cavalletti destinati alla linea 3, come vediamo in figura 3.29. Questo facilita il joker nell'identificazione dei vetri.



Figura 3.29 – Nell’immagine vediamo il foglio L3 applicato al cavalletto.

A primo impatto, la soluzione proposta può essere vista come banale, ma obbliga chiunque voglia spostare un vetro in un altro cavalletto a chiedersi se il cavalletto di destinazione è indirizzato alla linea di assemblaggio 3 o meno.

In secondo luogo, per risolvere la problematica relativa ad una disposizione dei vetri nel cavalletto non ottimizzata in base alle date di assemblaggio, si è dovuto analizzare il processo di produzione dal principio, e ci si è resi conto che la causa risiedeva nell’ordine in cui i vetri vengono processati dalla fase di taglio. È stato chiesto al fornitore del software di poter associare a ciascun vetro dell’ottimizzazione un parametro di priorità, in modo che i vetri con la data di consegna più vicina (per cui si sarebbe dovuto procedere con l’assemblaggio in anticipo rispetto agli altri) apparissero nelle prime lastre dell’ottimizzazione. Così facendo, i semilavorati disposti per primi nel cavalletto dal taglio sarebbero stati presi in carico dalla fase di molatura per ultimi (perché al di sotto di tutte le altre lastre), di conseguenza sarebbero stati i primi ad essere lavorati dalla fase di serigrafia. Dopo averli verniciati, si voleva che quest’ultimo centro disponesse i vetri nelle rastrelliere partendo dal basso con i vetri la cui data di consegna è più vicina, in modo che la tempera potesse a sua volta disporre i vetri nei cavalletti seguendo questo ordine. La tempera carica in forno i vetri disposti dalla serigrafia partendo dalla parte alta della rastrelliera, di conseguenza quelli situati nella parte bassa, che sono quelli caratterizzati da una data di consegna più vicina, sarebbero stati gli ultimi ad essere temperati, e di conseguenza sarebbero stati collocati per ultimi nel cavalletto per l’assemblaggio, e quindi sarebbero stati i primi ad essere prelevati da quest’ultima fase.

Purtroppo, con il fornitore non si è riusciti a portare a compimento la specifica relativa all’associazione di una priorità ai semilavorati presenti nell’ottimizzazione, poiché la funzione obbiettivo seguita dall’ottimizzazione della lastra è volta alla minimizzazione dello spreco della stessa.

### **3.12.2 Pila Reproduzione - Una gestione efficiente dei ripristini**

Per quanto concerne l’iter di gestione dei ripristini, l’adozione del MES ha permesso di proceduralizzare le attività volte alla gestione dei remake, che in precedenza venivano eseguite in maniera non ottimizzata e disordinata. Il software MES fornisce all’operatore della produzione la possibilità di selezionare singolarmente e in real-time tutte le rotture che



avvengono lungo l'intero processo produttivo, direttamente dai Monitor montati in produzione, e di motivarne le ragioni. La specificazione della causa fornisce la possibilità, a chiunque sia interessato, di interrogare il sistema ed estrapolare i dati statistici relativamente alle tipologie di vetro più soggette a rottura, e quindi ad analizzare le cause sottostanti.

Dall'immagine di figura 3.30 possiamo osservare l'attività di dichiarazione delle rotture da parte dell'operatore "costanic" della fase di temepera, relative a 4 vetri tipologia BE T.LE contenuti nel lotto 17532. Nell'immagine si nota che il motivo della rottura è "rotto in produzione".

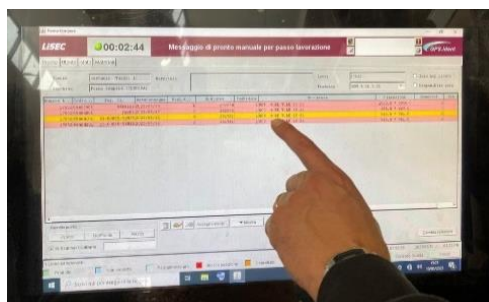


Figura 3.30 - Attività di dichiarazione delle rotture mediante il Monitor touch da parte della fase di tempera.

Dichiarata la rottura, l'ufficio produzione riceve la comunicazione direttamente nell'applicativo Pila Reproduzione (o Remake) presentato in figura 3.31, eseguibile dal proprio PC, con il quale potrà procedere alla pianificazione degli ordini in un nuovo lotto.

Lotto	Classe	Data	N. Ordine	N. Riga	Qualitativa	Lotti Deviaz.	OK	Lunghezza	Altezza	Spessore	Tipo Vetro
17532	1808 COLUMBIA SRL	211793	1	0	OK	0	1.000	1940	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	0	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	1	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	2	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	3	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	4	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	5	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	6	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	7	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	8	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	9	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	10	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	11	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	12	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	13	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	14	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	15	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	16	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	17	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	18	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	19	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	20	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	21	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	22	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	23	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	24	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	25	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	26	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	27	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	28	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	29	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	30	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	31	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	32	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	33	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	34	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	35	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	36	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	37	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	38	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	39	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	40	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	41	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	42	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	43	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	44	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	45	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	46	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	47	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	48	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	49	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	50	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	51	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	52	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	53	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	54	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	55	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	56	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	57	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	58	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	59	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	60	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	61	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	62	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	63	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	64	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	65	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	66	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	67	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	68	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	69	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	70	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	71	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	72	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	73	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	74	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	75	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	76	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	77	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	78	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	79	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	80	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	81	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	82	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	83	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	84	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	85	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	86	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	87	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	88	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	89	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GLASS & METAL CECOSLOV	210750	1	90	OK	0	1.000	1970	3	4	BE T.LE
17532	1805 NOVINO GL										





Figura 3.32 – Rappresentazione dei piani di taglio di colore rosso.

## **CAPITOLO 4: L’impatto del MES nei centri di verniciatura, assemblaggio, piegatura e spedizione**

Presentiamo qui la ricostruzione operativa dei processi di verniciatura ed assemblaggio eseguiti in THERM-IS, sottolineando le modificazioni di carattere operativo e procedurale susseguenti all’implementazione del sistema MES, in relazione alle modalità operative che caratterizzavano la situazione antecedente all’acquisto del software. Successivamente vengono analizzate le due ultime fasi del processo di produzione, ovvero la spedizione e la piegatrice, per cui non è stato fornito il monitor di produzione, spiegando anche le motivazioni di tale scelta.

### **4.1 La fase di verniciatura manuale**

#### **4.1.1 Generalità**

La fase di verniciatura manuale avviene dopo la tempera e si rende necessaria quando:

- Il colore (RAL) richiesto dal cliente differisce dai semplici RAL 7001, 7042, 9004 o 9005, per i quali la lavorazione viene eseguita dalla macchina di serigrafia digitale.
- La vetrocamera richiesta è formata dall’incollaggio dello specchio all’interno tra i due vetri.

## 4.1.2 Attività

Prima che l'operatore possa procedere con la verniciatura, deve ricoprire con dello scotch / pellicola protettiva la sezione di vetro che il cliente desidera rimanga trasparente, e successivamente, procederà con l'operazione vera e propria di verniciatura su tutto il vetro, grazie ad una bomboletta spray, come vediamo nella figura 4.1.

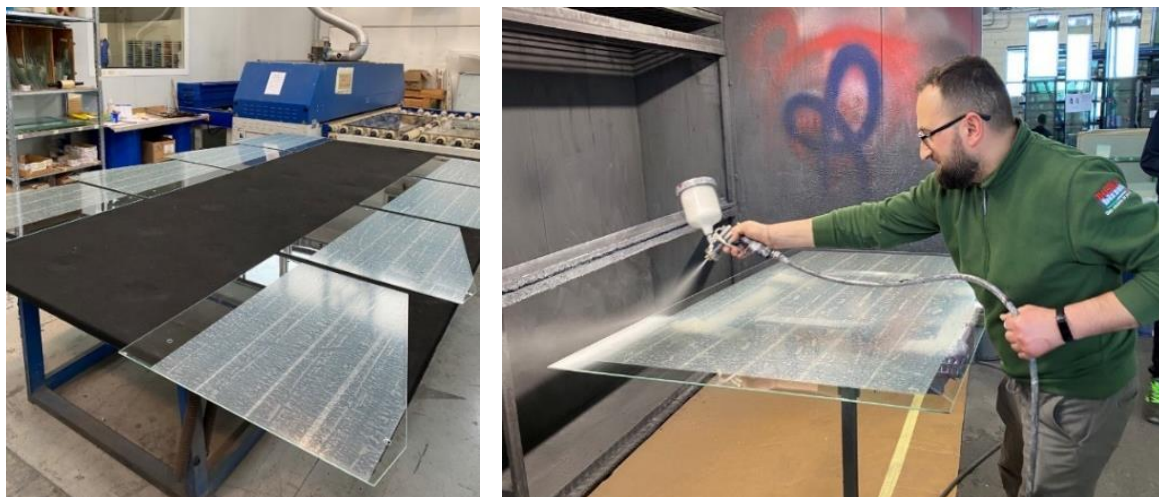


Figura 4.1 – Nell'immagine di sinistra è rappresentata la sezione dei vetri ricoperta con la pellicola protettiva prima della verniciatura manuale, mentre in quella di destra si nota l'operazione di verniciatura manuale del vetro (RAL bianco 9010) tramite bomboletta spray.

In terzo luogo, i vetri vengono riposti per un paio di giorni in un cavalletto a pettine, come quello in figura 4.2, in modo da dare la possibilità al colore di asciugarsi:



Figura 4.2 – Deposizione dei vetri nella rastrelliera per permettere al colore di asciugarsi.

Dopo circa 36 ore, tempo necessario al colore per aderire uniformemente su tutta l'area di vetro interessata, l'operatore rimuove la pellicola protettiva e procede con l'inserimento dei messaggi di "pronto" dal monitor situato in prossimità del centro. In seguito, i vetri vengono riposti nei

cavalletti originari avendo l'accortezza di formare pile diverse in base al numero di lotto, e vengono trasportati alla *linea di assemblaggio 3*<sup>15</sup>.

L'operazione di verniciatura manuale, che ha una durata complessiva di circa due giorni, è dunque composta da quattro sub-task: applicazione scotch – verniciatura – asciugatura colore - rimozione scotch e pulizia del vetro. Di queste sotto attività non sono stati creati i passi di lavoro per evitare di complicare la realizzazione del modello del ciclo produttivo da inserire nel MES e per scongiurare il verificarsi di un numero troppo elevato di iterazioni dell'utilizzatore con il monitor. In altre parole, queste quattro sotto attività sono state raggruppate all'interno del passo di lavoro “verniciatura manuale”, e l'operatore dichiara come completata la lavorazione solo quando il vetro è stato pulito ed è pronto per essere assemblato.

Al contempo, questo minor livello di dettaglio nella discretizzazione delle attività determina una minore possibilità di controllo da parte dell'ufficio di pianificazione, dal momento che, nell'intento di verificare lo stato di avanzamento degli articoli dal modulo ProdMon, un codice che è appena stato temperato (attività che precede la fase di verniciatura manuale) e lo stesso che è in fase di asciugatura (sub-task che precede la dichiarazione dei messaggi di pronto del centro di verniciatura manuale) non presentano alcuna differenza in tal senso.

## **4.2 Verniciatura manuale prima dell'introduzione del MES**

La peculiarità che caratterizza le attività che vengono svolte dagli operatori di questa fase è che i task della verniciatura sono operazioni completamente manuali. Di conseguenza, la definizione di un tempo attendibile relativo alla verniciatura di un vetro è un'informazione difficile da ottenere e dipende da molte variabili. A causa di queste difficoltà, prima dell'introduzione del sistema MES, non vi era alcun controllo sul carico di lavoro cui la verniciatura avrebbe dovuto far fronte nelle settimane seguenti alla pianificazione.

La prassi aziendale voleva che tutti gli ordini cliente ricevuti fossero inseriti in produzione e consegnati al massimo 4 o 5 settimane dopo la ricezione; sovente quindi, il responsabile della verniciatura si trovava a dover lavorare più vetri rispetto a quelli che riteneva di poter fare, e molti degli ordini caratterizzati dalle lavorazioni di verniciatura manuale venivano consegnati in ritardo rispetto a quello che era stato pattuito con il cliente.

Solo con l'introduzione del MES e con l'analisi dei messaggi di pronto prodotti è stata effettuata una pianificazione degli ordini che tenesse conto dei vincoli di capacità di questa fase.

## **4.3 Dopo l'introduzione del MES**

Il MES e in particolare il controllo dei messaggi di pronto, ha aiutato l'azienda a definire un numero medio di vetri che possono essere processati settimanalmente da questa fase,

---

<sup>15</sup> Vedremo nel paragrafo dedicato alle fasi di assemblaggio, che tutti i vetri verniciati a mano vengono realizzati dalla linea 3.

scongiurando un continuo sovraccarico della stessa, situazione che caratterizzava il processo produttivo a monte dell'implementazione del software.

La figura 4.3 mostra il numero di pezzi giornalieri previsti con il passo di verniciatura manuale e che quindi caricano la capacità di tale fase, per il mese di giugno. La conoscenza di questi dati permette di definire, in anticipo, il numero di risorse da allocare al centro, il numero di turni su cui organizzare la produzione e il consumo in metri quadri di uno specifico colore.

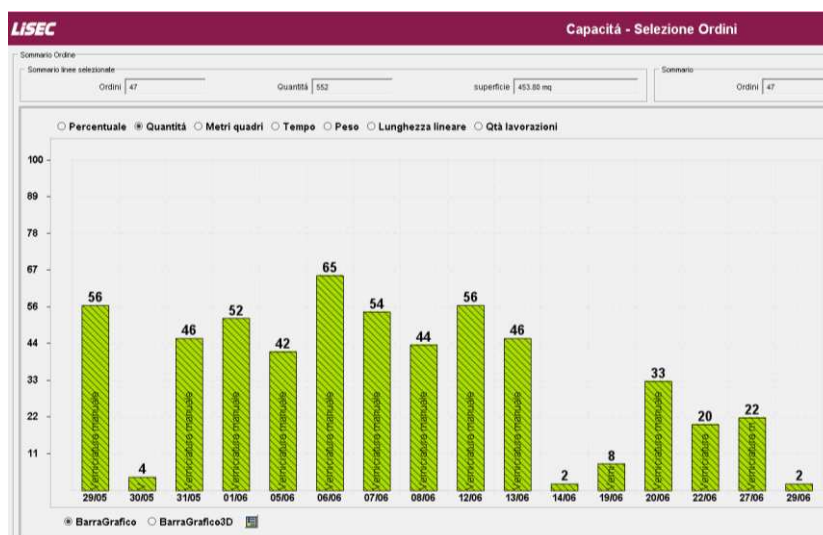


Figura 4.3 - GPS.PROD Pianificazione della capacità.

Considerando una *capacità media*<sup>16</sup> di circa 54 vetri al giorno su di un turno di lavoro, la percentuale di caricamento della fase esplosa nei giorni di giugno è rappresentata nella figura 4.4. Si può notare come per il 6 di giugno sia previsto un sovraccarico del 20 % rispetto alla capacità nominale; questo è dovuto ad una serie di forzature manuali effettuate dal pianificatore, a cui si dovrà far fronte assegnando una risorsa ulteriore al centro di lavoro o programmando un doppio turno di lavoro in uno specifico giorno.

<sup>16</sup> Nel calcolo della capacità media di ogni fase è stato considerato un coefficiente di rendimento dell'operatore pari all'80%, dovuto al fatto che, nel tempo che ha a disposizione, non produce sempre all'efficienza massima a causa di pause, soste o rallentamenti. Tale coefficiente dipende anche dal suo livello di esperienza.

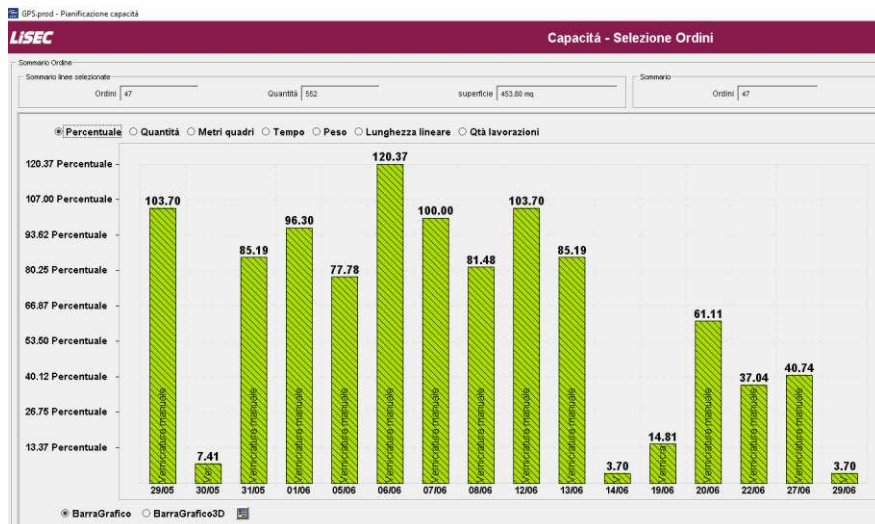


Figura 4.4 - GPS.PROD Pianificazione della capacità.

### 4.3.1 I tempi di approntamento

Differentemente da quello che accade nella fase di serigrafia digitale in cui la macchina può verniciare indifferentemente in nero o in grigio senza alcun bisogno di intervenire e pulire le testine, per programmare il lavoro della fase di verniciatura manuale bisogna accorpate i colori simili. Per diminuire i costi di set up relativi al cambio colore della pompa di verniciatura, il MES dà la possibilità di raggruppare gli ordini inseriti in produzione per colore, in modo tale da organizzarne la produzione minimizzando il numero dei cambi. In altre parole, l'ufficio di pianificazione ha la possibilità di comunicare al responsabile la quantità esatta di vetri per cui dovrà essere usato un determinato colore, e il loro lotto, in modo da premetterne un raggruppamento.

Nello specifico, con il modulo MES Capacità, il pianificatore ha la possibilità di operare lo spostamento manuale del passo di lavoro di verniciatura manuale e programmare la lavorazione di ordini caratterizzati dallo stesso colore in uno stesso giorno o in più giorni consecutivi. Nella figura 4.5 vediamo infatti che la lavorazione di verniciatura manuale per la settimana 23 è stata raggruppata per colore, nello specifico è prevista la verniciatura di 4 vetri RAL 7004, di 50 vetri RAL 7015, di 65 vetri RAL 7016, di 12 vetri RAL 7042, 2 vetri RAL 9005, 14 vetri RAL 9006 e infine di 58 vetri RAL 9010:

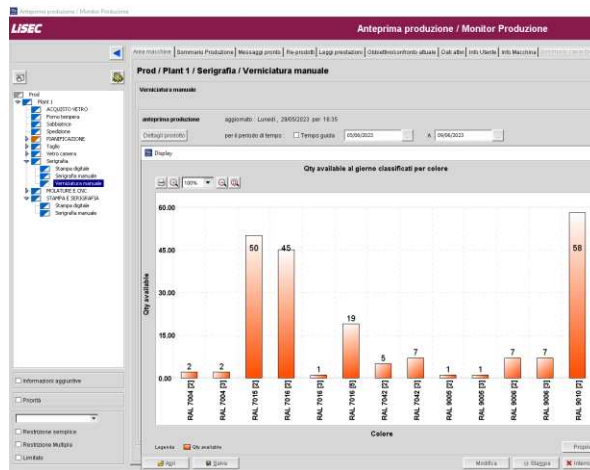


Figura 4.5 - GPS.PROD ProdMon. Rappresentazione della quantità di vetri ordinati per colore, il cui passo di verniciatura manuale cade all'interno della settimana 23 (dal 5/06 al 9/06).

## 4.4 Le linee di assemblaggio

### 4.4.1 Generalità

In THERM-IS sono presenti due linee di assemblaggio automatiche per la produzione di vetrocamere per la refrigerazione da 2, 3 o 4 camere con distanziali in alluminio, warm edge o Super Spacer. I sigillati utilizzati sono a base di siliconici neri o grigi.

La linea 3 è abilitata all'assemblaggio di prodotti sagomati, composti da 2 camere, con il telaio in alluminio o in warm edge, con o senza specchi. Il sigillante di cui fa uso è solo il silicone, di colore nero e grigio.

La linea 4 è idonea all'assemblaggio di prodotti dritti, composti da 3 o 4 camere, con il distanziale in Super Spacer, senza specchi; solo nei casi in cui la linea 3 non è riuscita a far fronte al lavoro previsto, la linea 4 viene adibita all'assemblaggio di vetrocamere diritte (senza specchio) con il telaio in alluminio o in warm edge. Il super spacer è un distanziatore in silicone strutturato espanso che presenta diversi vantaggi rispetto alle altre tipologie di telai; la forma viene ottenuta direttamente dalla macchina di assemblaggio, prima di procedere con la sua applicazione nel vetro. In aggiunta, può utilizzare entrambi i sigillanti, sia il silicone che il Thiokol.

### 4.4.2 Attività

Prima di procedere con la realizzazione delle vetrocamere all'interno di un lotto, il joker si occupa di preparare tutto il materiale necessario, quali i cavalletti con all'interno i vetri, i distanziali (telai), e gli accessori richiesti, e di recapitarlo in prossimità del centro.

I vetri che compongono la vetrocamera vengono caricati nella linea seguendo la sequenza indicata nelle liste di produzione che vengono allegate ai disegni ODL cartacei. Entrambe le linee comprendono una macchina per il lavaggio del vetro in cui avviene la pulizia di base e



l'asciugatura delle lastre, e una pressa che esegue il riempimento con gas Argon e la compressione degli elementi in vetro isolante. Dopo che il primo vetro esce dalla macchina di lavaggio, l'operatore procede con l'applicazione del distanziale, che aderisce al vetro grazie all'azione del silicone non strutturale presente in tutto il perimetro del canalino stesso.

Successivamente, viene caricato nella linea il secondo vetro, che viene automaticamente sovrapposto al primo fino a raggiungere la pressa, nella quale viene insufflato gas Argon e realizzata la vetrocamera per compressione. Per minimizzare la dispersione di calore, sopra al distanziale e lungo tutto il perimetro, viene applicato il sigillante strutturale (silicone o Thiokol, nero o grigio) tramite una pompa.

Se richiesto dal cliente, lungo tutto il perimetro può essere applicato il profilo in gomma o in acciaio: questo viene incollato sopra al telaio per mezzo del sigillante strutturale, su alcuni dei lati della vetrocamera a seconda delle richieste del cliente, ed ha una funzione puramente estetica. In figura 4.6 è mostrata la sequenza di assemblaggio appena esposta per la linea 3 (la vetrocamera presentata in figura è sagomata ed è inserito lo specchio al suo interno):

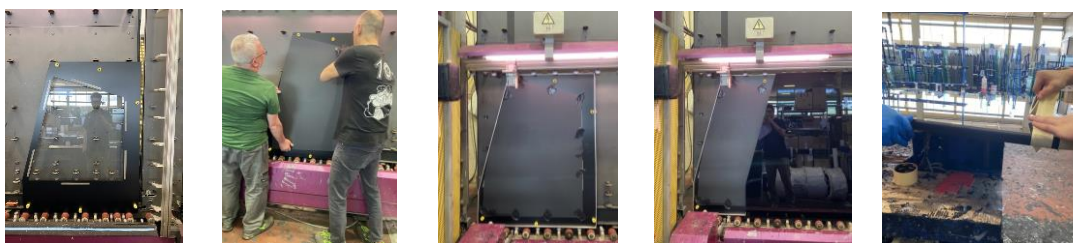


Figura 4.6 – Sequenza di assemblaggio in linea 3.

Infine, nella vetrocamera viene applicata l'etichetta, rappresentata in figura 4.7, che permette l'identificazione del prodotto in fase di spedizione e imballaggio, prima di chiuderla con dello scotch e di riporla nel cavalletto per circa un paio d'ore, tempo necessario affinché il sigillante possa asciugarsi. Le etichette vengono consegnate al caporeparto dell'assemblaggio assieme al piano di produzione, il giovedì di ogni settimana.

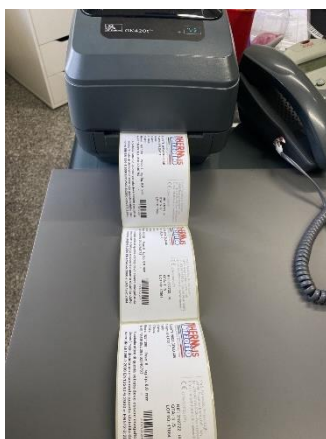


Figura 4.7 – Attività di stampa delle etichette da parte dell'ufficio di pianificazione.



Per concludere, gli assemblati vengono riposti nei cavalletti rappresentati in figura 4.8 e movimentati fino alla fase di pulizia e spedizione.



Figura 4.8 – Cavalletto con all'interno le vetrocamere appena assemblate.

## 4.5 Assemblaggio prima dell'introduzione del MES

### 4.5.1 La registrazione delle attività di assemblaggio: le schede di denuncia ed autocontrollo

Partiamo con l'analizzare l'aspetto comune che caratterizzava le linee prima dell'adozione del MES: anche gli operatori addetti all'assemblaggio dei semilavorati avevano il compito di compilare il foglio prestampato di autocontrollo, come quello mostrato nella figura 4.9.

LINEA:	LOTTO:	OPERATORI:					Q.13:	
DATA:								
ORA INIZIO:								
ORA FINE:								
TIPO VETRO	BOLLA	STRISCIO	COATING ROVINATO	PLASTICO SPORCO	ROTTURA VETRO	MISURE ERRATE	LAVORAZIONE ERRATA	ALTRO (specificare)
PROBLEMATICHE RISCOSE	TEMPO IMPIEGATO SE MAGGIOR DI 10 MINUTI		NOTE O MAGGIORI INDICAZIONI					
1- RICERCA VETRI								
2-MANCANZA MATERIALE								
3-GUASTO								
4-MANCANZA INFORMAZIONI								
5-DIFETTOSITA' MATERIALE								
6-ALTRO (specificare)								

FIRMA

Figura 4.9 - Schede di denuncia ed autocontrollo per la linea di assemblaggio 3 e 4.

L'operatore procedeva con l'inserimento del suo nome, di quello delle risorse che gli sono state assegnate e all'identificazione del centro di assemblaggio in cui opera. A seguire, inseriva il numero di lotto che andava a lavorare, la data e l'ora di inizio. Ad assemblaggio terminato indicava il numero delle vetrocamere conformi prodotte relativamente ai lotti precedentemente dichiarati e trascriveva il numero e il codice articolo delle rotture avvenute; in questa fase dovevano essere segnalate le motivazioni sottese agli scarti di produzione. L'operatore indicava poi la data e l'ora di fine operazione.

All'interno della scheda si può notare l'elenco delle problematiche riscontrate, che causano una serie di attività non a valore aggiunto che penalizzano la produttività. L'operatore deve essere in grado di identificarle e determinare i tempi di inattività che queste hanno comportato. Le operazioni non a ciclo più frequenti che caratterizzano l'attività del centro di assemblaggio sono:

- Ricerca dei vetri: prima di iniziare con l'assemblaggio, l'operatore deve controllare di avere a disposizione tutto il materiale necessario (semilavorati e componenti) e, nel caso in cui questo non sia stato preparato in anticipo dal joker, deve recuperarlo all'interno dello stabilimento. Prima dell'introduzione del software per la tracciabilità dei semilavorati, l'operatore vagava per molto tempo alla ricerca di un vetro, che magari era andato rotto. L'informazione relativa alla rottura non veniva registrata nel gestionale, bensì trascritta nei disegni di produzione secondo la seguente dicitura “-1 pezzo rotto”, ma se il disegno veniva smarrito o la rottura non veniva riportata, l'attività di ricerca diveniva molto onerosa.
- Difettosità materiale: è da intendersi come il tempo impiegato nell'eseguire i tentativi di recupero dei semilavorati e dei componenti costituenti la vetrocamera restituita dal cliente perché non conforme. Questo tipo di rilavorazione costituisce l'attività non a ciclo più frequente in THERM-IS; spesso, per effettuare un ripristino in garanzia di una vetrocamera, la fase di assemblaggio provvede ad una sua riapertura per eliminarne i difetti quali sporco, animali intrappolati, dimensione del telaio errata, incollaggio del profilo errato, eccetera. Con il termine “difettosità materiale” si intende anche il tempo che l'operatore impiega per la selezione dei soli pezzi buoni su cui eseguire l'attività di assemblaggio e la rimozione degli scarti dal cavalletto.
- Guasto macchina: è da intendersi come un qualsiasi tipo di micro-fermata non programmata a causa di malfunzionamenti dell'apparecchiatura.
- Mancanza di informazioni: sovente, succedeva che le informazioni riportate nei disegni ODL non fossero sufficienti a procedere con l'assemblaggio. Ad esempio, poteva mancare l'informazione relativa alla tipologia di profilo da applicare, o su che lati doveva essere incollato.

Così come per la fase di taglio, anche al caporeparto dell'assemblaggio era affidato il compito di sovrintendere l'attività di compilazione delle schede di denuncia ed autocontrollo.

## **4.5.2 La redazione di piani di assemblaggio incompleti**

Prima del MES, alla fase di assemblaggio venivano consegnati dei piani di assemblaggio diversi da cliente a cliente, in termini di informazioni in essi contenuti, in cui venivano

generalmente indicati i codici degli articoli da produrre, i lotti, e la data di consegna che doveva essere rispettata. Vediamo un esempio delle vecchie liste di assemblaggio e consegna del cliente Frost-Trol e Arneg che venivano fornite al centro di assemblaggio e di spedizione in formato cartaceo nelle in figura 4.10.

Per sottolineare la non uniformità delle informazioni inserite, si osserva che nel primo erano presenti i dati relativi ai codici articolo da produrre, alla quantità, al lotto, alle misure della vetrocamera, mentre nel secondo erano riportate le informazioni relative al numero dell'ordine cliente Arneg, alla riga dell'ordine cliente, ai codici articolo da produrre, alla cassa in cui devono essere inseriti i codici dal reparto di spedizione / imballaggio, alla quantità e al lotto.

HERMIS DIZIOTO							CONSEGNA ARNEG MERCOLEDI' 29/03/2023					
FROST-TROL CONSEGNA GIOVEDI' 02/03/2023							ORDINE	R	CODICE	B	PZ	LOTTO
RIF. CASSA	CODICE	PZ	LOTTO	CONTR.	MISURA MASSIMA	NOTE						
	UCTE000539	1	16670		2568 X 300		684144	2	02754362	M6	1	16753
	UCTE000479	1	16675		1230 X 400		682217	31	02754362	M6	4	16803
	UCTE000377	1	16675		1420 X 400		685275	1	02748661	M6	2	16876
	UCTE000387	1	16675		1909 X 400		684990	1	02744468	M8	1	16877
	UCTE000376	10	16675		1820 X 400	perché in lotto solo 2 ??	684990	5	02748559	M5	1	16878
	UCTE100011	25	16618		1057 X 1723		684990	11	02753125	M4	6	16878
	UCTE100013	25	16618		757 X 1923		684990	10	02752156	M4	2	16878
	UCTE000408	10	16669		957 X 1923		684990	6	02749130	M4	4	16878
	UCTE000732	10	16669		757 X 1810		685339	1	02750580	M4	4	16878
	UCTE100015	20	16669		1057 X 1923		684990	7	02749796	M8	2	16878
							682217	21	02754344	M6	1	16892
							682217	22	02754345	M6	1	16892
							684381	12	02754362	M6	2	16892
							685339	6	02754223	M6	12	16892
							684624	2	02755383	M4	4	16895

Figura 4.10 - Piano di assemblaggio e di spedizione del cliente Frost-Trol per giovedì 2 marzo 2023 e del cliente Arneg per mercoledì 29 marzo 2023.

Il banco di assemblaggio era quindi preso d'assalto da una serie di liste, suddivise per cliente e sempre diverse, che nell'immaginario aziendale dovevano essere realizzate per organizzare al meglio le sue operazioni, ma che nella realtà non facevano altro che aggiungere ulteriore disordine ad un'organizzazione del lavoro già di per sé molto complicata.

È opportuno realizzare delle riflessioni in merito a questi piani, in modo da comprenderne le migliori operative che il processo di produzione caratterizzato dalla presenza del MES può beneficiare:

- L'informazione relativa alla misura massima della vetrocamera che vediamo essere presente nel piano di spedizione di Fost-Trol in figura 4.10 non forniva alcun aiuto alla fase di assemblaggio, ma veniva inserita perché la stessa lista veniva consegnata anche alla fase di spedizione, per la quale era importante conoscere le dimensioni della vetrocamera che doveva essere imballata. Nasce spontanea quindi la necessità di realizzare liste separate per centri di lavoro caratterizzati da bisogni informativi differenti.
- Il dato relativo all'ordine e alla riga del cliente Arneg rappresentano delle informazioni di importanza secondaria rispetto a quella relativa l'ordine interno THERM-IS, che però non veniva indicata; nella realizzazione del D.D.T. e della bolla, infatti, il back office doveva inserire tale dato.
- Al contempo, molte delle informazioni che potevano rappresentare un aiuto per una migliore organizzazione delle attività di assemblaggio non venivano specificate, quali ad esempio il colore RAL dei vetri o la tipologia di sigillante che doveva essere utilizzato dal centro di assemblaggio. Difatti, abbiamo appreso l'importanza di

organizzare le attività dell'assemblaggio minimizzando il numero dei cambi della tipologia e del colore del sigillante, ma nelle liste non vi era alcun dato relativo al colore della vetrocamera (il colore del sigillante si definisce in base al colore RAL dei vetri) o alla tipologia del sigillante stesso.

## **4.6 Dopo l'introduzione del MES**

### **4.6.1 La registrazione delle attività di assemblaggio: i messaggi di pronto**

Così come abbiamo visto per tutte le fasi sino ad ora, anche le linee di assemblaggio devono registrare l'attività di pronto usufruendo dei monitor touch installati in prossimità dei centri. Poco dopo l'acquisto e l'installazione dei terminali, si scoprì però che la zona in cui è situata la linea 3 è sprovvista di copertura WI-FI, rendendo inutilizzabile il monitor stesso.

Questo rappresentò (e rappresenta tuttora) una grossa limitazione per l'attività di monitoraggio del processo produttivo, dato che senza la generazione dei messaggi di pronto vengono meno tutti quei benefici relativi alla possibilità di dichiarare il pronto relativamente al passo di lavoro vetrocamera, che rappresenta il passo di lavorazione associato all'attività di assemblaggio, così come gli scarti o le rotture di materiale che sono avvenute.

Per risolvere, o quantomeno arginare tale problematica, è prevista l'introduzione di uno scanner nella parte terminale della linea di assemblaggio 3 ad inizio settembre; lo strumento, mediante la lettura di apposite etichette dotate di codice a barre e incollate nel vetro sin dalla fase di taglio o direttamente in quella di assemblaggio, sarà in grado di comunicare automaticamente e direttamente con il sistema GPS.IDENT per la dichiarazione dei messaggi di pronto, proprio come avviene con l'ausilio dei monitor.

### **4.6.2 Un piano di assemblaggio standard**

Grazie all'introduzione del sistema MES, le attività di assemblaggio della linea 3 e 4 sono ora programmate su base settimanale. Più nello specifico, grazie all'interrogazione del modulo MES ProdMon, il pianificatore della produzione redige un piano contenente tutti gli ordini il cui passo di assemblaggio cade all'interno dell'intervallo temporale definito.

Il file mostrato in figura 4.11 viene realizzato dall'ufficio di pianificazione e condiviso direttamente con il responsabile del centro assemblaggio 3 e 4 mediante il monitor; esso presenta l'elenco di tutti gli ordini e dei relativi lotti che devono essere assemblati nella settimana 23 che va da lunedì 5 giugno a venerdì 9 giugno.

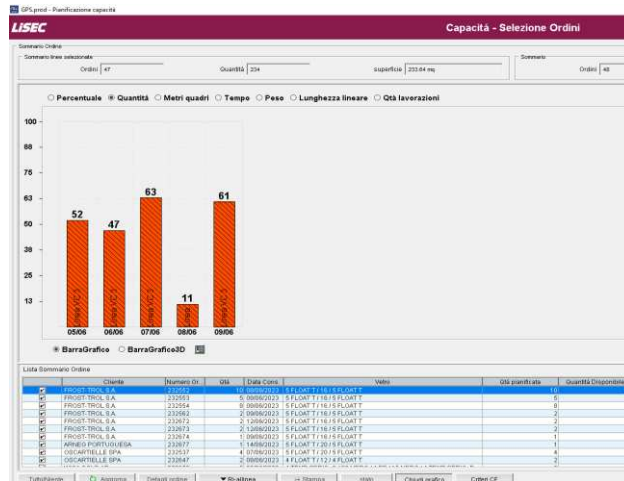


Figura 4.11 - GPS.PROD modulo Capacità, piano di assemblaggio per la linea 3.

Il piano di assemblaggio relativo alla settimana successiva viene realizzato il giovedì mattina della settimana precedente. Le informazioni in esso contenute sono il nome del cliente, l'ordine interno THERM-IS e il lotto in cui è inserito, la quantità associata all'ordine espressa in vetrocamere, la data di consegna associata all'ordine nel momento in cui è stato inserito in pianificazione, la struttura della vetrocamera e la quantità che è pronta per essere lavorata. L'ultima colonna "quantità disponibile" rappresenta il numero di vetrocamere di un determinato ordine il cui passo di lavoro precedente a quello di assemblaggio è stato dichiarato come completato. In altre parole, vuole comunicare quante, delle vetrocamere che dovrebbero essere assemblate, sono effettivamente pronte per essere lavorate dalla fase in oggetto.

La figura 4.12 rappresenta la conversione del numero di vetrocamere da produrre nella percentuale di occupazione prevista per la linea di assemblaggio 3:

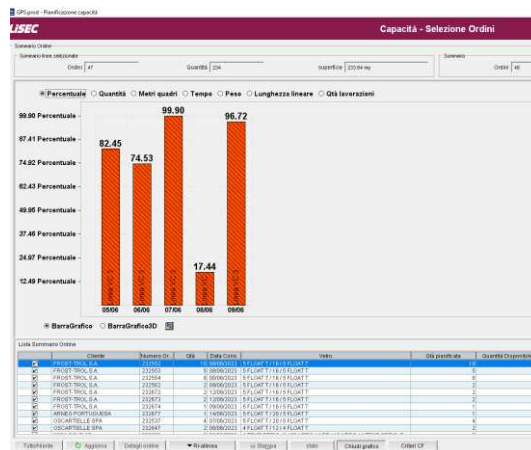


Figura 4.12 - GPS.PROD modulo Capacità, occupazione in percentuale della disponibilità nominale della linea 3 nella settimana 23.

Da quest'ultimo istogramma si possono derivare ulteriori considerazioni e analisi, quali ad esempio la possibilità di distribuire una parte del lavoro previsto per il 7/06 nel 5/06 e nel 6/06. Un ragionamento analogo può essere seguito dal pianificatore per il 9 di giugno, distribuendo un po' del lavoro sul giorno precedente.

### 4.6.3 La suddivisione degli ordini

Per diminuire i tempi di set up della linea di assemblaggio, gli ordini devono essere raggruppati in base al colore e alla tipologia del sigillante utilizzato. Per fare ciò, i dati presenti nel ProdMon vengono presi in input dal pianificatore per realizzare il piano di assemblaggio utilizzando un modulo software appositamente sviluppato dal fornitore su richiesta del team MES Therm-Is, in GPS.PROD. Il piano, una volta creato, viene esportato in Excel, stampato e consegnato in formato cartaceo al responsabile della fase. Quello relativo alla linea di assemblaggio 3 è rappresentato in figura 4.13:

PIANO DI ASSEMBLAGGIO LINEA 3 DAL 19/06 AL 23/06										
NOME CLIENTE	ORDINE	POS	FN	QTY	OTTA	ALTEZZA	TIPOLOGIA	COLORE	DATA CONSEG	
ARNEG S.P.A	232306	1	02754362/01	1	17680	1760	400	4 TEMP SERIG. G/26 NE/4 MM BE/15 NE/4 TEMP SERIG. P	RAL 7016	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232360	1	02754802/02	1	17773	1391	550	4 TEMP SERIG. G/26 NE/4 MM BE/15 NE/4 TEMP SERIG. P	RAL 7016	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232734	1	02754611/00	2	17823	1025	970	5 MM FLOAT TEMP /10 ALL/5 MM FLOAT TEMP	RAL 7016	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232763	1	02752757/01	1	17828	1019	1780	5 MM FLOAT TEMP /10 ALL/5 MM FLOAT TEMP	RAL 7016	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232764	1	02752759/01	2	17828	1219	1780	4 MM TEMP /10 ALL/4 MM TEMP	RAL 7016	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232885	1	02755359/01	1	17890	1128	717	5 MM FLOAT TEMP /10 ALL/5 MM FLOAT TEMP	RAL 7016	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232886	1	02755359/00	2	17890	1128	717	5 MM FLOAT TEMP /10 ALL/5 MM FLOAT TEMP	RAL 7016	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232756	1	02748661/02	5	17823	920	11	5 MM FLOAT TEMP /8 SS GREY/4 MM FLOAT/8 SS GREY/5 MM FLOAT	RAL 7022	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232755	1	02748663/01	1	17828	920	11	4 MM TEMP /20 ALL/4 MM FLOAT/15 ALL/4 MM TEMP	RAL 7022	21/06/2023
ARNEG PORTUGA	232780	1	02748670/00	4	17867	923	575	4 MM TEMP /12 SS LG/4 MM TEMP	RAL 7042	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232699	1	02749330/16	3	17792	827	1840	5 MM FLOAT TEMP /10 ALL/5 MM FLOAT TEMP	RAL 7042	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232701	1	02748564/07	1	17792	1095	1937	5 MM FLOAT TEMP /10 ALL/5 MM FLOAT TEMP	RAL 7042	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232702	1	02749330/16	10	17792	927	1210	5 MM FLOAT TEMP /10 ALL/5 MM FLOAT TEMP	RAL 7042	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232706	1	02755357/03	1	17792	1236	2075	5 MM FLOAT TEMP /20 ALL/5 MM FLOAT TEMP	RAL 7042	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232707	1	02755355/03	1	17792	1026	2075	5 MM FLOAT TEMP /20 ALL/5 MM FLOAT TEMP	RAL 7042	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232751	1	02749270/00	2	17822	1083	682	4 MM TEMP /12 ALL/4 MM TEMP	RAL 7042	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232762	1	02751531/14	2	17822	860	860	4 MM TEMP /16 ALL/4 MM TEMP	RAL 7042	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232750	1	02749054/15	5	17824	870	1873	5 MM FLOAT TEMP /10 ALL/5 MM FLOAT TEMP	RAL 7042	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232757	1	02748843/05	5	17824	682	1277	5 MM FLOAT TEMP /10 ALL/5 MM FLOAT TEMP	RAL 7042	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232768	1	02751562/06	9	17824	760	1905	5 MM FLOAT TEMP /20 ALL/5 MM FLOAT TEMP	RAL 7042	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232758	1	02745518/09	1	17840	1851	996	5 MM FLOAT TEMP /10 ALL/5 MM FLOAT TEMP	RAL 7042	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232889	1	02746149/07	2	17891	1818	700	5 MM FLOAT TEMP /10 ALL/5 MM FLOAT TEMP	RAL 7042	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232892	1	02755383/04	2	17891	1014	1890	5 MM FLOAT TEMP /20 ALL/5 MM FLOAT TEMP	RAL 7042	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232895	1	02749052/15	2	17891	970	1743	5 MM FLOAT TEMP /10 ALL/5 MM FLOAT TEMP	RAL 7042	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232906	1	02755356/03	2	17891	1136	2075	5 MM FLOAT TEMP /20 ALL/5 MM FLOAT TEMP	RAL 7042	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232884	1	02751312/00	2	17892	879	574	5 MM FLOAT TEMP /20 ALL/5 MM FLOAT TEMP	RAL 7042	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232905	1	02754809/02	3	17892	930	1405	5 MM FLOAT TEMP /20 ALL/5 MM FLOAT TEMP	RAL 7042	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232887	1	02755359/12	1	17892	983	964	5 MM FLOAT TEMP /10 ALL/5 MM FLOAT TEMP	RAL 7042	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232907	1	02755433/00	1	17925	1161	591	4 MM TEMP /12 ALL/4 MM TEMP	RAL 7042	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232704	1	02751790/08	8	17792	1706	845	5 MM FLOAT TEMP /14 ALL/5 MM FLOAT TEMP	RAL 9005	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232769	1	02751790/08	6	17824	1706	945	5 MM FLOAT TEMP /14 ALL/5 MM FLOAT TEMP	RAL 9005	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232770	1	02752120/05	4	17824	756	1754	5 MM FLOAT TEMP /20 ALL/5 MM FLOAT TEMP	RAL 9005	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232771	1	02752140/09	2	17824	825	2092	5 MM FLOAT TEMP /20 ALL/5 MM FLOAT TEMP	RAL 9005	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232765	1	02754752/00	2	17867	760	655	4 MM TEMP /12 ALL/4 MM TEMP	RAL 9005	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232766	1	02754753/01	2	17867	760	750	4 MM TEMP /12 ALL/4 MM TEMP	RAL 9005	21/06/2023
ARNEG S.P.A	232891	1	02753279/05	4	17893	906	1884	5 MM FLOAT TEMP /20 ALL/5 MM FLOAT TEMP	RAL 9005	21/06/2023

Figura 4.13 – Rappresentazione del piano di assemblaggio cartaceo consegnato alla linea 3, ordinato per data di consegna e per colore della vetrocamera, in modo da minimizzare il numero dei cambi in pompa.

Le informazioni riportate nel piano sono il risultato di un'analisi congiunta che il team MES ha condotto assieme ai responsabili delle linee di assemblaggio 3 e 4, in modo da identificare le variabili critiche su cui organizzare l'attività. Il fabbisogno informativo che è emerso comprende il nome cliente, l'ordine interno, il codice articolo (Part Number), la quantità (espressa in vetrocamere), la *quantità reale effettivamente lavorata*<sup>17</sup>, il lotto, la tipologia della vetrocamera, il colore, la tipologia del sigillante e la data di consegna. Le righe contenute nel piano sono appositamente ordinate per colore e per data di consegna, in modo da dare la possibilità al responsabile dell'assemblaggio di accoppiare gli ordini caratterizzati dallo stesso RAL seguendo la lista. Nello specifico, sempre guardando alla figura 4.13, vediamo che le ultime righe sono quelle caratterizzate dal colore RAL 9005 per cui si rende necessario il Thiokol nero, mentre per tutti gli altri colori si utilizza il Thiokol grigio. Non è presente l'informazione relativa alla tipologia di sigillante da utilizzare dal momento che la linea 3, come abbiamo spiegato in precedenza, lavora solo in silicone, nero o grigio.

<sup>17</sup> Per colmare almeno parzialmente il vuoto prodotto dall'impossibilità da parte dell'operatore della linea di assemblaggio 3 di dichiarare i messaggi di pronto del passo di lavoro vetrocamera dal Monitor, lo stesso procede con la compilazione di questa colonna e dichiara la quantità di vetrocamere conformi prodotte. Il dato viene poi passato al pianificatore in modo che sia lui stesso a generare i messaggi di pronto direttamente dall'applicativo GPS.IDENT installato nel suo PC.



## 4.7 La fase di realizzazione dei telai e di spedizione

Rimangono da analizzare le modificazioni riguardanti le attività operative eseguite dal centro di spedizione e di realizzazione dei telai, con la particolarità che il management ha stabilito di non dotare tali fasi del monitor per la dichiarazione dei messaggi di pronto, nonostante sia stato generato il passo di lavorazione ad esse associato. Si vogliono in questa fase evidenziare le ripercussioni negative, in termini di monitoraggio e controllo delle attività, conseguenti alla decisione della non acquisizione dei monitor, e le soluzioni che sono state adottate per mitigarle.

### 4.7.1 Realizzazione dei telai: generalità

Qualsiasi vetrocamera, per essere assemblata, necessita del proprio distanziale, chiamato anche canalina o telaio, che separa le lastre di vetro tra loro. Oltre a permettere l'assemblaggio della vetrocamera, la sua funzione principale è di impedire che l'umidità si insinui all'interno del prodotto finito provocando l'appannamento dello stesso. Per evitare che questo inconveniente si presenti, la canalina presenta una sequenza di piccoli fori lungo tutto il perimetro, in cui vengono inseriti i sali igroscopici poco tempo prima del suo utilizzo in fase di assemblaggio.

I distanziali utilizzati dalla THERM-IS sono in alluminio o in warm edge: il primo è un metallo, e quindi un conduttore di calore caratterizzato da una dispersione non indifferente. La soluzione migliore è rappresentata dal distanziale caldo o warm edge, composto da PVC, che è un materiale isolante.

Nelle immagini di figura 4.14 sono rappresentate queste due tipologie di telaio:

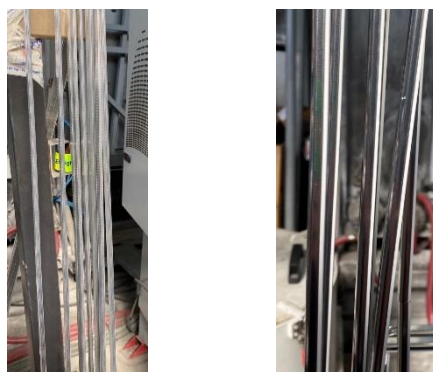


Figura 4.14 – Rappresentazione del telaio in alluminio a sinistra, e del telaio in warm edge a destra.

Anche il Super Spacer è una tipologia di telaio, ma viene realizzato direttamente da una macchina opportuna, da cui è costituita la sola linea di assemblaggio 4 in THERM-IS.



## 4.7.2 Attività

Il distanziale viene realizzato direttamente dall'apparecchiatura industriale chiamata Piegatrice, che prende in input i dati dimensionali inseriti al momento dell'ordine in GPS.ORDER, quali altezza, larghezza, tipologia del telaio, e il file in formato DXF del codice articolo, appositamente convertito nel linguaggio utilizzato dalla macchina per la realizzazione della sagoma.

L'operatore del centro procede con l'inserimento del codice articolo per cui devono essere realizzati i distanziali, informazione che viene recuperata nelle *fotocopie dei disegni ODL di produzione*<sup>18</sup>, e la macchina procede, con la supervisione dello stesso, alla realizzazione della canalina opportunamente sagomata

Una volta prodotti, i telai vengono stoccati in un'area apposita in attesa di essere prelevati dal joker, che, seguendo i piani di assemblaggio settimanali che gli vengono consegnati dall'ufficio di pianificazione, si preoccupa di fornire alla fase di assemblaggio il materiale necessario nei tempi previsti. L'identificazione dei telai è resa possibile grazie all'applicazione della fotocopia del disegno ODL a cui si riferiscono nella loro parte alta, con dello scotch carta, come vediamo in figura 4.15.



Figura 4.15 - Telai in alluminio nella zona di deposito.

A monte dell'implementazione del sistema, il processo di inserimento dell'ordine non prevedeva la specificazione di tutte le informazioni necessarie affinché la piegatrice potesse procedere con la realizzazione del telaio in maniera autonoma; le informazioni relative alla tipologia del telaio (alluminio o warm edge), lunghezza, altezza e forma, potevano non essere aggiornate secondo le ultime revisioni, ed era lasciato all'operatore l'onere di leggere la fotocopia del disegno di produzione e procedere alla realizzazione secondo specifiche.

---

<sup>18</sup> Le fotocopie dei disegni di produzione vengono forniti all'operatore della piegatrice per permettergli di verificare che i parametri salvati nella macchina siano quelli corretti e che la sagoma realizzata sia quella voluta. Inoltre, essi vengono applicati nei telai realizzati per consentirne l'identificazione.

Tale modo di procedere era facilitato dal fatto che l'organizzazione del lavoro e la pianificazione delle attività del centro di realizzazione dei telai non rappresentano un problema particolare, dal momento che il tempo ciclo necessario per la realizzazione del distanziale è minimale se confrontato con il tempo necessario per la realizzazione di una qualsiasi altro task di lavoro. In aggiunta, le operazioni di lavorazione possono partire non appena il pianificatore ha provveduto alla realizzazione del lotto di produzione e delle fotocopie dei relativi ordini da cui è costituito; di conseguenza, il distanziale viene prodotto, in media, almeno due o tre settimane prima rispetto all'assemblaggio, e si ha così tutto il tempo per correggere eventuali defezioni.

Dalle motivazioni appena esposte, il management ha deciso di non investire ulteriormente nell'acquisizione del monitor di produzione per questo centro; la registrazione delle attività di realizzazione viene svolta dall'operatore stesso, che riporta in un quaderno il numero del lotto per cui ha prodotto i telai, come si vede dalla figura 4.16:

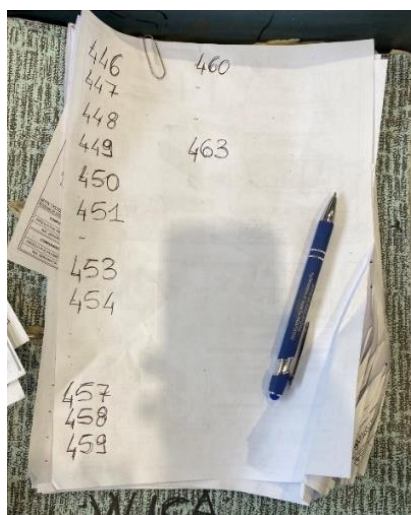


Figura 4.16 - Foglio sopra al banco di produzione in cui l'operatore della Piegatrice tiene traccia dei lotti per i quali è stato prodotto il telaio.

Questo modus operandi non permette però di risolvere le difficoltà relative al monitoraggio e alla tracciabilità di tali componenti: ad esempio, il pianificatore della produzione non è in grado di capire se, di quel lotto, sono stati realizzati tutti i telai, o se magari, a causa di una fotocopia persa durante il tragitto, ve ne sono di mancanti. Per di più, se di un intero lotto ci si dimentica di fare le fotocopie perché ci si dimentica di consegnarle alla fase, si arriva fino all'assemblaggio con del materiale mancante.

Senza il MES e i monitor di produzione, l'azienda non può beneficiare della possibilità di dichiarare le rotture e gli scarti, e monitorarne le cause sottostanti; in tal senso, possiamo osservare che la probabilità di incorrere nella rottura del distanziale durante la sua produzione è approssimabile a zero e, anche se fosse, l'operatore ha la possibilità di procedere autonomamente ed in maniera immediata al suo ripristino.

Per di più, senza il MES viene meno la possibilità di tenere monitorati i versamenti a magazzino e le quantità a stock dei materiali quali acciaio, gildo e warm edge, necessari per la realizzazione del distanziale. Gli effetti negativi di tale problematica, ad esempio quello di incorrere di una rottura di stock, sono limitati dal fatto che tali componenti sono caratterizzati

da un costo di acquisto basso e da un lead time di fornitura di pochi giorni perché provenienti dall'Italia; in altre parole, l'approvvigionamento di tale componente non è critico, e la quantità tenuta a giacenza è molto elevata.

### **4.7.3 Trasferire le informazioni di produzione tramite supporto cartaceo**

L'attività di fotocopiatura che viene eseguita per dotare il centro di realizzazione dei telai degli ODL di produzione non è un'attività a valore aggiunto e comporta uno spreco di risorse in termini di ore di manodopera e di carta. Contestualmente, sappiamo che l'utilizzo della carta in produzione, e in linea generale la volontà di volerla utilizzare come strumento per veicolare qualsiasi tipo di informazione, è una scelta rischiosa.

Nello specifico, poteva accadere che alcuni dei telai di un lotto non venissero realizzati a causa della mancanza della fotocopia del disegno di produzione, e di conseguenza l'operatore era portato a pensare che, in fase di pianificazione, il programmatore della produzione si fosse accorto di un qualche errore nell'inserimento dell'ordine per cui non si doveva procedere con la produzione del telaio. Questo significa che, nel momento in cui questi venivano richiesti per l'assemblaggio della vetrocamera, non erano presenti, e si chiedeva all'operatore di procedere in fretta con la loro realizzazione, fermando l'assemblaggio per una decina di minuti. In alternativa, l'operatore della fase di assemblaggio si recava in ufficio per chiedere delucidazioni riguardo all'assenza del materiale necessario.

Per ovviare alle problematiche della gestione cartacea in produzione, che tra le altre cose può rappresentare una fonte di errore, in passato, è stato presentato al management un piano di investimento alternativo, che si sarebbe dovuto concretizzare nell'acquisto di un tablet affinché la fase di preparazione dei telai potesse procedere con la realizzazione del distanziale seguendo le specifiche riportate nei disegni articolo caricati in formato PDF all'interno di una cartella condivisa. Oltre all'eliminazione dell'attività di fotocopiatura, il raggruppamento dei disegni per lotto e per data di consegna avrebbe fornito al centro un ordine da seguire per la realizzazione dei telai. Al contempo, per permetterne l'identificazione da parte del joker, l'idea era quella di trascrivere il lotto, la quantità e le ultime quattro cifre del codice articolo della vetrocamera in un pezzo di scotch carta che sarebbe poi stato applicato al telaio stesso.

Considerando i costi relativi all'utilizzo delle risme di carta, al consumo del toner della stampante, al tempo impiegato dall'operatore per eseguire le fotocopie, oltre ai fattori relativi al rischio di smarrire le informazioni scritte su carta e il disagio del personale addetto all'attività di fotocopiatura, l'adozione di un tablet sarebbe stato un investimento caratterizzato da bassi costi e da alti benefici potenziali. Nonostante i risparmi economici cui l'azienda avrebbe potuto bonificare, il management ha posticipato la decisione definitiva perché nutriva dubbi sulla possibilità di identificare i telai una volta realizzati, che sarebbero stati ora senza un disegno associato.

## 4.8 La fase di pulizia e spedizione

L'attività di dichiarazione del pronto del passo di lavoro di spedizione presenta l'influenza maggiore sul lavoro di monitoraggio che viene eseguito dai pianificatori della produzione mediante lo strumento MES ProdMon; allo stato attuale, il gestionale aziendale contiene ancora centinaia di ordini "appesi", già evasi la cui produzione non è stata segnata come chiusa, o ordini ancora in essere, i cui semilavorati sono nascosti da qualche parte nello stabilimento. Il sistema MES permette, grazie alla generazione del messaggio di pronto associato al passo di lavoro di spedizione, di *chiudere un ordine*<sup>19</sup> e mantenere sempre aggiornato il gestionale.

### 4.8.1 Attività

Quando il sigillante è asciutto, il centro rimuove lo scotch applicato alla vetrocamera con l'ausilio di un taglierino, prestando attenzione a non graffiare il vetro, per poi eliminare lo sporco residuo su ambo le facce del prodotto finito. In secondo luogo, gli assemblati vengono disposti nell'opportuna unità di carico prevista per la spedizione, come raffigura nella figura 4.17, informazione che viene ora inclusa all'interno del GPS.ORDER ad inserimento dell'ordine e resa disponibile agli operatori della fase di spedizione perché immessa all'interno dei piani di produzione.

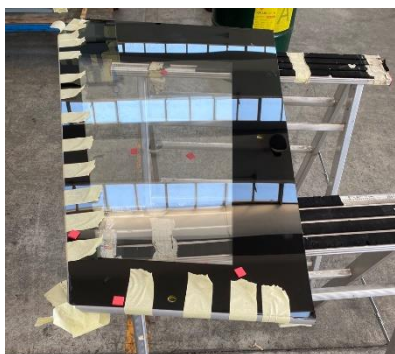


Figura 4.17 – Nell'immagine di sinistra è rappresentata la vetrocamera per cui sta per essere rimosso lo scotch, mentre in quella di destra vediamo le vetrocamere disposte in una cassa di legno, pronte per la spedizione.

Prima dell'adozione del software, la prassi aziendale verteva nella realizzazione e disposizione, un paio di giorni in anticipo rispetto alla data in cui la consegna era pianificata, di piani di consegna (erano gli stessi di cui venivano dotate le linee di assemblaggio, vedi figura 4.10) ai due operatori della spedizione. Questi ultimi organizzavano le proprie attività su siffatte liste cartacee in cui era elencato il materiale che doveva essere spedito, con la relativa data. I piani venivano realizzati solo per i maggiori clienti, quali Arneg, Oscartielle, Wica e Frost.

La problematica maggiore risiedeva nell'organizzazione delle consegne dei clienti minori, per i quali non venivano fornite istruzioni relative alla modalità di imballaggio o alla data

---

<sup>19</sup> Quando parliamo di chiusura di un ordine intendiamo il momento in cui viene generato il pronto relativo al passo di lavoro di spedizione dall'applicativo GPS.IDENT di tutte le vetrocamere da cui è composto. In questo momento, tutti i passi di lavoro precedenti a quello di spedizione vengono dati per completati e l'ordine non andrà più ad occupare lo spazio in capacità.

concordata con il cliente per la spedizione. Per questi ultimi, l'iter era quello di aspettare che fosse il cliente stesso a sollecitare la consegna dell'ordine; solo a quel punto, l'ufficio di pianificazione si preoccupava di verificare lo stato di avanzamento del semilavorato, uscendo fisicamente in produzione per identificarlo, e successivamente si interfacciava con il cliente per ipotizzare una data di consegna fattibile in base al carico di lavoro a cui i centri erano in quel momento sottoposti.

Procedendo in questo modo, nel corso degli anni il gestionale aziendale si è popolato di ordini parzialmente prodotti ma ancora in essere, il cui processo produttivo era quindi iniziato ma non terminato, o che comunque non erano ancora stati spediti.

L'impossibilità di realizzare piani di consegna attendibili è da ricondursi al fatto che nessuno in azienda aveva ben chiaro cosa doveva essere esattamente prodotto e quindi spedito, e in quale data; vi era quindi la necessità di associare a ciascun ordine una data di consegna, fin dal principio, in modo da poterne tenere traccia. Oltre a ciò, l'assenza di una procedura standard per la realizzazione di piani di produzione aumentava la probabilità che ad ogni fase non venissero fornite le informazioni di cui aveva realmente bisogno.

Implementato il sistema per la tracciabilità dei semilavorati, per capire quali ordini dovevano essere spediti e quando, è sufficiente interrogare il sistema tramite il modulo Production Monitor in GPS.PROD. Ora si ha dunque la possibilità di stilare in anticipo un piano delle consegne comprensivo di tutti gli ordini cliente la cui data di spedizione è compresa in un determinato arco temporale. Per semplicità, si è deciso di stilare comunque delle liste separate, una per ciascun cliente; a differenza del passato però, la procedura di realizzazione delle liste è diventato un standard a cui l'ufficio di pianificazione si deve attenere. Per evitare di realizzare liste cliente diverse l'una dall'altra da un punto di vista delle informazioni che contengono, o comunque da un punto di vista della loro formattazione, è stato richiesto alla LiSEC l'implementazione di un applicativo che potesse dare vita a questi piani in base agli ordini che la produzione specificava dovessero contenere.

In questi termini, è stato sviluppato l'**applicativo Gestione delle consegne**, che fornisce la possibilità di creare piani e programmi di spedizione attendibili che, in secondo luogo, permettono anche di ottimizzare i percorsi di spedizione.

In linea generale, quando si rende necessario sviluppare un nuovo applicativo, è bene comprendere in anticipo il fabbisogno informativo della specifica fase per la quale viene sviluppato: nel nostro caso, il team MES ha tenuto un confronto con gli operatori del centro di spedizione in modo tale da individuare le informazioni che i piani avrebbero dovuto presentare. Come possiamo osservare dalla figura 4.18, da sinistra verso destra vediamo essere comprese le seguenti informazioni: nome del cliente, numero dell'ordine interno aziendale, ordine cliente a cui si fa riferimento, il codice dell'articolo, la quantità pianificata, la *quantità reale*<sup>20</sup>, il lotto

---

<sup>20</sup> Come avviene per la linea di assemblaggio 3 per cui il monitor di produzione non è connesso alla rete internet, anche per la fase di spedizione, che è sprovvista dello stesso, è necessario che l'operatore dichiari il numero delle vetrocamere effettivamente imballate, per poi permettere al pianificatore la generazione degli opportuni messaggi di pronto e la chiusura degli ordini.

in cui l'ordine è inserito, la larghezza e l'altezza dell'assemblato, la cassa in cui devono essere inserite le vetrocamere.

N.B. + DOBBIAMO INVIARE 3 SACCHETTI DI SILICONE  
+ 3cm DI GILDA DA 26 mm

CONSEGNA FROST GIOVEDÌ 15 GIUGNO

ORDINE	ORDINE CLIENTE	CODICE	QTA	QTA REALE	LOTTO	LARGHEZZA	ALTEZZA
232190	PC-3012302788	UCTE000471	* 5	5	17734	1874	400
232409	PC-3012303270	UCTE000556	* 5	5	17734	1874	400
232572	PC-3012302817	UCTE000838	5		17749	1732	733
232578	PC-3012302937	UCTE000793	2		17741	1057	1154
232601	PC-3012302937	UCTE000817	* 5	5	17742	2323.80	701.95
232612	PC-3012302988	UCTE000379	* 2	2	17734	1249	834
232614	PC-3012302988	UCTE000555	* 2	2	17801	987	1040
232670	PC-3012303722	UCTE000792	* 7	7	17839	946	1083
232672	PC-3012303722	UCTE000553	* 5	5	17786	1134	1048
232673	PC-3012303722	UCTE000793	* 5	5	17786	1057	1154
232678	PC-3012303722	UCTE000793	* 2	2	17786	1057	1154
232710	PC-3012303722	UCTE000190	* 2	2	17800	473.6	1185.4
232544	PC-3012303436	UCTE000782	18	18	17728	1287.2	1287.2
232549	PC-3012303436	UCTE000782	20	20	17728	1287.2	1287.2
232573	PC-3012302817	UCTE000839	10		17740	395	733
232574	PC-3012302817	UCTE000835	18		17740	1246	733
232575	PC-3012302817	UCTE000836	8		17740	933	733
232576	PC-3012302817	UCTE000833	8		17741	987	586
232577	PC-3012302817	UCTE000831	18		17743	1250	586
232579	PC-3012302817	UCTE000726	15		17741	1057	751
232532	PC-3012303508	UCTE000731	* 1	1	17714		
232570	PC-3012303544	UCTE000798	1		17715		
232449	PC-3012303183	UCTE000672	* 2	2	17714		

Figura 4.18 – Piano di consegna Frost-Trol per giovedì 15 giugno, consegnato alla fase di spedizione.

## 4.8.2 Chiusura degli ordini

Grazie alla specificazione di quella che è la quantità reale effettivamente imballata, a consegna del materiale avvenuta l'ufficio di pianificazione preleva il piano di consegna raffigurato in figura 4.18 dal banco della fase e procede con la dichiarazione del pronto relativamente al passo di lavoro di spedizione mediante l'applicativo GPS.IDENT e con la chiusura degli ordini. Qualora l'ordine sia stato oggetto di una consegna mancata o parziale, il pianificatore procede con l'assegnazione della prossima data di consegna all'ordine stesso usufruendo del modulo Capacità in GPS.PROD: questo permette che i passi di lavoro incompleti vengano spostati in avanti nel tempo e vadano ad occupare il carico di quei centri nei quali sono previsti, in funzione della nuova data di consegna associata. L'aggiornamento della data di consegna getta le basi affinché tali ordini non vadano nel dimenticatoio, ma anzi possano essere identificati nuovamente dal pianificatore della produzione grazie al modulo ProdMon ed inseriti nei prossimi piani di produzione.

La figura 4.19 vuole mostrare l'attività manuale di generazione dei messaggi di pronto per il passo di spedizione da parte del pianificatore, che sulla base di quello che viene riportato nei piani di consegna ha la possibilità di associare ad una determinata riga d'ordine la seguente dicitura:

- Pronto: il comando viene utilizzato per chiudere tutti i passi di lavoro generati dall'ordine, e quindi l'ordine stesso; le righe verdi in figura vogliono comunicare che gli ordini in questione sono stati spediti. Generando il pronto del passo di lavoro di spedizione, il sistema chiude automaticamente anche tutti gli altri passi di lavoro precedenti alla spedizione stessa, e l'ordine non andrà più ad occupare lo spazio in capacità. Operare una costante chiusura degli ordini secondo questa modalità consente di tenere sempre aggiornato lo stato di avanzamento degli ordini visualizzabili nel



ProdMon, e a limitare il numero degli ordini presente all'interno del gestionale, che occupa spazio e rallenta il funzionamento degli applicativi.

- NotPronto: quando un ordine all'interno di un lotto non viene spedito, il pianificatore deve assegnarli il comando NotPronto e procedere con la ripianificazione dello stesso tramite il modulo Capacità in GPS.PROD, assegnandoli la prossima data di consegna utile in base allo spazio disponibile. Questo sposterà in avanti nel tempo la data per quei passi di lavoro ancora aperti, ovvero per quelli a cui non è stato associato il pronto dai monitor di produzione.
- Rifatto: qualora la fase di imballaggio dovesse produrre lei stessa del materiale non conforme o dovesse bloccare del materiale che presenta dei difetti, il pianificatore procedere con il dichiararne la rottura e la necessità di effettuare un rifacimento, che può essere completo (tutta la vetrocamera) o solo per le componenti che non possono essere recuperate; in questo caso, la riga appare in colore rosso. I semilavorati da riprodurre vengono gestiti attraverso il modulo MES Remake già affrontato nel capitolo 3.

N.Ordine	Prodotto	Spilatura	Dimensione	Quantità	OK Pronto	Rifiuto	Codice Bx	F. Finito a	% seq. pr.	Ctin Tagli	Riferimento	Prod.Lot
222485	41 FLOART	8 12 12 05 300	830.0*1750.0	1	1	0.70067	0	0	0	830.0*1750.0		1
222485	41 FLOART T	8 12 12 05 300	830.0*1750.0	1	1	0.70067	0	0	0	830.0*1750.0		1
222484	41 FLOART	1 12 12 05 300	1175.0*728.0	1	1	0.70066	0	0	0	1175.0*728.0		2
222484	41 FLOART T	1 12 12 05 300	1175.0*728.0	1	1	0.70066	0	0	0	1175.0*728.0		2
220651	41 FLOART	1 12 12 05 300	1520.0*880.0	1	0	1.70060	0	0	0	1520.0*880.0		3
220651	41 FLOART T	1 12 12 05 300	1520.0*880.0	1	0	1.70060	0	0	0	1520.0*880.0		3
220651	41 FLOART	1 12 12 05 300	1520.0*880.0	1	1	0.70070	0	0	0	1520.0*880.0		3
220651	41 FLOART T	1 12 12 05 300	1520.0*880.0	1	1	0.70070	0	0	0	1520.0*880.0		3
220651	41 FLOART	1 12 12 05 300	1520.0*880.0	1	1	0.70071	0	0	0	1520.0*880.0		3
220651	41 FLOART T	1 12 12 05 300	1520.0*880.0	1	1	0.70071	0	0	0	1520.0*880.0		3
220651	41 FLOART	1 12 12 05 300	1520.0*880.0	1	1	0.70072	0	0	0	1520.0*880.0		3
220651	41 FLOART T	1 12 12 05 300	1520.0*880.0	1	1	0.70072	0	0	0	1520.0*880.0		3
220651	41 FLOART	1 12 12 05 300	1520.0*880.0	1	1	0.70073	0	0	0	1520.0*880.0		3
220651	41 FLOART T	1 12 12 05 300	1520.0*880.0	1	1	0.70073	0	0	0	1520.0*880.0		3
220651	41 FLOART	1 12 12 05 300	1520.0*880.0	1	1	0.70074	0	0	0	1520.0*880.0		3
220651	41 FLOART T	1 12 12 05 300	1520.0*880.0	1	1	0.70074	0	0	0	1520.0*880.0		3
220688	141 FLOART	12 12 05 300	1102.0*1870.0	1	1	0.70075	0	0	0	1102.0*1870.0		4
220688	141 FLOART T	12 12 05 300	1102.0*1870.0	1	1	0.70075	0	0	0	1102.0*1870.0		4
220688	141 FLOART	12 12 05 300	1102.0*1870.0	1	1	0.70076	0	0	0	1102.0*1870.0		4
220688	141 FLOART T	12 12 05 300	1102.0*1870.0	1	1	0.70076	0	0	0	1102.0*1870.0		4
220688	141 FLOART	12 12 05 300	1102.0*1870.0	1	1	0.70077	0	0	0	1102.0*1870.0		4
220688	141 FLOART T	12 12 05 300	1102.0*1870.0	1	1	0.70077	0	0	0	1102.0*1870.0		4
220688	141 FLOART	12 12 05 300	1102.0*1870.0	1	1	0.70078	0	0	0	1102.0*1870.0		4
220688	141 FLOART T	12 12 05 300	1102.0*1870.0	1	1	0.70078	0	0	0	1102.0*1870.0		4

Figura 4.19 - GPS.IDENT Messaggi di pronto manuale per il passo di lavoro di spedizione.

Si vuole enfatizzare che la chiusura dell'ordine non deve avvenire solo nel momento in cui sono effettivamente state consegnate tutte le vetrocamere in esso contenute. Se ad esempio l'ordine è formato da 100 VC del codice k, l'ufficio di produzione deve usufruire dell'applicativo GPS.IDENT per la dichiarazione del pronto della sola quantità di k che è effettivamente stata spedita, mentre le vetrocamere rimanenti dovranno essere ripianificate grazie all'ausilio del modulo di pianificazione della capacità. Con il termine "ri-pianificare" intendiamo l'attività di assegnazione di una nuova data di consegna ad un determinato ordine e con la creazione di un lotto di produzione per lo stesso

### 4.8.3 Sviluppi futuri per la fase di spedizione

Per evitare il procedimento di chiusura manuale degli ordini esposta nel paragrafo 4.11.1, è necessario effettuare l'integrazione fra il GPS.IDENT e la realizzazione del documento di trasporto (D.D.T.). Allo stato attuale delle cose, la chiusura dei passi di lavoro generati da un ordine non è stata associata alla creazione del D.D.T. e dunque non avviene in maniera



automatica. La mancata chiarificazione di questa specifica con il fornitore del software, prima di procedere con la scelta del sistema, ha indotto l'azienda a pensare che l'acquisizione di un monitor touch anche per la fase di spedizione non sarebbe stato utile al raggiungimento degli scopi. L'implementazione di questo requirement è in fase di studio da parte del fornitore.



## **CAPITOLO 5: Analisi degli impatti**

In questo capitolo formuliamo alcune considerazioni in merito agli effetti in termini organizzativi dell'introduzione del sistema Manufacturing Execution System (MES) sui processi, procedure, ed in generale modi di effettuare determinati compiti a livello operativo. Conseguentemente a questi, il sistema ha indotto modifiche anche alle responsabilità e alle mansioni degli operatori, con l'eliminazione e/o l'introduzione di alcune di queste. Nel seguito del capitolo vengono proposte delle tabelle di analisi qualitativa che riassumono le modificazioni che si sono determinate, comparando lo stato *As Is* a quella *To Be*, in modo da evidenziare la distanza fra la situazione "prima del progetto" e quella "dopo il progetto", sempre in termini operativi.

In aggiunta, viene presentato un questionario che è stato somministrato agli operatori dello shop floor per investigare sulla loro soddisfazione in merito alle funzionalità presentate dai monitor di produzione ed identificare eventuali cambiamenti da apportare.

### **5.1 Differenza tra lo stato *As Is* e *To Be* delle attività**

#### **5.1.1 Inserimento dell'ordine**

Le attività di inserimento dell'ordine sono state proceduralizzate in modo da specificare, già in questa fase del processo, tutte le lavorazioni che il commerciale definisce con il cliente e che necessitano di una costificazione. Il gestionale aziendale è ora in grado di fornire un messaggio di alert e bloccare l'inserimento dell'ordine nel momento in cui le informazioni inserite riguardanti lo stesso sono incomplete.

Nella nuova situazione, ogni specifica di lavoro aggiunta dal back office (ad esempio applicazione profilo in metacrilato, applicazione specchio, foro da 14 mm, colore verniciatura/serigrafia...) viene ora resa visibile agli operatori, giacché compare nella lista di produzione (figura 3.12) e nei monitor per la generazione dei messaggi di pronto. Questo permette di minimizzare le incomprensioni durante la realizzazione delle operazioni di lavoro.

La creazione di ordini, ognuno formato da una singola riga (da un solo articolo), a differenza di quello che accadeva nel passato, permette all'azienda di offrire una maggiore flessibilità al mercato, poiché dà la possibilità all'ufficio di pianificazione di gestire le date di consegna di ogni singolo codice articolo in maniera separata dagli altri, in modo da assecondare le richieste del cliente. Spesso, infatti, accade che il cliente richiede l'anticipo della consegna di un determinato codice articolo, e non di tutti gli altri articoli che sarebbero stati inseriti nello stesso ordine cliente. L'anticipo della data di consegna dell'ordine viene gestito dal pianificatore usufruendo del modulo MES Controllo capacità.

Prima dell'introduzione del MES LiSEC, la capacità delle fasi di lavoro non veniva monitorata e il Lead time di produzione era comunicato al cliente come standard e pari a 5 settimane dalla ricezione dell'ordine; in seguito, l'associazione e la generazione degli opportuni passi di lavoro all'ordine ha permesso al sistema di eseguire un controllo relativo alla fattibilità dalla data richiesta dal cliente, in modo da fornirgli prontamente una data di consegna certa.

Per concludere, l'ausilio del MES ha permesso al back office di rispondere autonomamente e rapidamente alle richieste poste dal cliente sullo stato d'avanzamento dell'ordine, senza passare tramite l'ufficio pianificazione come accadeva in passato. È sufficiente inserire l'ordine interno Therm-Is nel gestionale aziendale, controllarne la data di consegna inserita e i messaggi di pronto generati. L'informazione è ora condivisa fra tutti gli stakeholder interessati, che hanno la possibilità di conoscere in tempo reale le date in cui sono pianificate le lavorazioni relative ai passi di lavoro che l'ordine ha generato.

Nella tabella 5.1 vengono riassunte le modificazioni apportate alle dimensioni di analisi giudicate più importanti per la fase di inserimento dell'ordine.

<b>Elementi di analisi</b>	<b>Prima</b>	<b>Dopo</b>	<b>Gap - azioni</b>
<b>Attività di inserimento dell'ordine</b>	Non organizzate	Proceduralizzate	addestramento personale
<b>Numero righe d'ordine</b>	A seconda dell'ordine cliente	Solo una	addestramento del personale
<b>Data di consegna ordine</b>	Non associata e comunicata al cliente come standard e pari a + 5 settimane	Associata e comunicata al cliente sulla base del processo di verifica della fattibilità	Modifica al processo. Addestramento del personale. Implementazione modulo Controllo capacità
<b>Collegamento ERP – macchine di produzione</b>	Non presente	Presente	Modifica al processo. Generazione passi di lavoro e messaggi di pronto
<b>Outsourcing delle fasi di lavoro</b>	Non possibile	Possibile	Modifica al processo e addestramento personale

Tabella 5-1

## 5.1.2 Pianificazione degli ordini

Analizziamo ora gli impatti nelle mansioni dell'ufficio di pianificazione e programmazione della produzione. A differenza del passato, in cui il pianificatore inseriva in lotto gli ordini seguendo la data richiesta dal cliente che veniva trascritta a penna negli ODL cartacei relativi all'ordine, ora, grazie all'interrogazione del modulo MES Production Monitor, il pianificatore conosce la data esatta (il giorno) in cui questi devono essere inseriti all'interno di un lotto di produzione; in altre parole, è il sistema che guida l'operatore e gli comunica il numero dell'ordine cliente per cui è il momento di avviare la produzione. La vecchia procedura non teneva in considerazione il carico di lavoro a cui le macchine erano sottoposte, e spesso si arrivava ad una situazione in cui i centri erano oberati di materiale da lavorare. In questo contesto, il pianificatore doveva recarsi in produzione per elaborare un riepilogo dei lotti in attesa di essere lavorati, e doveva indicare al responsabile l'ordine con cui avrebbe dovuto procedere, in base all'importanza (incidenza sul fatturato) del cliente.

Dall'analisi della situazione *As Is* è emerso che il monitoraggio della produzione non seguiva un flusso standardizzato. Nella situazione *To Be* è stato predisposto lo stand up meeting mattutino per cercare di allineare il più possibile le attività operative delle fasi di produzione. In aggiunta, sempre grazie all'interrogazione del modulo ProdMon che presenta i messaggi di pronto, il pianificatore può verificare lo stato dell'arte della produzione ed individuare gli ordini caratterizzati da un avanzamento più lento del previsto, in modo da operare gli opportuni interventi correttivi.

Con l'adozione del sistema MES sono state apportate ulteriori aggiustamenti di carattere operativo e procedurale all'attività di pianificazione. Ad esempio, si è deciso di evitare la realizzazione di lotti contenenti troppe vetrocamere, che inficiavano negativamente sulla flessibilità aziendale, intesa come la possibilità di far fronte ad una richiesta urgente da parte del cliente o ad un ripristino del materiale. Spesso, infatti, accadeva che prima di dover procedere con il taglio di un ordine urgente o di un rifacimento passasse anche un intero turno di lavoro da 8 ore, a meno che il management non decidesse di sospendere le attività di lavoro del lotto in essere per procedere con l'esecuzione di quello urgente. Questa situazione, oltre a comportare un rallentamento della produzione a causa di un impatto maggiore dei tempi di set up sul tempo disponibile, obbligava l'operatore del taglio a scaricare dal proprio banco la lastra in lavorazione (ad esempio una lastra di 5 mm float) per caricarne con il carro ponte una di un altro tipo (ad esempio lastra 4 mm float), e considerando che il tempo di carico/scarico lastra è stato misurato ed è pari a 15 minuti, questa decisione comportava un aumento dei tempi improduttivi. Per risolvere tale problematica si è deciso di realizzare lotti costituiti al massimo da 30 vetrocamere (circa 60 vetri se la vetrocamera è doppia) in modo da occupare il banco di taglio mediamente per 90 minuti.

Nella tabella sottostante vengono riassunte le modificazioni apportate alle dimensioni di analisi giudicate più importanti per la fase di pianificazione dell'ordine.

<b>Elementi di analisi</b>	<b>Prima</b>	<b>Dopo</b>	<b>Gap - azioni</b>
<b>Pianificazione degli ordini di produzione</b>	Su sollecito del commerciale o in base alle date trascritte negli ODL cartacei	Su comunicazione del sistema ProdMon	Modifica al processo. Addestramento del personale. Implementazione modulo ProdMon
<b>Verifica stato di avanzamento ordine</b>	Ispezione visiva stabilimento	Controllo dei messaggi di pronto da ProdMon	Modifica al processo. Addestramento del personale. Generazione passi di lavoro e ProdMon. Riunione mattutina
<b>Monitoraggio giacenza materia prima</b>	Conteggio manuale	Attraverso l'interrogazione dei saldi di magazzino	Scarico del materiale a magazzino successivamente ai messaggi di pronto
<b>Grandezza lotto: prestazione chiave</b>	Efficienza	Flessibilità	Modifica obiettivi

Tabella 5-2

### 5.1.3 L'impatto del MES sulle attività di produzione

Prima del lancio del sistema in produzione, l'azienda ha deciso di fornire a tutti gli operatori impegnati nella fabbrica un corso teorico di mezza giornata sui principi del MES, su come funzionasse, su come la Therm-Is ha deciso di implementarlo e sui benefici che l'azienda si aspetta di ottenere.

In aggiunta, è stato illustrato loro il funzionamento dei monitor installati a bordo macchina; come abbiamo sottolineato all'interno del primo capitolo, intraprendere iniziative di training permette di avvicinare gradualmente le persone all'utilizzo della nuova tecnologia e a ridurre la resistenza da parte del personale, abituato ai vecchi modi di operare e non sempre pronto ad accettare l'utilizzo dei nuovi sistemi di lavoro.

Da un punto di vista operativo, tra le modificazioni apportate dal MES in comune fra tutte le fasi dello stabilimento, possiamo riconoscere quella relative alla registrazione delle attività di lavoro, in passato eseguita mediante la compilazione di fogli prestampati, e successivamente sostituita dalla generazione dei messaggi di pronto tramite i Monitor. Tali messaggi abilitano il pianificatore al controllo della produzione (vedi 1.6.1).

Ancora, per quanto riguarda la gestione delle rotture, è bene considerare le modificazioni apportate dall'applicativo Pila Riproduzione appositamente sviluppato dalla software house; la definizione di una procedura standard per la dichiarazione dei rifacimenti permette l'ufficio di pianificazione di conoscere le rotture che sono avvenute e a decidere le tempistiche per

operare il remake, a seconda della vicinanza alla data di consegna dell'ordine cliente. Nel complesso, a differenza di una gestione manuale delle rotture caratteristica della fase *As Is*, l'attuazione della procedura appena esposta ha permesso un più facile e preciso monitoraggio della giacenza della materia primo vetro a magazzino: successivamente alla dichiarazione di pronto da parte della fase di taglio, verrà scaricato dalla giacenza corrente il materiale utilizzato per sopperire alla rottura, che in precedenza era del "materiale fantasma" cui nessuno registrava l'utilizzo. Per di più, il sistema permette di registrare ed estrapolare i dati statistici relativamente alle tipologie di vetro più soggette a rottura, al fine di esaminarne le motivazioni sottostanti. In riferimento alla fase di taglio in Therm-Is, un ulteriore vantaggio che il sistema MES ci offre è la possibilità di associare ad ogni lastra che viene tagliata le informazioni che le appartengono, quali ad esempio il fornitore. Questo è possibile perché l'operatore del centro, prima di procedere con la lavorazione di una determinata tipologia di vetro, inserisce nel monitor touch di produzione il codice a barre relativo alla lastra che sta per tagliare. Questo permette, alla fine del processo produttivo, di risalire velocemente ai prodotti finiti per i quali è stata utilizzata una determinata lastra e a tutti gli eventi ad esso collegati.

Nelle immagini 5.1 e 5.2 sono rappresentati, rispettivamente, lo spazio previsto nel monitor in cui l'operatore inserisce l'informazione relativa al codice a barre (figura 5.1), nell'esempio si tratta di una lastra di vetro del prodotto 4 mm EXTRA, il cui fornitore è PILKINGTON ITALIA S.p.A., e l'etichetta applicata nelle lastre di vetro che presenta le suddette informazioni (figura 5.2).

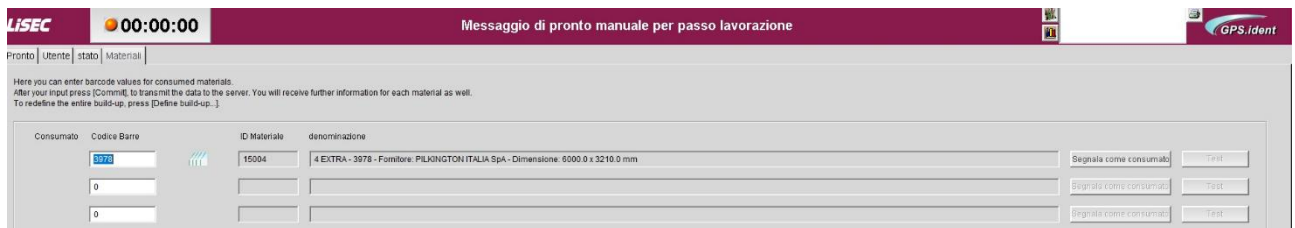


Figura 5.1



Figura 5.2

Ancora, la nuova struttura è caratterizzata dalla realizzazione di piani di produzione (PDP) settimanali specifici per ogni fase, basati sulla valutazione della capacità giornaliera del centro;



quest'ultimo è un dato impostato in base al numero dei messaggi di pronto originati. In principio, ai centri di lavoro venivano consegnate delle semplici liste settimanali in cui venivano indicate le date di consegna di tutti i lotti che venivano generati dall'ufficio di pianificazione, in ordine cronologico di realizzazione. In altre parole, ogni centro lavorava ciò che era pronto e in quantità tali fino a saturare il tempo a disposizione.

L'analisi dei PDP ha permesso all'ufficio di pianificazione di effettuare una programmazione del numero dei turni su cui basare la produzione di ciascun centro, in base al carico di lavoro previsto nella settimana di analisi. Ad esempio, prendendo come riferimento la figura 3.24 che per semplicità è riportata in figura 5.3, l'utilizzo del MES ha permesso ai pianificatori di comprendere che la capacità di lavoro della macchina di serigrafia nel periodo di tempo considerato è maggiore rispetto alla richiesta (ricordo che in origine, la macchina di serigrafia operava un doppio turno di lavoro, che permetteva la realizzazione di circa 180 vetri al giorno).

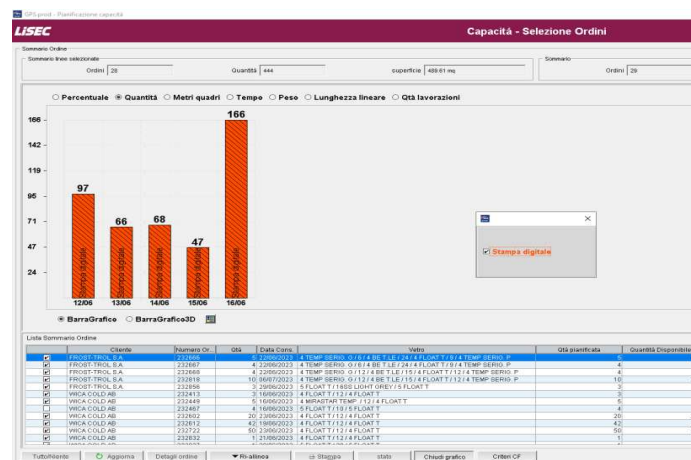


Figura 5.3

Lo studio di questi dati ha permesso all'azienda di propendere alla riduzione del numero dei turni di lavoro ad uno solo. In precedenza, a causa dell'impossibilità da parte dei pianificatori di effettuare una previsione a lungo termine relativa al carico di lavoro per ciascuna fase durante lo stato *As Is*, l'azienda era costretta a chiedere agli operatori la disponibilità per il sabato mattina solo al venerdì pomeriggio, ed in linea generale a ridurre o aumentare i turni di produzione con poco preavviso.

Nella tabella sottostante vengono riassunte le modificazioni apportate alle attività di lavorazione.

<b>Elementi di analisi</b>	<b>Prima</b>	<b>Dopo</b>	<b>Gap - azioni</b>
<b>Capacità produttiva di ogni fase</b>	Sconosciuta	Rilevata dai monitor touch a bordo macchina	Corso di formazione di 4 ore per il personale
<b>Registrazione delle attività di lavoro</b>	Su fogli prestampati	Tramite la generazione dei messaggi di pronto	Addestramento personale. Implementazione ProdMon.
<b>Gestione delle rotture</b>	Manuale	Definita procedura standard per la registrazione tramite l'applicativo Pila Riproduzione	Modifica del processo. Implementazione Pila Riproduzione. Addestramento personale
<b>Ruolo degli ODL in produzione</b>	Senza gli ODL la produzione si ferma	Permette all'operatore di effettuare un controllo sulle operazioni svolte dalla macchina	Formare l'UT per la realizzazione di file di lavoro completi
<b>Programmazione delle attività operative</b>	Assente	Fornitura di PDP di produzione ad ogni centro	Individuare il fabbisogno informativo necessario ad ogni fase di lavoro

Tabella 5-3

## 5.2 Il questionario

Nel primo capitolo abbiamo compreso come la percezione che l'utilizzatore nutre nei confronti del sistema MES in generale sia sicuramente una condizione che ha un impatto sulla sua predisposizione all'utilizzo continuativo del sistema. In altri termini, ad un maggiore livello di utilità percepito corrisponde un maggior utilizzo del sistema stesso.

In modo da verificare l'attuale livello di soddisfazione degli utilizzatori dello strumento MES, il team MES ha somministrato il questionario rappresentato in Tabella 5.4, che è stato distribuito a tutti gli operatori della produzione che erano presenti nel turno della mattina (in totale 13 dipendenti, considerando che alcune fasi produttive non sono state dotate del monitor, vedi capitolo 4). Le domande toccano gli aspetti relativi al gradimento del sistema, all'utilizzo delle funzionalità che implementa, all'importanza della formazione relativa ai concetti MES in generale e all'uso dei monitor, fino alla valutazione del livello di coinvolgimento nel processo di personalizzazione delle features; si è cercato di porle nella maniera più semplice possibile, in modo da aumentare il grado di attenzione dato alle risposte. Le risposte prevedono l'utilizzo della scala Likert a cinque punti, in cui il giudizio 1 corrisponde a "assolutamente no", 2 a "poco", 3 a "abbastanza", 4 a "molto" e 5 a "assolutamente sì".

Accedi a GPS.IDENT ogni giorno?	SÌ NO			
In quale fascia di età ti trovi?	<25	25-40	40-55	>55
Da quanti anni lavori in Therm-Is?	<1	1-3	3-10	>10
1) Quanto è importante per te essere sufficientemente formato sui vantaggi di fabbrica ottenibili con l'adozione del MES? (scala 1-5). Quanto sei soddisfatto in merito alla formazione che hai ricevuto? (scala 1-5)				
2) Quanto è importante per te essere sufficientemente formato sull'utilizzo del monitor di produzione? (scala 1-5). Quanto sei soddisfatto in merito alla formazione che hai ricevuto? (scala 1-5)				
3) Quanto è importante per te che l'interfaccia del monitor di produzione sia semplice ed intuitiva? (scala 1-5). Quanto sei soddisfatto in merito a questo parametro? (scala 1-5)				
4) Quanto è importante sentirti coinvolto nel processo di personalizzazione / modifica del sistema? (scala 1-5). Quanto ti senti coinvolto? (scala 1-5)				
5) Quanto pensi potrebbe agevolarti guardare le specifiche di produzione e i disegni dal monitor anziché su carta? (scala 1-5)				
6) Quanto è importante per te sentirti supportato dal team MES? (scala 1-5). Quanto sei soddisfatto in merito a questo parametro? (scala 1-5)				
7) Pensi al sistema MES come un qualcosa di negativo nato per controllare le attività degli operatori? (scala 1-5)				
8) Pensi che il sistema influisca positivamente sul tuo livello di produttività? (scala 1-5)				
9) Pensi che il progetto MES sia una perdita di tempo? (scala 1-5)				
10) Quanto sei soddisfatto dello stato attuale del sistema? (scala 1-5)				
11) La formazione generale sui vantaggi di fabbrica ottenibili con il MES è stata sufficiente? (scala 1-5)				

Tabella 5-4

Prima di procedere con la distribuzione dei questionari, il team MES ha posto molta attenzione all'aspetto relativo alla comunicazione e al coinvolgimento degli operatori; i motivi che hanno portato l'azienda a voler analizzare il livello di soddisfazione sono stati spiegati in maniera chiara, e si è sottolineato come solo una attenta compilazione delle domande avrebbe potuto aiutare l'organizzazione nella realizzazione di una prioritizzazione degli sviluppi futuri. La chiarificazione dei motivi sottostanti all'analisi dimostra l'attenzione che l'azienda pone all'ascolto delle esigenze degli operatori ed enfatizza l'intenzione di volerli coinvolgere attivamente nell'orientare le scelte future.

## 5.2.1 Gli esiti del questionario

Prima di fornire una breve panoramica relativamente agli esiti del questionario, è opportuno specificare che il 72% dei rispondenti possiede un'esperienza lavorativa in Therm-Is maggiore ai dieci anni, e che la fascia di età è compresa tra i 40 e i 55 anni per il 52% dei rispondenti. Questi risultati possono rappresentare una sfida per l'azienda, poiché il personale di linea più anziano è maggiormente legato ai vecchi modi di lavorare, e questo può conseguentemente limitare l'efficacia del processo di formazione mirato all'acquisizione delle nuove competenze e conoscenze necessarie per sfruttare a pieno le potenzialità delle tecnologie digitali.

Per quanto riguarda la domanda relativa alla semplicità dell'interfaccia utente del monitor di produzione (terza domanda), tutti gli operatori valutano questo aspetto come molto importante, ma al contempo, la soddisfazione relativa a questo parametro è molto bassa. Questo significa che il team MES Therm-Is deve fornire maggiore aiuto agli operatori durante l'utilizzo del monitor, e deve ricercare la corretta tipologia di user-interface per ogni fase. Il motivo di una valutazione negativa sulla soddisfazione dell'interfaccia dei monitor può essere riconducibile anche al fatto che, nel 46,2% dei casi, gli operatori hanno assegnato un valore di 2 e 3 alla loro soddisfazione relativa al supporto da parte del team MES stesso. In aggiunta, ben sette operatori nutrono una soddisfazione complessiva sullo stato del sistema (domanda 10) pari a 2, e sei operatori pari a 3.

Ancora, è interessante analizzare i risultati riguardanti la domanda numero cinque: gli operatori della linea di assemblaggio e quelli della verniciatura manuale pensano che la digitalizzazione degli ODL di produzione non agevolerebbe le loro attività produttive, mentre nella fase di tempera e di molatura affermano che l'eventuale digitalizzazione di tutte le specifiche di produzione potrebbe essere un cambiamento positivo. Il team MES ha voluto approfondire questo aspetto chiedendo agli operatori in questione i motivi per cui nutrono delle perplessità in merito all'eliminazione della carta in produzione. Sostanzialmente, è emerso che per effettuare le lavorazioni che gli competono, hanno bisogno di guardare ripetutamente gli ODL e le specifiche di produzione; in quest'ottica, si verificherebbe un'interazione continua uomo verso il monitor di produzione, che porterebbe ad una dilatazione del tempo ciclo delle due fasi. La natura della fase di verniciatura manuale è sicuramente un fattore estremamente importante da tenere in considerazione e porta gli operatori stessi a nutrire un'impressione negativa per quanto riguarda l'eliminazione della carta, ma il team MES è fortemente convinto che il fattore alla base di questa opposizione sia legato alle attitudini personali che caratterizzano gli operatori coinvolti e alla loro abitudine di fare una determinata cosa in un certo modo.

Per concludere, il 76,9% degli operatori ha dichiarato di reputarsi curioso nel momento in cui si presenta l'opportunità di imparare ad utilizzare una nuova tecnologia di fabbrica. Questo dato trova conferma nel fatto che l'84,6% dei rispondenti sostiene che il progetto MES non è una perdita di tempo, e non viene considerato come uno strumento nato per controllare le attività degli operatori.



## CAPITOLO 6: Conclusioni

La tesi si poneva come obiettivo quello di esaminare i possibili impatti organizzativi dell'introduzione del MES in azienda e individuare quindi anche le condizioni abilitanti e i fattori fondamentali per il successo dell'implementazione di questa tecnologia in azienda. È stato in effetti già evidenziato dalla letteratura come, tra i fattori critici di successo, gli aspetti organizzativi legati ai processi ma anche alle persone (intese sia come utilizzatori delle nuove tecnologie digitali, sia come coloro che comunque avranno a che fare con gli effetti del nuovo modo di operare). La cultura organizzativa dell'azienda, la capacità di gestione del processo di transizione (change management) e la strategia di sviluppo delle risorse umane rappresentano aspetti fondamentali per la buona riuscita di un progetto MES.

Lo specifico caso studio di Therm-is Bizzotto ha fornito utili lezioni a riguardo. Innanzitutto, come si è visto, il coinvolgimento del personale interno e la collaborazione tra azienda e fornitore sono risultati essere tra gli aspetti critici. Tra le misure per favorirli, un'adeguata motivazione, ad esempio attraverso riunioni ed incontri più frequenti, risultano essere modalità utili a favorire lo sviluppo di idee e proposte di miglioramento volte ad individuare più velocemente i requisiti che il sistema deve implementare, minimizzando in questo modo il rischio di fallimento alimentato dalla resistenza interna verso l'adozione dei nuovi strumenti e/o procedure adottate.

Dal punto di vista operativo e procedurale, è stato esaminato lo stato AS IS delle attività del processo di produzione e, in parallelo, è stata presentata la situazione TO BE, dopo il progetto, delle attività stesse.

Innanzitutto, è utile elencare i benefici e gli impatti positivi della tecnologia sui processi organizzativi. La tracciabilità dei semilavorati, gestita dai moduli software ProdMon e Capacità del MES, ha portato dei benefici nella creazione dei piani e programmi della produzione, il che ha consentito agli operatori dello stabilimento di non lavorare più in maniera casuale il "materiale pronto" che veniva accumulato nel buffer che precede la loro fase, nella gestione del carico macchina che viene distribuito in maniera uniforme tra i due turni di lavoro nei giorni della settimana. Il tutto ha portato a un miglioramento generale dell'efficienza operativa.

Altri risultati importanti che sono stati ottenuti dall'inserimento del Manufacturing Execution System sono l'aggiornamento in tempo reale del magazzino materie prime, grazie alla generazione dei messaggi di pronto dalla fase di taglio, a cui segue lo scarico eseguito in automatico dal sistema del materiale utilizzato, e la possibilità di monitorare in tempo reale l'avanzamento della produzione, in virtù dei messaggi di riscontro generati dagli utilizzatori dei monitor touch di produzione. Questo abilita il pianificatore al confronto fra il livello attuale di produzione e quello che è previsto per la giornata, accrescendo ancora una volta l'efficienza ma anche aumentando l'efficacia dei processi in termini di servizio.

Ancora, il sistema ha permesso di governare in maniera efficiente il processo di gestione dei rifacimenti, che un'azienda operante nel settore della lavorazione del vetro è molto delicato, considerando che in media avvengono quindici rotture al giorno; il software MES fornisce all'operatore la possibilità di dichiarare in tempo reale tutte le rotture che avvengono lungo l'intero processo produttivo.

Al contempo, a causa dei cambiamenti a cui è stato sottoposto il processo produttivo in generale, è stata evidenziata l'importanza di una corretta formazione del personale a cui si richiede di prendere confidenza con l'utilizzo dei nuovi strumenti (monitor touch, lettori barcode, etichette) in modo da svolgere correttamente tutti i passaggi operativi previsti dalle nuove procedure.

Si deve anche considerare il possibile ostacolo rappresentato dalle possibili resistenze ad una piena utilizzazione della tecnologia, legate soprattutto alla necessaria introduzione di nuovi sistemi di lavoro. Nel caso in esame, il personale con diversi anni di esperienza e abituato all'utilizzo di sistemi "statici" quali, ad esempio, fogli di carta o moduli Excel, ha mostrato difficoltà nell'accettazione del MES nei vari dipartimenti interessati, spesso sostenendo che i vecchi metodi avevano una maggiore flessibilità. Ammesso che questo sia vero, appare valido solamente se si considerano le varie funzioni aziendali singolarmente e non integrate in un sistema più complesso: i benefici che il MES può portare superano, complessivamente, di gran lunga quelli ottenibili all'interno del singolo ufficio, ma solamente una volta che gli utilizzatori ne hanno compreso le potenzialità. Per questo motivo, l'inserimento del sistema MES nello stabilimento di Tezze sul Brenta non può che essere graduale, e il suo successo necessita della collaborazione di tutti che devono quindi essere adeguatamente istruiti e motivati.

A riprova di come l'introduzione di una complessa tecnologia come il MES comporti, anche in un'azienda di media dimensione, diverse fasi di sviluppo nel tempo e una continua evoluzione, l'esperienza in Therm-Is mostra come il sistema possa estendersi ancora e venire ulteriormente migliorato. Ad esempio, un'ipotesi è quella di implementare una soluzione per la digitalizzazione dei disegni di produzione e per tutti gli altri dati che ancora oggi vengono trasmessi ai reparti produttivi sotto forma cartacea, come ad esempio i piani di produzione. Ancora, appare utile migliorare la facilità d'uso dei monitor di produzione da parte degli operatori. L'esperienza finora condotta mostra che è utile ricercare la soluzione di interfaccia più intuitiva e diretta possibile: l'azienda potrebbe continuare a usare la user interface fornita dalla software house, oppure destinare delle risorse aggiuntive al fine di ricercare quella che maggiormente si adatta alle esigenze e agli obiettivi di ciascuna fase.

Infine, tra le attività da portare avanti nei futuri sviluppi, potrebbe esserci l'incorporazione nella parte terminale di ogni apparecchiatura industriale presente nelle fasi di produzione di uno scanner per il monitoraggio in real-time della produzione, sostituendo così l'attuale attività di generazione manuale dei messaggi di "pronto" eseguita attraverso il monitor touch.

In conclusione, l'esempio fornito in questo lavoro di tesi può costituire un ottimo punto di partenza e fornire preziose lezioni e best practice per guidare un'azienda attraverso il processo di adozione del MES e di analoghe tecnologie digitali innovative all'interno del proprio processo di produzione.



## Ringraziamenti

Doveroso è dedicare qualche riga a tutti coloro che hanno contribuito, tramite il loro instancabile supporto, alla realizzazione di questa tesi.

In primis ringrazio il mio Relatore, il Professor Ettore Bolisani, per la sua disponibilità, i suoi consigli e la sua pazienza, che mi hanno accompagnato durante l'intero percorso di stesura della tesi.

Un grazie al mio correlatore, l'Ing. Marco De Col, che con la sua competenza e passione per il lavoro ha reso possibile la realizzazione di questo progetto, offrendomi allo stesso tempo un clima piacevole ed amichevole sin dai primi giorni in azienda.

Ringrazio l'azienda, Therm-Is Bizzotto, per avermi dato la possibilità di essere parte attiva e fondamentale nella vita aziendale, all'interno della quale ho potuto apprendere ed applicare differenti skills durante questi due anni di lavoro.

Un ringraziamento speciale lo devo alla mia ragazza e alla famiglia, che mi hanno sempre sostenuto supportandomi nel mio percorso universitario, anche nei momenti più duri di questi sei anni.

Un grazie lo devo ai miei compagni universitari, che sono diventati colleghi ed amici, in particolare a Gianluca Milan, con cui ho condiviso l'intero percorso universitario, affrontando tante belle esperienze e altrettanti momenti difficili.

Voglio ringraziare anche me stesso, la mia determinazione e tenacia che, grazie a tutti i sacrifici fatti, mi ha consentito di raggiungere anche questo tanto desiderato obiettivo.

## Bibliografia

[1] J. Blomberg, “Digitization, Digitalization, And Digital Transformation: Confuse Them At Your Peril,” Forbs, 2018.

[2] F. Ferri, “La customer experience al centro della trasformazione digitale,” Adv Media Lab, 2021.

[3] A. Magnani, “Perché si parla tanto di industria 4.0: che cos’è e quanti lavori può creare,” Il Sole 24 ORE, 2017.

[4] E. Convertini, “Le Smart Technologies alla base della Quarta Rivoluzione Industriale,” osservatori.net, 2018.

[5] Everest Group, “78% of Enterprises Fail to Scale and Sustain Their Digital Transformation Initiatives. Everest Group Says ‘Old School’ Operating Models are to Blame,” Everest Group, 2018.

[Online]. Available: <https://www.everestgrp.com/78-enterprises-fail-scale-sustain-digital-transformation-initiatives-everest-group-says-old-school-operating-models-blame-press-release/>

[6] Network Digital 360, “Industria 4.0: nel 2018 il mercato cresce del +35%. La rivoluzione 4.0 passa dalle persone,” ZeroUno, 2019.

[Online]. Available: [Industria 4.0: nel 2018 il mercato cresce del +35%. La rivoluzione 4.0 passa dalle persone | ZeroUno \(zerounoweb.it\)](#)

[7] P. Fabbri, “PMI e Industria 4.0: un matrimonio complesso, ma indispensabile,” NetworkDigital 360, 2018.

[Online]. Available: <https://www.zerounoweb.it/trends/pmi-e-industria-4-0-un-matrimonio-complesso-ma-indispensabile/>

[8] M. Bellini, “EY: le competenze sono il punto debole di Industria 4.0,” NetworkDigital 360, 2019.

[9] S. Terzi, “La Digital Readiness nel Manufacturing: il modello DREAMY,” Osservatori.net, 2018.

[Online]. Available: [La “Digital Readiness” nel Manufacturing: il modello DREAMY \(osservatori.net\)](#)

[10] G. Miragliotta, “Innovazione digitale delle aziende, i trend 2019-2020 in Italia,” Network digital 360, 2019.

[Online]. Available: <https://www.agendadigitale.eu/industry-4-0/innovazione-digitale-delle-aziende-itrend-2019-2020-in-italia/>

[11] Engineers Team, “Why Digital Projects Fail,” Engineers, 2021.

[Online]. Available: <https://www.engineess.io/insights/why-digital-projects-fail?ref=quuu&l=en-us>

[12] McKinsey, “Unlocking success in digital transformation,” McKinsey & Company, 2018.

[Online]. Available: <https://www.mckinsey.com/capabilities/people-and-organizational-performance/our-insights/unlocking-success-in-digital-transformations>

[13] G. Fiertler, “Change Management, cos'è e come affrontarlo bene in azienda,” peoplechange360.it, 2022.

[14] P. Fantini, “Industria 4.0 e lavoro: le nuove professioni e competenze,” Osservatori.net, 2018.

[Online]. Available: [Industria 4.0 e lavoro: le nuove professioni e competenze \(osservatori.net\)](https://osservatori.net/industria-4-0-e-lavoro-le-nuove-professioni-e-competenze)

[15] M. Gianni, “una people strategy per guidare la trasformazione digitale,” peoplechange360, 2016.

[Online]. Available: [Corso \(Polimi\): una people strategy per guidare la trasformazione digitale - People & Change 360 \(peoplechange360.it\)](https://peoplechange360.it/corso-polimi-una-people-strategy-per-guidare-la-trasformazione-digitale)

[16] “Modello ADKAR: cos'è e perché è la bussola del Change Management,” progesoftware, 2020.

[Online]. Available: [Modello ADKAR: cos'è e perché è la bussola del Change Management \(progesoftware.it\)](https://progesoftware.it/modello-adkar-cos-e-perche-e-la-bussola-del-change-management)

[17] G. Cuofano, “Qual È Il Modello ADKAR E Perché È Importante,” fourweekmba.com, 2023.

[Online]. Available: <https://fourweekmba.com/it/modello-adkar/>

[18] SAP, “Cos'è il MES (Manufacturing Execution System),” sap.com.

[Online]. Available: [Cos'è il MES \(Manufacturing Execution System\)? | SAP Insights](https://insights.sap.com/it/cos-e-il-mes-manufacturing-execution-system)

[19] H. Li, X. Pang, B. Zheng, T. Chai, “The ARCHITECTURE OF MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM IN IRON & STEEL ENTERPRISE,” [Volume 38, Issue 1](#), pp.1. sciencedirect.com, 2005.

[Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S14746670163772177>

[20] Mesa International, “History of the MESA Models,” mesa.org.

[Online]. Available: [History of the MESA Models - Manufacturing Enterprise Solutions Association | MESA International](https://www.mesa-international.com/history-of-the-mesa-models)

[21] Network Digital 360, “Una guida per ottimizzare i costi aziendali con il Manufacturing Execution System,” peoplechange360, 2023.

[Online]. Available: [Una guida per ottimizzare i costi aziendali con il Manufacturing Execution System - People & Change 360 \(peoplechange360.it\)](https://peoplechange360.it/una-guida-per-ottimizzare-i-costi-aziendali-con-il-manufacturing-execution-system)

[22] L. Yue, P. Niu, Y. Wang, “Guidelines for defining user requirement specifications (URS) of manufacturing execution system (MES) based on ISA-95 standard,” Volume 1168, Issue 3

[Online]. Available: [Guidelines for defining user requirement specifications \(URS\) of manufacturing execution system \(MES\) based on ISA-95 standard - IOPscience](#)

[23] H. S. Yang, L. Zheng, Y. Huang, "Critical success factors for MES implementation in China," IEEE Xplore pp. 2-4, 2012.

[Online]. Available: [Critical success factors for MES implementation in China | IEEE Conference Publication |](#)



