

1222•2022
800
ANNI



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA**

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Ingegneria Industriale (DII)

Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali (DTG)

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica

Tesi di Laurea

Applicazione del metodo A3 Kaizen per l'analisi dei flussi
produttivi e l'aumento della capacità di un collo di bottiglia. Il caso
Speedline S.r.l.

Relatore: Ch.mo. Prof. Roberto Panizzolo

Correlatori: Ing. Marco Favaro

Ing. Stefano Civin

Dott. Marco Stevanato

Matricola: 2027427

Anno Accademico 2022/2023

RINGRAZIAMENTI

Inizio ringraziando coloro i quali hanno reso possibile il mio percorso, i miei genitori, che mi hanno sostenuto e stimolato a fare sempre meglio, a non accontentarmi, ad essere metodico e scrupoloso, e soprattutto sono stati lungimiranti, hanno investito nella mia formazione e nel mio futuro, contribuendo in modo preponderante al raggiungimento dei miei obiettivi passati, presenti e ancora da conquistare.

In ambito accademico, ringrazio innanzitutto il professor Roberto Panizzolo, che ha da subito dato la Sua piena disponibilità al ruolo di relatore nonostante i molteplici impegni professionali ed i numerosi colleghi per i quali ricopre il medesimo incarico, ed è stato sempre aperto e collaborativo in ogni fase del progetto.

Proseguo con chi mi ha accompagnato, affiancato e guidato in questa mia prima e significativa esperienza aziendale: l'ingegner Marco Favaro, mio responsabile diretto, ammirevole nella sua totale ed appassionata dedizione al delicato ruolo di caporeparto; l'ingegner Stefano Civin, che mi ha formato su vari aspetti e mansioni dell'ingegneria di processo coinvolgendomi sempre con la giusta dose di responsabilità commisurata alla mia progressiva esperienza; l'ingegner Marco Menegazzi, con il quale da ogni incontro, riunione o semplice chiacchierata si può imparare qualcosa di prezioso; Michele Vecchiato e Andrea Favaretto, instancabili ed affidabili colleghi che mettono la loro ultra-ventennale esperienza al servizio del miglioramento continuo dei processi; ed in generale tutti i tecnologi, capituono, capireparto o semplici operatori che dal primo giorno mi hanno accolto a braccia aperte nonostante una quotidianità non semplice e hanno contribuito alla mia progressiva presa di consapevolezza nella realtà aziendale.

Ringrazio tutti i miei amici, per essere fonte preziosa ed inesauribile di svago, di leggerezza, di nuove esperienze e protagonisti di ricordi indelebili in questi anni, che in fondo rimarranno sempre i più belli e spensierati della mia vita.

Ringrazio i miei compagni e colleghi di studi, chi c'era già da prima e chi si è aggiunto lungo il cammino, per aver condiviso con me le fatiche, le ansie, le delusioni ma anche le gioie e i momenti conviviali della vita scolastica ed universitaria, sorgente di rapporti sinceri e duraturi.

SOMMARIO

Questa tesi è frutto del lavoro svolto in sei mesi di tirocinio curricolare spesi presso l'azienda Speedline S.r.l. di Santa Maria di Sala (VE), facente parte del gruppo multinazionale svizzero Ronal A.G., tra i principali produttori mondiali di ruote in lega di alluminio per primo equipaggiamento e ricambi dei più importanti brand automobilistici nel panorama globale.

Nello stabilimento è emersa l'esigenza di sfruttare in maniera migliore e più efficiente il forno di trattamento termico delle ruote, una risorsa tanto importante quanto critica poiché ciclicamente rappresenta il collo di bottiglia dell'intera fabbrica, condizionando quindi anche tutte le altre fasi del processo produttivo, sia a monte che a valle di esso.

Pertanto, di comune accordo con la direzione ed il top management dell'impianto, si è deciso di analizzare tutti gli aspetti del funzionamento della risorsa, con un focus particolare sulle criticità, le problematiche e tutti gli elementi che ne rallentano il ritmo produttivo o non consentono di massimizzarne la disponibilità e la capacità.

Il progetto di tesi consiste nell'applicazione della metodologia A3 Kaizen per la definizione, scomposizione, analisi e risoluzione del problema presentatosi, con l'intento di non tralasciare nessun aspetto e di migliorare la situazione corrente (AS - IS) mediante interventi il meno onerosi e più reversibili possibile.

INDICE

INTRODUZIONE	1
CAPITOLO 1. LA LEAN MANUFACTURING	5
1.1 IL CAMBIAMENTO DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE.....	5
1.2.1 I 5 PRINCIPI DEL LEAN THINKING.....	6
1.2.2 I 7 SPRECHI DI TAIICHI OHNO.....	7
1.3 GLI STRUMENTI LEAN.....	8
1.3.1 LA VALUE STREAM MAPPING (VSM)	8
1.3.2 SMED.....	10
1.3.3 SPAGHETTI CHART	11
1.3.4 IL KANBAN	11
1.3.5 LE 5S	12
1.3.6 LA TPM.....	13
1.3.7 L'OEE.....	14
1.4 KAIZEN.....	15
1.4.1 PDCA.....	16
1.4.2 IL DIAGRAMMA DI ISHIKAWA.....	17
1.4.3 IL METODO DEI 5W	18
1.4.4 LEAN SIX SIGMA	18
CAPITOLO 2. LA SPEEDLINE S.R.L.....	21
2.1 STORIA DELL'AZIENDA	21
2.2 IL PROCESSO PRODUTTIVO	23
2.2.1 LA FONDERIA	25
2.2.1.1 CENTRO FUSORIO	25
2.2.1.2 TRATTAMENTO ED ANALISI CHIMICA.....	25
2.2.1.3 COLATA A BASSA PRESSIONE.....	25
2.2.2 SMATEROZZATURA.....	26
2.2.3 FLOW FORMING.....	26
2.2.4 TRATTAMENTO TERMICO	28

2.2.5	LAVORAZIONI MECCANICHE.....	28
2.2.6	PROVA DI TENUTA E BILANCIATURA.....	29
2.2.7	VERNICIATURA.....	29
2.2.8	LAVORAZIONI SPECIALI.....	29
2.2.8.1	MARCATURA LASER.....	30
2.2.8.2	TAMPOGRAFIA.....	30
2.2.8.3	LUCIDATURA.....	30
2.2.8.4	COMPONIBILI.....	31
2.2.8.5	SPEDIZIONI.....	31
2.3	CONTINUOS PROCESS IMPROVEMENT.....	31
2.3.1	SUGGERIMENTO.....	32
2.3.2	PROGETTO DI MIGLIORAMENTO.....	34
2.3.2.1	QUICK KAIZEN.....	34
2.3.2.2	PROGETTO A3.....	35
2.3.2.3	PROGETTO A3 CPI.....	35
2.3.3	SOSTEGNO E DIFFUSIONE DEL MIGLIORAMENTO.....	35
2.3.4	MATRICE DELLE PRIORITÀ.....	39
CAPITOLO 3. IL TRATTAMENTO TERMICO IN SPEEDLINE.....		41
3.1	IL FORNO EISENMANN.....	41
3.2	LE FASI DEL TRATTAMENTO.....	42
3.2.1	ALIMENTAZIONE.....	42
3.2.2	LA SOLUBILIZZAZIONE.....	44
3.2.3	LA TEMPRA.....	45
3.2.4	IL RINVENIMENTO.....	45
3.2.5	IL RAFFREDDAMENTO.....	46
3.2.6	SCARICO E PALLETIZZAZIONE.....	48
CAPITOLO 4. LA SITUAZIONE ATTUALE: "AS IS".....		51
4.1	IL CAMBIO DI TURNISTICA.....	51
4.2	IL FLUSSO PRODUTTIVO.....	52
4.3	LOGICA DI CARICO.....	53

4.4	MANUTENZIONE	55
4.5	PIANIFICAZIONE	55
4.6	IDENTIFICAZIONE DELLE CESTE	56
4.6.1	ERRORI DI LETTURA DELLE TARGHETTE	57
4.6.2	CONSEGUENZE DEGLI ERRORI	58
4.7	FOTOGRAFIA DELLA SITUAZIONE CORRENTE	59
4.7.1	QLIK SENSE	60
4.7.2	L'EFFICIENZA DEL TRATTAMENTO TERMICO	60
CAPITOLO 5. IL PROGETTO DI MIGLIORAMENTO		65
5.1	IL TIPO DI PROGETTO	65
5.2	GENERAZIONE DI IDEE	65
5.3	SCREMATURA DELLE IDEE	69
5.3.1	PROPOSTE POCO FATTIBILI	69
5.3.2	PROPOSTE POCO IMPATTANTI	70
5.3.3	PROPOSTE FATTIBILI	71
5.4	IL PROGETTO A3	71
5.4.1	BACKGROUND E SCOPO DEL PROGETTO	72
5.4.2	BENEFICI ATTESI	72
5.4.3	SCOMPOSIZIONE DEL PROBLEMA	72
5.4.4	RICERCA DELLA CAUSA RADICE	73
5.5	LA MANUTENZIONE PREVENTIVA	74
5.5.1	UNA SOLUZIONE TEMPORANEA	75
5.5.2	LA SOLUZIONE DEFINITIVA: FORMAZIONE	76
5.6	RISOLUZIONE PROBLEMI DI LETTURA TARGHETTE	78
5.7	MIGLIORAMENTO DELLA LOGICA DI CARICO	80
5.7.1	UN PROBLEMA DI FONDO	80
5.7.2	LA RICOSTRUZIONE DELLE INFORMAZIONI	80
5.7.3	OTTIMIZZAZIONE DEL CARICO	81
5.8	L'OTTIMIZZAZIONE ENERGETICA	83
5.8.1	UN PROBLEMA IN CORSO D'OPERA	83

5.8.2	UNA MANCATA GESTIONE.....	83
5.8.3	I TENTATIVI EFFETTUATI.....	84
5.8.4	I RISULTATI DEI TEST	89
5.8.5	LA NUOVA PRATICA STANDARDIZZATA.....	90
CAPITOLO 6. I RISULTATI OTTENUTI		93
6.1	COERENZA CON LE PRIORITÀ AZIENDALI.....	93
6.2	AUMENTO DELLA DISPONIBILITÀ.....	94
6.3	RAGGIUNGIMENTO DEGLI OBIETTIVI	97
6.4	IL RISPARMIO DI ENERGIA	99
6.5	CHIUSURA DEL PROGETTO	104
CONCLUSIONI		107
BIBLIOGRAFIA.....		110

INTRODUZIONE

Nelle automobili, che al giorno d'oggi specialmente nella fascia alta del mercato sono paragonabili a delle vere e proprie opere d'arte in movimento, le ruote rappresentano una componente fondamentale dell'estetica della vettura. Colori, forme, lavorazioni, e soprattutto dimensioni delle ruote, sono dei temi soggetti ad evoluzione continua, con quest'ultima caratteristica che rende particolarmente sfidante ed impegnativa la produzione per chi le deve fornire.

Infatti, basta chiedere a qualsiasi addetto ai lavori per sentirsi confermare il fatto che le dimensioni delle ruote, specialmente di alta gamma e per marchi premium/lusso, sono aumentate in modo considerevole nel giro di una decina di anni, e ancora non hanno raggiunto una fine, dato che i centri stile delle migliori case automobilistiche del mondo continuano a studiare come ospitare nelle loro vetture delle ruote sempre più ampie, con la soglia già altissima dei 23 pollici che sta per essere superata ancora.

Per chi produce, come nel caso di Speedline, questo tipo di ruote, adattare le proprie risorse e strumenti alle dimensioni più importanti non è facile, ed in certi casi costringe a diminuire il numero di pezzi prodotti non sfruttando a pieno la capacità produttiva a disposizione.

E' tra questi il caso del trattamento termico, dove le ceste caricate all'interno del pur importante forno Eisenmann sono concepite per ruote dal diametro minore rispetto a quelle che l'azienda si trova ormai a produrre. Per questo motivo, a partire dalle ruote da 21" (che per altro rappresentano la media e anche la moda statistica dei volumi totali attuali) le suddette ceste non riescono più ad ospitare sei ruote ciascuna ma solamente cinque, ed essendo il trattamento termico il passaggio più lento di tutto il processo produttivo, la fabbrica è fortemente condizionata da questo calo.

Se il fatto di dover lavorare con ruote più grandi non può essere eliminato o modificato in alcun modo, viceversa l'impatto di tale realtà può essere mitigato lavorando sugli altri aspetti che impediscono lo

sfruttamento della massima capacità messa a disposizione dal forno e che fino ad ora sono stati ignorati poiché poco rilevanti.

Questo progetto di tesi consiste nell'applicazione di metodologie del miglioramento continuo dei processi provenienti dalla filosofia giapponese della *Lean Manufacturing* ("produzione snella"), ed in particolar modo di strumenti quali l'A3 Kaizen, che consiste nel raggruppare in un unico foglio A3 la descrizione di un problema, la sua analisi e scomposizione, le ipotesi di soluzioni pensate per risolverlo ed infine le contromisure effettivamente attuate.

All'interno di questo strumento di risoluzione dei problemi, sono racchiuse tutta una serie di metodologie di derivazione nipponica che aiutano a convergere verso soluzioni definitive, efficaci e realmente collegate alle cause radice della questione.

All'atto pratico, il lavoro svolto è stato quello di passare in rassegna mediante numerose ed approfondite osservazioni sul campo, tutte le sfaccettature del processo di trattamento termico, quali ad esempio: il caricamento delle ruote, la pianificazione della produzione, la manutenzione, i guasti più frequenti, le impostazioni dei parametri del forno stesso (temperature, velocità rulliere, tempi di trattamento)... sfortunatamente, gran parte di queste variabili sono risultate essere già al massimo della loro efficienza oppure senza grandi margini di manovra per motivi intrinseci e non, ma si è cercato di intervenire dove possibile per ottimizzare lo sfruttamento della capacità che la macchina mette a disposizione, cercando di rendere la risorsa una priorità di massimo livello poiché vincolo per l'intera produzione.

La tesi è sviluppata in tre parti: la prima dedicata alla presentazione e spiegazione della "Lean Production" e di tutte le metodologie applicate in questa analisi, la seconda presenta l'azienda Speedline S.r.l., la sua storia, la situazione attuale e soprattutto il suo lungo ed affascinante processo produttivo con un focus particolare sul trattamento termico oggetto di analisi, mentre la terza presenta il lavoro vero e proprio di studio e di ottimizzazione della risorsa.

Il primo capitolo introduce alla *Lean Manufacturing*, evoluzione generalizzata del Toyota Production System, e spiega cosa sono la Value Stream Mapping, il metodo A3 Kaizen, il diagramma di Ishikawa, il metodo dei 5 perché e tutto ciò che li riguarda.

Il secondo capitolo presenta l'azienda che ha ospitato questo progetto, la Speedline S.r.l., con dei cenni storici ai passi che l'hanno portata ad essere un'eccellenza del territorio e non solo, fino alla situazione corrente, descrivendo l'intero processo produttivo delle ruote e tutto ciò che viene fatto per migliorarlo nell'ufficio del Continuous Process Improvement (C.P.I.).

Il terzo capitolo si concentra sul protagonista vero e proprio dell'elaborato di tesi, il forno di trattamento termico a marchio Eisenmann che consente l'esecuzione di tempra e invecchiamento delle ruote dopo che hanno preso forma; viene approfondito maggiormente il processo di trattamento con tutte le sue fasi.

Nel quarto capitolo si descrive la situazione corrente ("As-Is") trovata al momento dell'inizio del progetto, analizzando tutti gli ambiti sui quali è stato possibile intervenire ed evidenziando le criticità o gli aspetti migliorabili.

Il quinto capitolo presenta tutte le idee e proposte di miglioramento che sono emerse durante le riunioni con il management e i responsabili del reparto, spiega perché esse fossero o meno applicabili nella realtà e quali sono state scelte come azioni da intraprendere ("To-Be").

Nel sesto ed ultimo capitolo, si trova il monitoraggio dell'esito delle attività di miglioramento apportate e una presentazione riassuntiva dei risultati ottenuti mediante l'utilizzo di KPI e dati tangibili con un confronto tra il prima ed il dopo.

Le conclusioni, infine, servono a tirare le somme di quanto detto nei capitoli precedenti e a sintetizzare i risultati ottenuti, dando anche degli spunti su quelli che potrebbero essere ulteriori sviluppi futuri correlati.

CAPITOLO 1. LA LEAN MANUFACTURING

Questo primo capitolo introduce la filosofia della “Lean Manufacturing”, il nuovo modo di intendere la produzione industriale nato in Giappone e diventato ormai lo standard in questo settore; ne vengono illustrate l’origine, i metodi, gli strumenti e le logiche per comprendere al meglio ciò che è stato fatto nel progetto.

1.1 IL CAMBIAMENTO DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE

Al giorno d’oggi, la produzione industriale presenta delle esigenze e delle necessità che sono ben diverse da quelle con la quale era nata o conviveva fino a qualche anno fa. La produzione in linea standardizzata e rigida che procedeva nel solco tracciato da Henry Ford all’inizio del ‘900 con la sua catena di montaggio (celebre la sua citazione “ogni cliente può scegliere una Ford T di qualsiasi colore desideri, purché sia nero”¹) ha lasciato il posto sempre più ad un’organizzazione della produzione più flessibile, dinamica, variabile, in una parola... snella.

La tendenza che il mercato globale, ed in particolar modo quello dell’automotive, stanno assumendo, infatti, è quella di una vera e propria transizione dalla “Mass Production” alla “Mass Customization”, con i clienti che vogliono un prodotto sempre più personalizzabile e cucito addosso alle loro esigenze. Questo però va in contrasto con quello che conviene maggiormente alle aziende per come erano concepite fino a qualche tempo fa, ossia realizzare grandi volumi di prodotti fortemente standardizzati e simili tra di loro, massimizzando l’efficienza; pertanto, è necessario un adattamento significativo dei sistemi e delle logiche produttive aziendali se si vuole rimanere competitivi e concorrenziali in un mondo che evolve molto rapidamente ed aggiunge sempre nuove complicazioni.

1.2 IL TOYOTA PRODUCTION SYSTEM

Così come la catena di montaggio, anche questa rivoluzione del modo di gestire una fabbrica è partita dalle automobili, solamente qualche decina di anni dopo e dall’altra parte del mondo rispetto alla sopracitata azienda

¹ Henry Ford, 1922, “My Life and Work”, Garden City, N.Y., Doubleday, Page & company

statunitense.

E' dal Giappone che, infatti, nasce il concetto di *Lean Manufacturing*, ossia "produzione snella", e più precisamente dalla Toyota. L'azienda, fondata nel lontano 1890 per la produzione di telai tessili ma diventata una "motor company" solo nel 1933, ebbe come protagonisti principali oltre al direttore Kiichiro Toyoda (figlio del fondatore Toyoda Sakichi), l'ingegner Taiichi Ohno, mente alla base del *Toyota Production System*² (TPS), e l'ingegner Shigeo Shingo, che integrò tale sistema con elementi cruciali, tra i quali la metodologia SMED (Single Minute Exchange of Die), fondamentale nella gestione dei cambi di setup per tagliare i tempi di attrezzaggio.



Fig. 1.1 – Rispettivamente Taiichi Ohno e Shigeo Shingo, padri fondatori della *Lean Manufacturing*

Questo mix di principi e tecniche innovative nasce soprattutto da un'esigenza pratica: essendo il Giappone un Paese esponenzialmente meno esteso degli Stati Uniti, e quindi con molti meno terreni e risorse a disposizione, il modello Ford con i suoi enormi magazzini e fabbriche non poteva essere applicato; serviva quindi eliminare totalmente gli sprechi e le inefficienze, e i giapponesi lo fecero attraverso dei principi ben chiari che diedero forma al "*Lean Thinking*", il pensiero snello.

1.2.1 I 5 PRINCIPI DEL LEAN THINKING

I principi su cui si basa il pensiero snello sono tanto semplici nella forma quanto importanti e complessi nell'applicazione:

1. **Definire il valore:** cosa ha valore per il cliente, ciò per cui è disposto a pagare, serve immedesimarsi il più possibile e fare interviste nel "*gemba*", ossia il "luogo dove si svolge l'azione";

² Ohno T., 1988, *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*, Productivity Press

2. **Identificare il flusso del valore:** l'insieme dei processi necessari per far uscire il valore finale;
3. **Far scorrere il flusso:** cercare di rendere il più fluido e flessibile possibile il processo che serve per ottenere il valore;
4. **Implementare un sistema "pull":** il processo deve essere "tirato" dagli ordini dei clienti (o dalle fasi successive all'interno del processo) e non "spinto" da una quantità prodotta a priori o per generare scorte;
5. **Ricerca la perfezione:** cercare di eliminare tutti gli sprechi e rendere il sistema il più efficiente possibile.

1.2.2 I 7 SPRECHI DI TAIICHI OHNO

Come conseguenza e continuazione del quinto principio, Taiichi Ohno definisce anche quelli che sono i "*muda*", gli sprechi, da evitare nella maniera più assoluta per avere una produzione il più snella possibile:

1. **Sovrapproduzione:** produrre più di quello che il mercato richiede è senza dubbio il più grande di tutti gli sprechi, poiché da esso derivano tutti gli altri;
2. **Giacenze:** le eccedenze finiscono in magazzino, il quale presenta tutta una serie di costi di gestione e di mancate opportunità di investimento del denaro;
3. **Superfici:** ne servono di maggiori e vengono occupate dalle giacenze, con conseguenze simili a quelle che si hanno riempiendo il magazzino;
4. **Trasporto materiali:** non aumenta il valore, non viene pagato dal cliente, rappresenta solo un costo;
5. **Tempi di attesa:** dovuti a non ottimale programmazione o eccesso di produzione, ed in generale da un non perfetto sincronismo tra le risorse, i reparti, le lavorazioni;
6. **Riparazioni/errori:** tempo perso per rimediare a inefficienze precedenti e ad una manutenzione non ottimale o trascurata;
7. **Percorsi operatore:** dovuti a scarsa organizzazione, serve una precisa separazione tra chi sta in una postazione e chi la alimenta o si occupa di movimentazione.

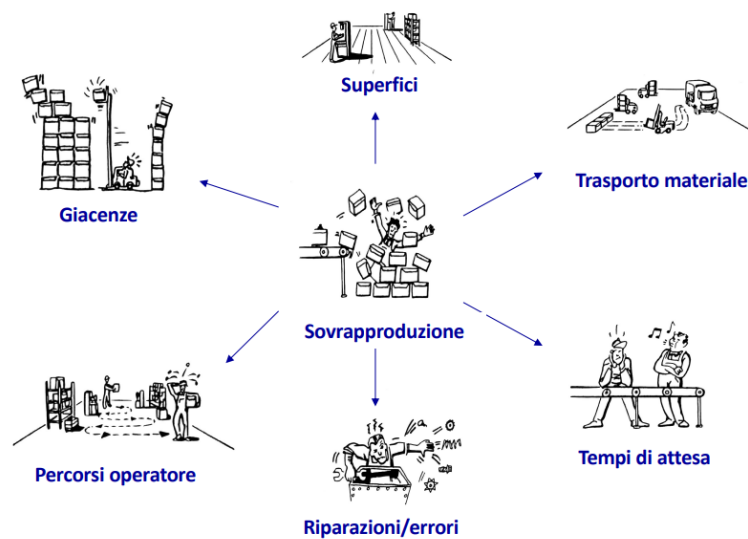


Fig. 1.2 – Uno schema riassuntivo dei 7 sprechi di Taiichi Ohno

A corollario di questi sprechi, vengono definiti anche dei concetti complementari dello spreco in generale (*muda*), ossia il sovraccarico delle persone o delle risorse, detto “*Muri*”, ed il livellamento non ottimale del carico, o “*Mura*”.

1.3 GLI STRUMENTI LEAN

Ad ognuno dei principi ed obiettivi della Lean Manufacturing corrispondono degli strumenti per perseguirli, ideati e resi standard dai giapponesi stessi.

1.3.1 LA VALUE STREAM MAPPING (VSM)

Una volta definito il valore, e questo è del tutto soggettivo e specifico per ogni settore, azienda..., lo strumento migliore per tracciare ed identificare il flusso del valore stesso in modo chiaro, sequenziale ed estremamente impattante visivamente è la “Mappa del Flusso del Valore” (in inglese *Value Stream Mapping* o VSM). Questa rappresenta un riassunto di tutte le azioni, sia a valore aggiunto che non, necessarie a creare valore nel prodotto/servizio che si offre.

In particolare, lo schema dal quale prende il nome questa metodologia prende il nome di “*Current State*”, poiché fa una fotografia di quello che è lo stato corrente del processo al momento dell’analisi e si può utilizzare come base per un “*Future State*”, quello che è lo stato futuro con tutte le eventuali modifiche del caso.

Come si può vedere in *Figura 1.3*³, la Value Stream Mapping è così composta:

- In alto a destra il cliente, con le informazioni essenziali su quantità e varietà dei prodotti ordinati, dimensioni dei lotti, frequenza delle consegne...;
- In alto al centro il flusso delle informazioni tra cliente, azienda e fornitori, che va da destra verso sinistra;
- In alto a sinistra il fornitore, i lotti minimi e i tempi di consegna delle materie prime;
- In basso, da sinistra verso destra, il flusso delle fasi produttive principali e gli annessi stoccaggi, movimenti... fino ad arrivare alla spedizione verso il cliente.

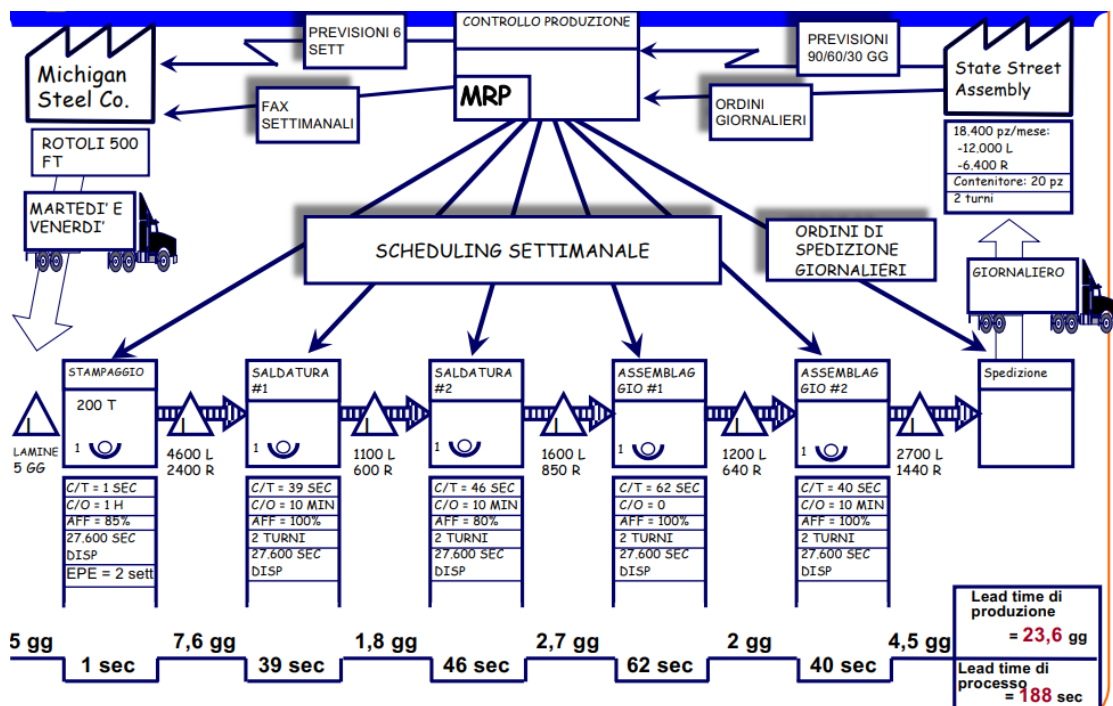


Fig. 1.3 – Esempio didattico di Value Stream Mapping

Sotto allo schema si può trovare il confronto tra il “Lead Time di Processo”, cioè il tempo strettamente necessario per trasformare le materie prime in prodotti finiti, ed il “Lead Time di Produzione”, il tempo totale necessario per completare il ciclo (comprensivo di code, attese, movimentazioni...). Il rapporto tra questi due parametri si chiama “Indice di Flusso”, più il

³ R. Panizzolo, slide del corso di “Organizzazione della Produzione e dei Sistemi Logistici”, 2022

suo valore è basso più la produzione è efficiente e libera da sprechi o rallentamenti importanti.

1.3.2 SMED

In supporto al principio di “far scorrere il flusso”, l’ingegner Shigeo Shingo ha ideato una metodologia particolarmente efficace per ridurre drasticamente i tempi di attrezzaggio delle macchine, raccontata nel suo libro dal titolo “*A Revolution in Manufacturing: the SMED System*”⁴. L’acronimo, che sta per Single Minute Exchange of Die, racchiude in sé la provocazione che si vuole lanciare, ossia che ogni operazione di setup possa essere eseguita sotto i 10 minuti (“single minute” si può tradurre come “singola cifra”). Il tempo di setup si può definire come il tempo che intercorre tra l’ultimo pezzo buono (conforme a tutte le specifiche) della produzione precedente e il primo pezzo buono di quella successiva, ed al suo interno vi troviamo varie voci, illustrate in *Figura 1.4*⁵.

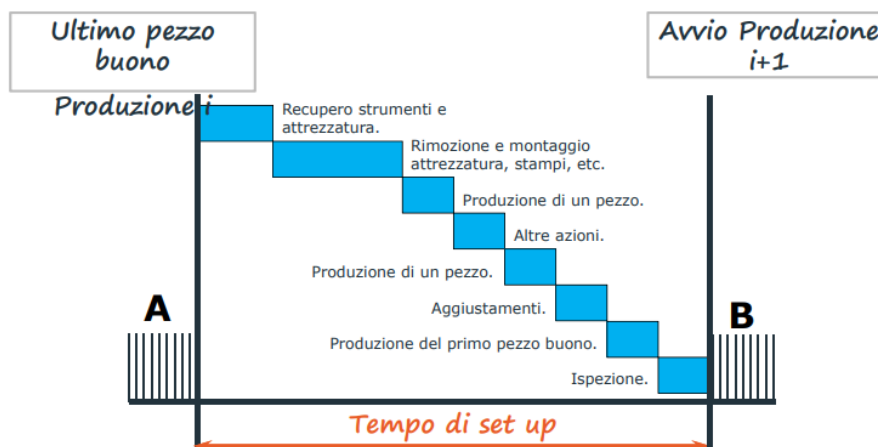


Fig. 1.4 – Definizione di tempo di setup

Questo scopo si raggiunge attraverso pochi passi, elencati in seguito:

1. Registrare l’attività di setup per intero, se possibile più volte e con un operatore mediamente formato ed esperto, e dividere le attività svolte in interne (che si svolgono a macchina ferma o dentro la stessa) ed esterne (che si svolgono a macchina in movimento);
2. Convertire il più possibile le attività da interne ad esterne;

⁴ Shingo S., “A Revolution in Manufacturing: The SMED System”, 1985

⁵ R. Panizzolo, slide del corso di “Organizzazione della Produzione e dei Sistemi Logistici”, 2022

3. Ottimizzare la attività interne, snellire il setup interno, elaborare sequenze ottimali di azione, parallelizzare le attività ed altro ancora.;
4. Ottimizzare le attività esterne, anche se leggermente meno impattante.

1.3.3 SPAGHETTI CHART

Uno strumento tanto semplice quanto efficace, soprattutto a livello visivo per confrontare una determinata situazione prima e dopo un intervento, è la Spaghetti Chart, così chiamata poiché non è altro che la rappresentazione grafica di tutti i movimenti o gli spostamenti che vengono fatti durante un'attività, in modo da coglierne immediatamente la complessità e la ripetitività. Per ogni movimento viene tracciata una curva che ne riproduce fedelmente la traiettoria, ed il totale degli spostamenti evidenzia il flusso completo di un determinato operatore, di una merce o in generale di un materiale. Questo sistema può essere utilizzato in una SMED, per rivedere un layout, e molte altre operazioni di revisione o di miglioramento. Un esempio di Spaghetti Chart ad uso didattico⁶ si trova in *Figura 1.5*⁷.

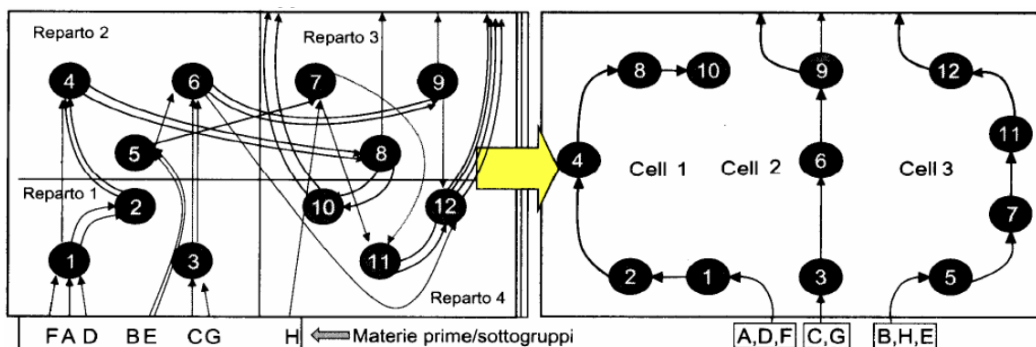


Fig. 1.5 – Esempio di Spaghetti Chart per passare da organizzazione in reparti a celle

1.3.4 IL KANBAN

Nell'ottica di implementare un sistema "pull", che venga tirato da valle e non spinto da monte, lo strumento principe è sicuramente il *Kanban* (letteralmente "segnale visivo"), un cartellino associato ad un determinato contenitore, pallet o lotto di prodotti, il quale può indicare una diversa azione in base alla situazione e alla tipologia. Infatti, i kanban possono essere di diverso tipo: di produzione, se indicano la necessità di produrre qualcosa, di movimentazione (come nell'esempio di *Figura 1.6*),

⁶ R. Panizzolo, slide del corso di "Organizzazione della Produzione e dei Sistemi Logistici", 2022

⁷ R. Panizzolo, slide del corso di "Organizzazione della Produzione e dei Sistemi Logistici", 2022

se richiedono di portare qualcosa in un altro luogo, o di riordino/riassortimento se devono rifornire una materia prima, una linea di assemblaggio o altro ancora.


Dal centro di lavoro di monte X410		Al centro di lavoro a valle Z250	
Punto di stoccaggio in uscita A-12		Punto di stoccaggio in entrata C-8	
Codice materiale: C065		Descrizione materiale: gancio di chiusura	
		N. disegno pezzo: 3847657/REV2	
Nr. Pezzi nel Contenitore	Contenitore Tipo	Numero di emissione	 QHLPJBK2
30	B (rosso)	4/6	

Fig. 1.6 – Esempio didattico di Kanban di movimentazione

In certi casi ci può essere l'utilizzo del "Kanban Segnale", un cartellino di forma, colore o tipologia diversa inserito dopo un certo numero di cartellini normali che indica la necessità di procedere con l'azione indicata, la quale non viene svolta all'arrivo di ogni kanban ma solo dopo quello speciale. Questo sistema è molto efficace ma non semplice da sostenere; pertanto per una corretta riuscita richiede come requisiti l'applicazione di tutte le altre pratiche e comportamenti lean, tra le quali quelle sopra descritte, e una loro corretta e costante osservanza.

1.3.5 LE 5S

Una delle pratiche della Lean più note che servono a supportare il sistema kanban e una corretta organizzazione del lavoro in generale sono le "5S", una sequenza di azioni, che in lingua giapponese iniziano tutte con la lettera S, volte ad implementare, mantenere e migliorare la separazione, l'ordine e la pulizia. Nel dettaglio abbiamo:

- **SEIRI (separare)**, dividere ciò che serve da quello che non è funzionale all'attività che si sta svolgendo;
- **SEITON (sistemare)**, riordinare per rendere facilmente individuabile, prelevabile e riponibile un oggetto;
- **SEISO (spazzare)**, pulire costantemente il posto di lavoro;
- **SEIKETSU (standardizzare)**, definire metodi ripetitivi e standardizzati per aumentare l'efficienza e diminuire le difformità;
- **SHITSUKE (sostenere)**, dare evidenza dei risultati ottenuti e far sì che le pratiche sopra descritte siano rispettate nel tempo e diventino abitudini per chi lavora.

Nelle aziende la diffusione delle 5S come abitudine e comportamento da tenere in modo naturale può essere veicolata anche attraverso lavagne e cartelloni nei reparti, come nell'esempio di *Figura 1.7*.



Fig. 1.7 – Esempio di divulgazione delle 5S nel gruppo Ronal AG

1.3.6 LA TPM

L'ultima grande pratica Lean per "far scorrere il flusso", legata a doppio filo con le 5S, è rappresentata dalla TPM, acronimo di *Total Productive Maintenance*, una versione arricchita e molto più dettagliata della cosiddetta manutenzione preventiva; questa evoluzione si può riassumere nel proverbio giapponese di Toyota che recita: "Ferma la produzione affinché la produzione non si fermi mai", poiché si cerca di fare tutto il possibile per non avere guasti, imprevisti o perdite di tempo produttivo maggiori di quanto strettamente necessario. Per fare ciò, si applica una logica di manutenzione preventiva (ad intervalli regolari) e predittiva (basata su dati statistici), coinvolgendo la totalità del personale e anche del management, formando gli operatori affinché possano svolgere il maggior numero di operazioni migliorative e di interventi in modo autonomo. La TPM si basa su otto pilastri, rappresentati schematicamente in *Figura 1.8*, dei quali il primo nonché punto di partenza sono proprio le 5S, che sintetizzano il metodo:

1. **5S** per l'ordine e la pulizia;
2. **Manutenzione autonoma** da parte degli operatori (piccoli interventi);
3. **Miglioramento continuo** dei processi;
4. **Manutenzione programmata** per evitare e prevenire guasti o fermi;
5. **Miglioramento della Qualità** individuando le cause di non conformità;
6. **Training** degli operatori;
7. **Efficienza nell'amministrazione** e sensibilizzazione al cambiamento;
8. **Ambiente e Sicurezza** devono essere sempre ottimali.

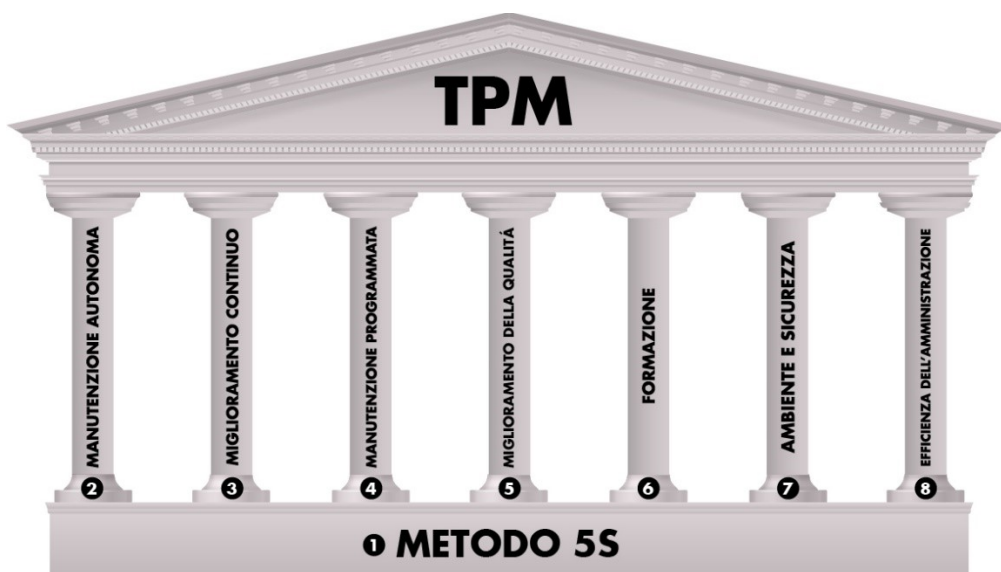


Fig. 1.8 – Schema dei pilastri della TPM

1.3.7 L'OEE

Il parametro che meglio sintetizza tutti gli strumenti ed i metodi lean per una buona gestione della produzione è l'OEE, "Overall Equipment Effectiveness", traducibile in "efficienza globale delle risorse". Questo valore, che può essere compreso tra 0 ed 1 e viene spesso espresso in percentuale, è molto rappresentativo poiché composto da:

$$OEE = \text{Disponibilita}' \times \text{Produttivita}' \times \text{Qualita}', \quad \text{dove:}$$

- $\text{Disponibilit\`a} = \frac{UPTIME}{UPTIME+DOWNTIME}$, tiene conto di tutte le fermate dovute a guasti, tempi di setup, manutenzioni programmate...;

- *Produttività* = $\frac{N.PEZZI\ EFFETTIVAMENTE\ PRODOTTI}{N.PEZZI\ TEORICAMENTE\ DA\ PRODURRE}$, valore utile per avere traccia di microfermate e fattori di mancata produttività difficili da quantificare;
- *Qualità* = $\frac{N.PEZZI\ CONFORMI\ PRODOTTI}{N.PEZZI\ PRODOTTI\ TOTALI}$, tiene conto degli scarti di lavorazione.

Il valore obiettivo ideale di questo parametro è dell'85% circa, molto difficile da raggiungere nella realtà, ma lo sforzo dell'azienda che vuole praticare la lean deve essere quello di aumentarlo il più possibile migliorando continuamente.

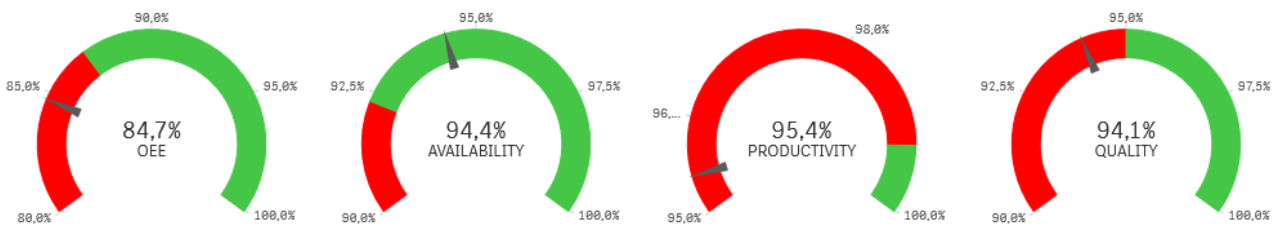
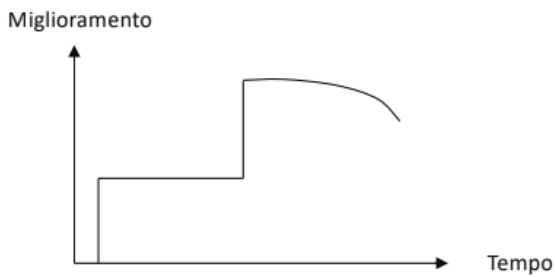


Fig. 1.9 – Esempio di parametri che compongono l'OEE nel software di data analytics Qlik Sense

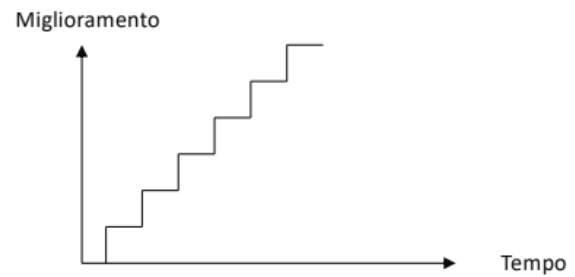
1.4 KAIZEN

La mentalità che sta alla radice del pensiero Lean e che rappresenta il motore dell'ultimo principio, "ricercare la perfezione", è il *Kaizen*, espressione composta dai termini "kai"= cambiamento, e "zen"= bene. La traduzione un po' meno letterale della parola è proprio il già citato "miglioramento continuo", o "cambiamento verso il meglio", che porta a non sottovalutare nessuna criticità, problematica o situazione anche isolata poiché tutto può essere usato per migliorare. La particolarità di questo concetto di miglioramento sta nella sua prudenza e gradualità, che si contrappone all'innovazione di tipo tradizionale con cui si è abituati ad avere a che fare. Le differenze si possono così sintetizzare:



INNOVAZIONE

- Lunga pianificazione;
- Grandi investimenti;
- Scarso coinvolgimento delle maestranze;
- Grandi ed irreversibili passi;
- Obiettivi spesso mancati, azioni correttive...



KAIZEN

- Breve pianificazione;
- Piccoli o assenti investimenti;
- Grande collaborazione e coinvolgimento generale;
- Piccoli passi e cambiamenti possibili;
- Continuo avanzamento attraverso il raggiungimento degli obiettivi.

1.4.1 PDCA

Il metodo scientifico alla base del Kaizen è rappresentato dalla continua iterazione di cicli chiamati PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), dove ad ogni termine corrisponde una o una serie di azioni:

- PLAN = definire il problema in modo chiaro ed accurato e pianificare soluzioni;
- DO = implementare ciò che si è pianificato (azioni correttive);
- CHECK = verificare che le contromisure applicate funzionino;
- ACT = rendere standard le modifiche attuate ed il miglioramento, e sostenerle nel tempo.



Fig. 1.10 – Il PDCA secondo Ronal Group

1.4.2 IL DIAGRAMMA DI ISHIKAWA

Ricerca la perfezione significa anche e soprattutto andare a scovare ed analizzare tutte le problematiche che si presentano in tutti gli ambiti, i settori, e le sfaccettature di una situazione. Va in questa direzione il diagramma di Ishikawa, una tecnica manageriale messa appunto nel 1943 da Kaoru Ishikawa, brillante ingegnere giapponese, con lo scopo di trovare le cause più probabili di un determinato effetto. Il diagramma prende la forma di una lisca di pesce (nome alternativo del modello), nella quale dalla spina dorsale centrale, che rappresenta il problema, si diramano i vari fattori che possono essere cause scatenanti dello stesso; in origine le aree di analisi erano: manodopera, metodo, macchina e materiali (venivano chiamate per questo le 4M), alle quali sono state poi integrate ambiente, misure, o addirittura vengono sostituite con categorie totalmente soggettive a seconda del problema.

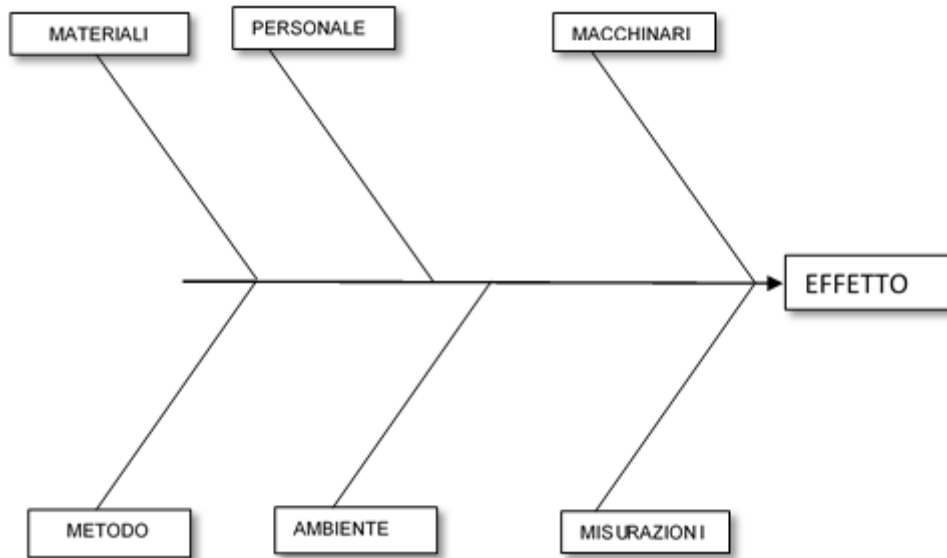


Fig. 1.10 – Esempio di Diagramma di Ishikawa (o a lisca di pesce)

1.4.3 IL METODO DEI 5W

Il naturale completamento del diagramma di Ishikawa è il metodo dei 5W, ossia dei “Cinque perché” (in inglese perché = why, da cui la W); questa tecnica non ha alle spalle una teoria particolarmente complessa, ma arriva direttamente da Sakichi Toyoda e Taiichi Ohno in persona, i quali sostenevano che per comprendere la “causa radice”, ossia la vera natura di un problema, occorresse approfondire la questione di partenza chiedendosi per cinque volte il perché una cosa si verificasse. Lo stesso Taiichi Ohno descrisse questo approccio come la “base dell’approccio scientifico di Toyota”, poiché fortemente convinto che scavando così a fondo, la natura del problema come pure la sua soluzione diventano chiare e lampanti; questo a patto di ricercare davvero la causa reale e primaria di un problema e non fermarsi alla superficie o focalizzarsi sulla prima soluzione che si palesa, motivo di errore e di non completo dominio di un problema, che potrebbe ripresentarsi.

1.4.4 LEAN SIX SIGMA

Ben più recente ma altrettanto interessante è la metodologia “Six Sigma”, ideata verso la metà degli anni '80 da alcuni ingegneri di Motorola (Bob Galvin, Bill Smith e Mikel Harry) con l’obiettivo di migliorare e gestire la qualità in azienda. Il nome si riferisce al sigma dell’alfabeto greco,

simbolo “ δ ”, che in statistica rappresenta la deviazione standard di una distribuzione normale di probabilità; considerare sei volte la sigma vuol dire coprire un range di probabilità estremamente ampio, ed applicato ai processi questo si traduce nell’ammissione di solamente 3,4 parti difettose per milione di unità, uno standard di qualità elevatissimo. L’aspirazione è infatti quella di avere un output di processo privo di difetti, e per fare ciò il metodo si compone di cinque fasi riassunte nell’acronimo DMAIC: define (definire), measure (misurare), analyze (analizzare), improve (migliorare), control (controllare). Si capisce immediatamente la grande affinità e similitudine con il ciclo PDCA precedentemente descritto, ed è anche per questo motivo che dall’unione della metodologia Six Sigma con alcuni strumenti e finalità della Lean è nata la “*Lean Six Sigma*” . Questa fusione consente di perseguire il miglioramento continuo della qualità dei processi aziendali eliminando anche sprechi ed inefficienze, per questo rappresenta ormai la stella polare che guida ingegneri di processo, addetti alla qualità ed al miglioramento continuo.

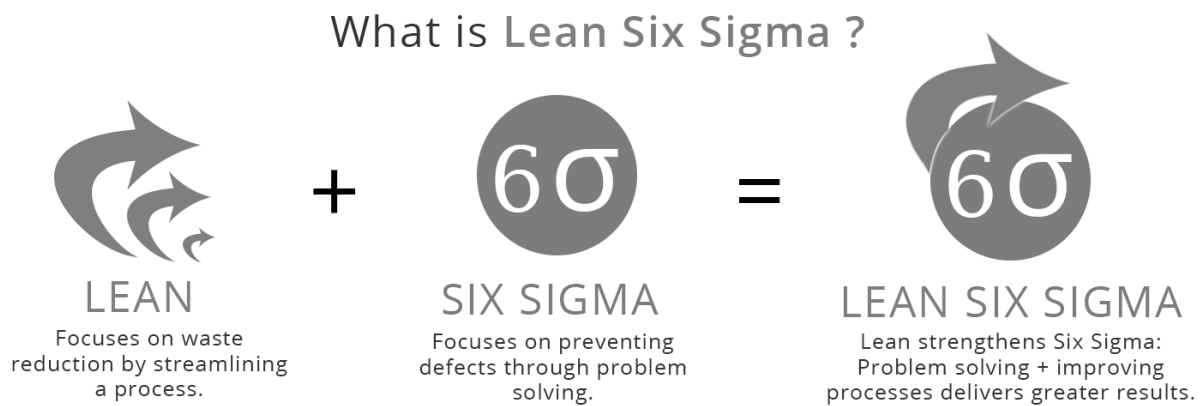


Fig. 1.11 – Schema riassuntivo della Lean Six Sigma

CAPITOLO 2. LA SPEEDLINE S.R.L.

Il secondo capitolo vuole presentare la realtà che ha ospitato il progetto di tesi, l'azienda veneziana Speedline S.r.l. facente parte del gruppo svizzero Ronal AG. Ne vengono introdotti la storia, il processo produttivo e l'unità responsabile del miglioramento continuo che si occupa di progetti come quello in esame.

2.1 STORIA DELL'AZIENDA

La Speedline S.r.l. nasce nel 1976 grazie all'iniziativa imprenditoriale di Giancarlo Zacchello a Santa Maria di Sala (VE); l'azienda ha da subito nel suo core business la produzione di ruote in lega di alluminio per automobili e mezzi pesanti, negli anni diventa leader del settore producendo cerchi per le migliori case automobilistiche del panorama mondiale e arrivando anche alle più alte competizioni del motorsport come la Formula 1, dove equipaggia alcune monoposto di Benetton e Ferrari negli anni '70, '80 e '90 e vince con il reparto "Speedline Corse" oltre 80 titoli mondiali FIA. Un esempio di Ferrari da Formula 1 equipaggiata con ruote Speedline è visibile in *Figura 2.1*.



Fig. 2.1 – Ferrari 312T di Niki Lauda campione del mondo nel 1977 equipaggiata con ruote Speedline Corse

L'azienda ribadisce la sua posizione di alto profilo nel mercato delle ruote brevettando una tecnologia di produzione delle ruote innovativa, il

flowforming, il quale rappresenta uno dei fattori che attira l'attenzione dei grandi investitori esteri. Dopo una parentesi americana e vari passaggi di mano, nel 2007 l'azienda viene acquisita da Ronal, un gruppo fondato nel 1969 da Karl Wirth a Walldorf, in Germania, il quale lavora nello stesso business delle ruote. Oggi il gruppo ha sede a Harkinghen, in Svizzera, ma si sviluppa in 13 tra sedi e stabilimenti produttivi sparsi per il mondo (3 in America, 1 in Asia e il resto in Europa), può contare su un organico di circa 7000 dipendenti e una produzione di circa 21 milioni di ruote l'anno. Questi numeri sono in gran parte dovuti alle ruote per il primo equipaggiamento dei più disparati brand e gruppi automobilistici del mondo, tra i quali Speedline si occupa anche dei marchi premium e maggiormente prestazionali (Ferrari, Lamborghini, Maserati, Porsche, Bentley, Aston Martin, Alpine e molti altri); tuttavia, reclamano ancora il loro spazio "Speedline Truck", con sede a Bergamo, che produce ruote per mezzi pesanti come autobus e camion, ed il marchio "Speedline Corse", che forte dei successi sopra citati si occupa dell'aftermarket per auto sportive, da competizione e storiche.

L'attività del gruppo Ronal è guidata da una "casa dei valori" (riportata in *Figura 2.2*), ossia un insieme di tutti i principi, i propositivi e le priorità che non devono mai mancare nel lavoro quotidiano e rappresentano la visione che tutti gli stabilimenti devono avere sempre ben chiara.



Fig. 2.2 – La casa dei valori di Ronal Group

Tutto parte dal motto *“We make the best wheels in the world”*⁸, ossia “produciamo le ruote migliori al mondo”, che deve essere da stimolo e da ambizione costante affinché tale affermazione sia supportata dai fatti. I pilastri su cui viene fondata questa idea sono Innovazione, Ambiente, Leadership, Comunicazione ed Organizzazione, valori fondamentali e senza i quali non sarebbe stato possibile rendere un gruppo così strutturato, solido, e leader del proprio settore; tali principi devono essere tradotti in efficienza e qualità della produzione, caratteristiche di eccellenza raggiungibili solo attraverso personale qualificato e miglioramento continuo dei processi. Infine, le macroaree delle quali si deve occupare il top management sono: Business, Clienti e Mercati, Prodotti ed Innovazioni, Location e Investimenti, Sviluppo dell’Organizzazione.

2.2 IL PROCESSO PRODUTTIVO

Uno degli aspetti più interessanti nonché punto di forza della Speedline è la completezza del suo processo, poiché riceve in input i lingotti di lega di alluminio “AlSi7Mg” pura (ed in parte minore anche gli scarti di lavorazione del processo stesso) e restituisce in output la ruota finita, compresa di lavorazioni speciali e finiture di massimo livello, pronta per essere equipaggiata dai gommatori sulle vetture nuove, spedita come ricambio alle case o consegnata direttamente ai clienti, a seconda della tipologia di consegna da effettuare.

Tutto ciò si realizza tramite numerose fasi di lavorazione e movimentazioni di materiali e semilavorati, sia interne che esterne, intervallate da diversi stock e buffer che fanno da cuscinetto per ammortizzare il più possibile tutti gli imprevisti, inconvenienti, urgenze e modifiche varie dovute all’ampia variabilità della domanda e dalla possibilità che i clienti (le case automobilistiche) hanno di correggere le quantità dei lotti ordinati anche a poche settimane dalla consegna. La Value Stream Mapping (mappa del flusso del valore) rappresenta un ottimo strumento per avere una visione rapida, intuitiva e concisa di quello che è il ciclo produttivo aziendale, a partire dai fornitori per

⁸ Ronalgroup.com, 2022

arrivare ai clienti; nella pagina successiva, in *figura 2.2*, si può vedere la VSM aggiornata dell'azienda con tutte le varie possibilità e diramazioni del caso, realizzata dal senior manager della pianificazione della produzione.

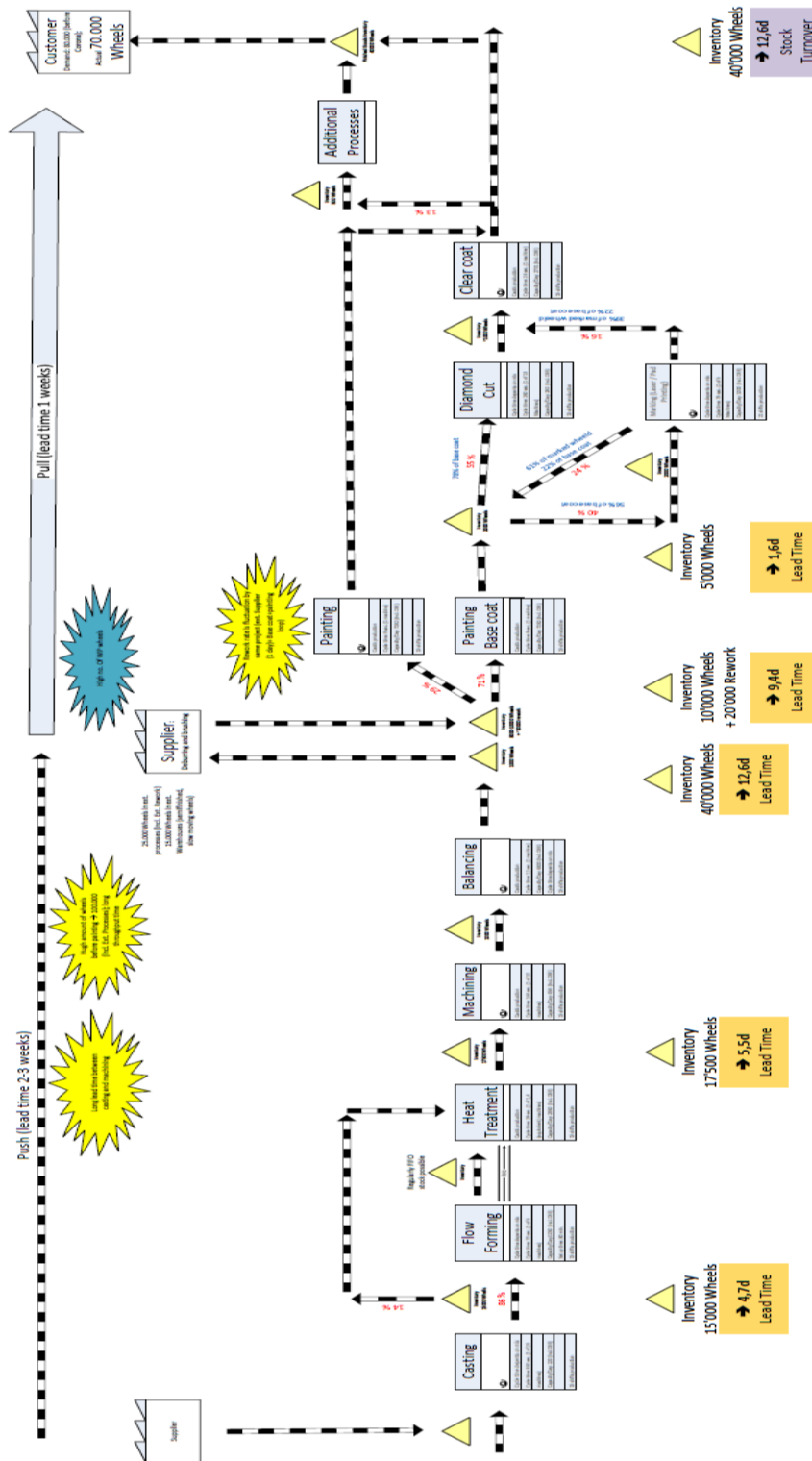


Fig. 2.2 – Value Stream Mapping completa dell'azienda

2.2.1 LA FONDERIA

2.2.1.1 CENTRO FUSORIO

Il punto di partenza del processo produttivo delle ruote è quello della fonderia; nei 5 forni che si trovano nel centro fusorio dell'azienda viene introdotto alluminio primario, sottoforma di lingotti, e secondario, che invece può presentarsi sia come lingotti già rifusi sia come truciolo prodotto durante le lavorazioni meccaniche oppure ruote scartate lungo il processo per errori o imperfezioni di vario genere. Il tutto viene fuso a oltre 700°C, il primario in alcuni forni ed il secondario in altri, e spillato in delle siviere da circa 1800 Kg di capacità.

2.2.1.2 TRATTAMENTO ED ANALISI CHIMICA

Il metallo fuso subisce poi un trattamento di degasaggio con dell'Argon per eliminare le impurità acquisite durante la fase fusoria; in questa fase, infatti, i gas contenuti nella massa fusa vengono eliminati, garantendo la conformità della composizione chimica e minimizzando le probabilità che si verifichino problemi di porosità nelle fasi successive. Per ogni siviera che viene trattata si estrae un provino e viene effettuata un'analisi per verificarne densità, composizione e altre proprietà fondamentali.

2.2.1.3 COLATA A BASSA PRESSIONE

L'alluminio delle siviere trattato va ad alimentare alcune delle 18 macchine di colata a bassa pressione (*Figura 2.3*), equipaggiate con gli stampi dei vari codici di ruote da realizzare. Il metallo viene versato nel crogiuolo, posto alla base, il quale è collegato allo stampo da un tubo ceramico; il crogiuolo ha una camera pressurizzata con gas inerte, e regolando la pressione al suo interno si permette alla lega di risalire il tubo di alimentazione dello stampo per riempire le cavità. Appena terminato il riempimento dello stampo, viene utilizzato un liquido di raffreddamento per solidificare il pezzo, e allo stesso tempo il tubo di alimentazione pressurizzato funge da "materozza virtuale" e scongiura il rischio di ritiri volumetrici dovuti al metallo che solidifica. Tutto il procedimento appena descritto richiede circa 4 minuti, dopo i quali un robot estrae la ruota dallo stampo e, con la supervisione di un operatore,

la carica sul primo convogliatore aereo del suo ciclo di vita verso la fase successiva.

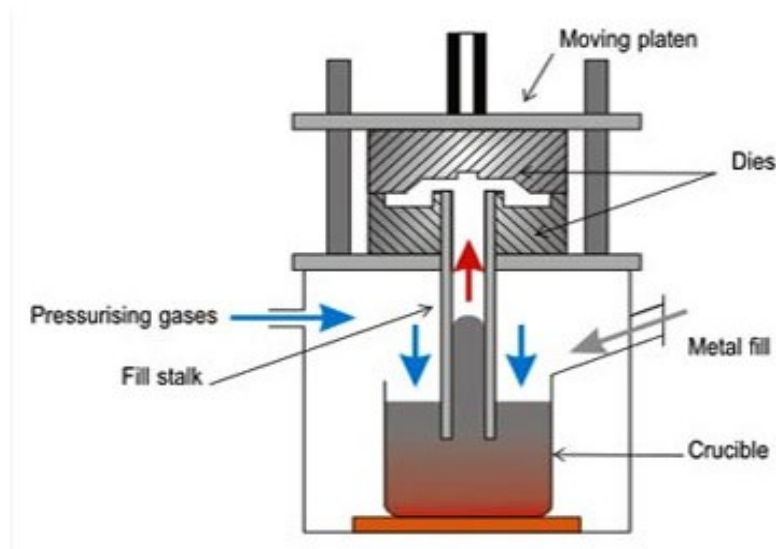


Fig. 2.3 – Schema della macchina di colata a bassa pressione

2.2.2 SMATEROZZATURA

La seconda fase della vita di una ruota, nonché prima lavorazione subita dalla stessa, è la smaterozzatura, durante la quale si elimina la materozza creatasi al centro del pezzo durante la fusione e si crea il foro centrale, che rappresenterà il punto di connessione della ruota con il mozzo e quindi con il veicolo. Il pezzo che arriva dalla fonderia tramite il convogliatore viene portato in una delle 4 macchine smaterozzatrici da un discensore, il tornio lo lavora definendo il foro di centraggio e rimuovendo le bave; infine, viene effettuato un controllo ai raggi X per verificare la struttura interna di ogni cerchio ed individuare tempestivamente eventuali porosità o difetti compromettenti che rendono la ruota non idonea a proseguire il processo.

2.2.3 FLOW FORMING

Questo terzo passo del ciclo produttivo è il primo che non riguarda la totalità dei pezzi prodotti, ma una grande parte. Il flow forming, infatti, è una tecnologia molto valida di laminazione dell'alluminio a caldo allargando il canale della ruota, e rappresenta lo stato dell'arte nella produzione di ruote fuse (esistono anche quelle forgiate) ma esistono tutt'ora clienti che scelgono di realizzare ruote monoblocco, ossia fuse

direttamente nelle dimensioni finali anche per quanto riguarda la larghezza canale.

Il pezzo viene scaldato in un forno a 500°C per consentire che il materiale sia sufficientemente lavorabile, ma all'uscita il frontale (che invece non deve assolutamente venire deformato in alcun modo) viene temprato con un parziale bagno in acqua della durata di 1-2 secondi. Successivamente la ruota è caricata in macchina da un robot e fissata con un mandrino e una contropunta, e la laminazione che ne consegue è eseguita da tre rulli sfalsati di 120 gradi l'uno rispetto all'altro con tre diverse funzioni e dimensioni: uno sgrossatore, uno mediano e un finitore. Con questa tecnologia il metallo acquisisce una maggiore resistenza e stabilità grazie alla stiratura dei grani, e lo spessore delle pareti del canale diminuisce sensibilmente, consentendo anche una diminuzione di peso; basti pensare che nella zona del canale è possibile ottenere una riduzione del volume di lega impiegata fino al 50%. La rappresentazione di ciò che avviene durante questa lavorazione si trova in *Figura 2.4*.

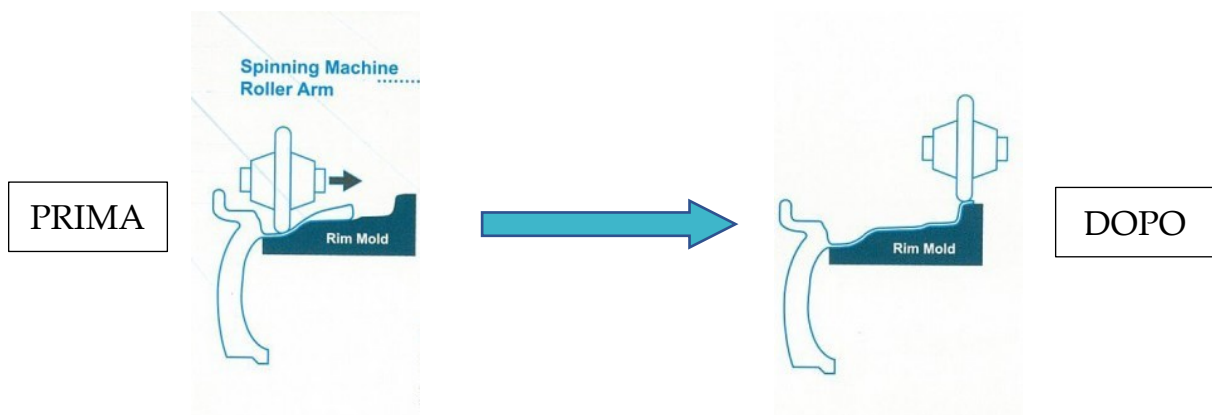


Fig. 2.5 – Rappresentazione schematica del flow-forming

2.2.4 TRATTAMENTO TERMICO

Immediatamente dopo il flow forming, la ruota viene immessa in un secondo trasportatore aereo che la conduce automaticamente alla rulliera di caricamento del forno di trattamento termico, il punto in cui le ruote flowformate si riuniscono con quelle monoblocco (caricate però manualmente). Il trattamento termico avviene in un forno di marca Eisenmann, e si compone di una prima parte a 535°C per 4 ore, una tempra a 50°C tramite immersione in una vasca con una soluzione acqua e polimeri, ed infine un invecchiamento per 150°C per circa 5 ore. All'uscita del trattamento vengono fatte analisi a campione sulla struttura ottenuta tramite prove di durezza e scansioni micrografiche, per verificare che il processo rispetti lo scopo per cui viene fatto.

2.2.5 LAVORAZIONI MECCANICHE

A questo punto la ruota va incontro ad una serie di lavorazioni ravvicinate tra di loro: tornitura del canale, tornitura del frontale, foratura dei fori di fissaggio e foratura del foro valvola.

La tornitura viene eseguita da un tornio ad asse verticale, il pezzo viene preso sul frontale; l'operazione si compone di due fasi, la sgrossatura e la finitura del canale interno, del bordo e della spalla interna, per poi proseguire sul canale esterno. Successivamente, dopo adeguata soffiatura da parte dell'operatore per rimuovere i trucioli rimasti ancorati dopo la lavorazione, avviene la tornitura del frontale; la presa avviene sul bordo interno, vengono lavorati il bordo, la spalla ed il frontale esterno. Infine, nell'ultima isola di lavorazione, vengono perfezionati i fori di fissaggio e viene creato il foro valvola con una fresa a tre assi. Allo scarico delle linee ogni pezzo viene sottoposto a controllo da parte degli operatori.

Per alcuni modelli di ruota che lo prevedono, come ultimo step del processo produttivo, è prevista un'ultima lavorazione, dallo scopo unicamente estetico, ossia la diamantatura; si tratta di utilizzare un tornio con un inserto in diamante sintetico per asportare pochi centesimi di millimetro di vernice e riportare a vista la superficie metallica in una condizione particolarmente splendente ed impattante visivamente.

2.2.6 PROVA DI TENUTA E BILANCIATURA

Ultimate tutte le lavorazioni meccaniche, la ruota viene lavata per eliminare definitivamente tutti i residui di trucioli, oli e quant'altro, per poi essere sottoposta a stretto giro a due operazioni fondamentali, la prova di tenuta e la bilanciatura.

La prova di tenuta assicura la totale assenza di trafiletti attraverso il canale in una situazione che simula quella di esercizio con lo pneumatico alloggiato sulla ruota; il fluido usato può essere l'acqua, ormai però sorpassata, e soprattutto l'elio, nuovo standard di riferimento.

La bilanciatura, che avviene in rapida successione, serve invece per assicurarsi che le masse siano distribuite in modo uniforme e senza squilibri.

2.2.7 VERNICIATURA

La fase della verniciatura, estremamente delicata e soggetta a numerosi fattori di condizionamento, inizia con un ulteriore lavaggio della ruota, poiché è sufficiente un particolato anche di piccolissime dimensioni per avere un difetto amplificato visivamente dopo l'applicazione della vernice.

Per primo viene applicato il fondo, mediante un convogliatore a palette rotanti; la ruota viene coperta con più mani di primer a base polverosa, il quale viene successivamente cotto a 200°C per un'ora. In seguito, grazie a delle pistole elettrostatiche, viene applicata a spruzzo una vernice liquida alla stessa temperatura.

L'ultima parte della verniciatura, svolta dopo eventuali lavorazioni speciali, è l'applicazione di uno strato di vernice trasparente a base di polvere e uno a base di liquido. Anche questa fase termina con la cottura dell'ultimo strato a 200°C.

2.2.8 LAVORAZIONI SPECIALI

In questo reparto, dove è coinvolta solo una piccola parte delle ruote, vengono svolte alcune lavorazioni particolari, quali la marcatura laser, la tampografia e la lucidatura.

2.2.8.1 MARCATURA LASER

Per le ruote che prevedono questa lavorazione, viene applicato durante la verniciatura uno strato di Ral nell'area interessata dall'incisione, prima di avere gli strati definitivi. Le macchine di marcatura, dopo opportuno centraggio della ruota, incidono la ruota mediante sorgenti laser in fibra per uno spessore di 10/15 micron, giusto il necessario per asportare lo strato di vernice fino al fondo Ral. Lo scopo di questa lavorazione è quello di praticare scritte o loghi di dimensioni modeste, fino ai 10 cm²; la dimensione dell'inciso è direttamente proporzionale al tempo di lavorazione, ed il colore che si vuole avere dell'incisione deve essere applicato nella fase di processo precedente.

2.2.8.2 TAMPOGRAFIA

In quest'altra lavorazione speciale (e opzionale) viene fatta una vera e propria stampa sulle ruote, mediante un tampone che preleva il disegno del logo o della scritta da applicare da un cliché e la riporta sul pezzo. Come per le linee di verniciatura, l'ambiente del reparto è climatizzato e controllato; le condizioni devono stare nel range di 20-23°C di temperatura e con il 50% di umidità. Subito dopo la stampa, la ruota subisce una breve cottura a circa 200°C per 100 secondi e poi un appassimento a temperatura ambiente per 72 ore, tutto per garantire un'ottimale adesione del colore prima di procedere con l'ultima fase della verniciatura, il trasparente protettivo.

2.2.8.3 LUCIDATURA

Quest'area del reparto è dedicata al recupero di ruote con piccoli difetti estetici che sono però sufficienti a scaturire una non conformità rispetto agli standard aziendali e dei clienti; si tenta quindi di eliminare tali difetti mediante polish o carteggiatura, e se ciò non è sufficiente la ruota viene mandata a sverniciare per poi ripetere il ciclo di verniciatura. Nel caso tutti questi tentativi non diano i frutti sperati, il pezzo risulta scarto definitivamente e viene mandato a rifondere come secondario nel centro fusorio per dare vita a nuove ruote.

2.2.8.4 COMPONENTI

La sezione del reparto dedicata ai componenti merita un distinguo rispetto a quelli sopra descritti, poiché sebbene faccia parte a tutti gli effetti delle lavorazioni speciali è l'unica che al suo interno, oltre ad applicare adesivi o inserti ad incastro in alcuni modelli, dà vita a dei tipi di ruote dall'inizio alla fine. Questo poiché viene eseguito l'assemblaggio di ruote composte da 3 pezzi distinti (canale interno, canale esterno e flangia frontale) che non sono prodotti internamente tramite fusione ma arrivano dall'esterno e subiscono all'interno solo alcune lavorazioni (verniciatura, lucidatura..). Tale tipologia di ruote servono quasi esclusivamente l'aftermarket di modelli storici, d'epoca o da collezione.

2.2.8.5 SPEDIZIONI

Infine, a completamento di quest'ultimo ed eterogeneo reparto, è presente anche una postazione di imballaggio delle ruote dedicate alle spedizioni in scatola e non su pallet; si tratta di pezzi dedicati ai ricambi nel caso dei brand automobilistici clienti oppure di ruote dedicate ai clienti finali se si parla dei modelli a marchio *Speedline Corse* per gli appassionati del mondo racing.

2.3 CONTINUOUS PROCESS IMPROVEMENT

All'interno del Ronal Group, e quindi anche di Speedline, c'è una forte attenzione al miglioramento continuo dei processi e all'applicazione della filosofia Lean, al punto che in ogni stabilimento è presente un ufficio dedicato, che prende il nome di C.P.I. (Continuous Process Improvement). In questa divisione aziendale, composta da ingegneri di processo e figure qualificate e certificate Lean Six Sigma, si lavora all'identificazione e risoluzione dei problemi che emergono sul campo, partendo dall'individuazione della causa radice ed arrivando ad attuare le contromisure necessarie per eliminarla e risolvere il problema. Riduzione degli sprechi e delle perdite e miglioramento della qualità sono il focus costante del reparto, che si impegna a coinvolgere in maniera costante tutte le funzioni aziendali, soprattutto gli operatori sul campo, per rendere tutti adeguatamente formati, competenti e consapevoli dei benefici che portano svolgendo il loro lavoro in modo accurato. Non è un

caso che i più importanti slogan del miglioramento continuo e del pensiero lean (le 5S, i 7 sprechi...) siano affissi in tutti i reparti per ricordare quale dev'essere sempre la stella polare che guida l'operato quotidiano; infatti, ogni progetto o iniziativa di miglioramento segue la logica del Kaizen e di conseguenza tutte le pratiche per applicarla. L'intero flusso di un progetto di C.P.I. viene impostato, monitorato e concluso tramite la piattaforma software "Ayama", che consente di gestire un cantiere kaizen in ogni sua fase, dall'inserimento di un nuovo suggerimento che deriva da un problema riscontrato o da un'idea costruttiva, alla scelta del tipo di progetto che meglio si adatta alle caratteristiche del problema e fino alla sua conclusione.



Fig. 2.4 – Logo del CPI (Continuous Process Improvement)

2.3.1 SUGGERIMENTO

Il primo passo per un nuovo progetto di miglioramento è aprire un suggerimento, dove l'autore descrive il problema o la situazione attuale, spiega in cosa consiste il miglioramento ipotizzato, ne quantifica il costo ed il beneficio stimato (o calcolato). Da questi fattori deriva una prioritizzazione del suggerimento, la quale si basa su due parametri fondamentali, entrambi con un valore che può andare da 1 a 5:

- **Importanza**, che valuta l’impatto in termini di benefici del suggerimento sul processo con riferimento alla matrice delle priorità aziendali.

IMPORTANZA					
Importanza: si intende l'entità dei benefici ottenibili pesati considerando i seguenti fattori:					
	1	2	3	4	5
Correlazione con la Matrice delle Priorità	Correlazione debole. Allineata con le strategie inferiori o con nessuna di esse.		Correlazione media. Allineata con le strategie di supporto.		Correlazione forte. Allineata con le strategie principali.
Saving annuo	0 € - 1'000 €	1'000 € - 5'000 €	5'000 € - 25'000 €	25'000 € - 75'000 €	> 75'000 €
Qualità	riduzione scarto/sospeso ≤ 20%	riduzione scarto/sospeso ≤ 40%	riduzione scarto/sospeso ≤ 60%	riduzione scarto/sospeso ≤ 80%	Richiesta Cliente / Ottemperanza a Norma certificativa
Sicurezza / Ambiente	Sempre 5				

Fig. 2.5 – Tabella indicativa di classificazione dell'importanza

- **Fattibilità**, che invece esprime quanto facilmente si può chiudere l’attività in termini di tempo e risorse investite o coinvolte, sia economiche che umane.

FATTIBILITA'					
Fattibilità: si intende la "facilità" nel chiudere un'attività in termini di:					
	1	2	3	4	5
Tempi di realizzazione	> 3 mesi	2 - 3 mesi	1 - 2 mesi	2 wk - 1 mese	<= 2 wk
Costi / Investimenti	> 75'000 €	75'000 € - 25'000 €	25'000 € - 5'000 €	5'000 € - 1'000 €	1000 € - 0 €
Numero di enti coinvolti	> 5	4	3	2	1
Risorse coinvolte	Risorse interne e consulenza per lunghi periodi	Risorse interne e consulenza per brevi periodi	Risorse interne e consulenza occasionale	Risorse interne e sola fornitura esterna	Solo risorse interne

Fig. 2.6 – Tabella indicativa di classificazione della fattibilità

Il prodotto di questi due fattori, che difficilmente possono essere entrambi molto elevati, restituisce l’indice di priorità del suggerimento, punteggio che dà l’idea di quanto possa essere conveniente eseguire quell’attività e costituisce un criterio di scelta delle precedenze nel caso vi siano più attività potenziali da aprire.

Importanza	5 Alta	Se ROI inferiore ad un anno ed è necessaria analisi causa radice: Progetto A3 CPI Se ROI maggiore di 1 anno o non necessita di analisi causa radice: Progetto A3				
	4					
	3					
	2	Progetti da non aprire			CPI Quick Kaizen	
	1 Bassa					
		1 - Difficile	2	3	4	5 - Facile
		Fattibilità				

Fig. 2.7 – Matrice di assegnazione della priorità (Importanza x Fattibilità)

2.3.2 PROGETTO DI MIGLIORAMENTO

Definiti tutti gli elementi sopra descritti, il suggerimento viene caricato nella piattaforma, e se approvato dalle figure coinvolte diviene a tutti gli effetti un progetto di miglioramento. Il passo successivo è scegliere il tipo di cantiere Kaizen da applicare al progetto in questione, e ciò avviene seguendo il percorso logico che viene ora illustrato, sulla base dei parametri di importanza e fattibilità.

Si può osservare come ci siano 3 tipologie di cantieri possibili, ossia:

1. **Quick Kaizen;**
2. **Progetto A3 CPI;**
3. **Progetto A3.**

2.3.2.1 QUICK KAIZEN

Il progetto Quick Kaizen viene scelto per attuare un suggerimento caratterizzato da bassa importanza (≤ 2) ma elevata fattibilità (≥ 4); di conseguenza, la struttura di queste iniziative non è particolarmente complessa, bensì snella e con i pochi strumenti essenziali per raggiungere lo scopo. Infatti, se non sono aperte altre attività più impattanti o c'è

comunque possibilità di azione, spesso può valere la pena implementare questi progetti, che non portano con sé un beneficio o un saving consistente ma sono favoriti dall'elevata fattibilità, e consentono quindi di portare a casa un risultato con il minimo sforzo.

2.3.2.2 PROGETTO A3

Per i progetti con un'importanza più elevata e di conseguenza una difficoltà di realizzazione maggiore serve un'organizzazione del lavoro più strutturata e che coinvolga più figure. Il progetto A3 serve a pianificare e coordinare le varie attività per raggiungere l'obiettivo finale, con una logica PDCA (Plan, Do, Check, Act); si parte dalla descrizione accurata del problema per comprenderne la causa radice, si dichiara l'obiettivo da raggiungere, si elencano le micro-attività attuate e i rispettivi responsabili, ed infine si espongono i risultati raggiunti.

2.3.2.3 PROGETTO A3 CPI

Lo schema dell'A3 CPI è il più complesso e strutturato che può essere applicato per i progetti di miglioramento; esso mantiene tutti gli elementi del progetto A3 tradizionale ma ne approfondisce ancor di più l'analisi. Le cause del problema vengono sviscerate mediante strumenti strutturati come il diagramma di Ishikawa ed il metodo dei 5W, mentre i risultati sono monitorati tramite degli indicatori di prestazione (detti KPI) per fare un confronto tra il prima e il dopo degli interventi e certificare i benefici rispetto alla situazione precedente.

2.3.3 SOSTEGNO E DIFFUSIONE DEL MIGLIORAMENTO

Una volta individuate le contromisure adeguate al problema ed appuratane la loro efficacia, la fase di "Act" del ciclo PDCA consiste nel sostenere i risultati ottenuti nel tempo (aspetto compreso anche nelle 5S) e confermarne l'applicazione quotidiana soprattutto da parte degli operatori e di chi vive i reparti in prima persona; questo consente di far sentire tutti estremamente importanti e centrali per il buon andamento dell'azienda e fa sì che i miglioramenti si integrino in pianta stabile e

diventino parte integrante del know-how.

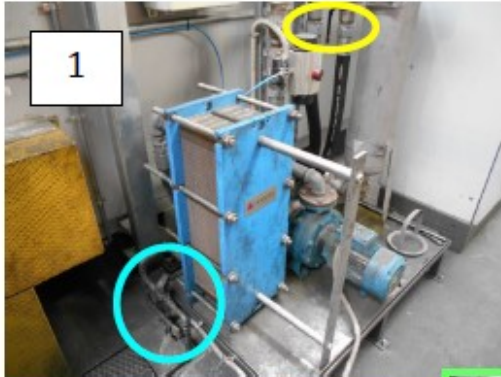
La diffusione del miglioramento nei reparti avviene tramite documenti di lavoro che si declinano in due tipi di moduli:

- ONE POINT LESSON (OPL), un foglio A4 in verticale di una sola pagina, quindi estremamente compatto, che descrive con l'aiuto di fotografie come svolgere operazioni semplici composte da pochi passi; spesso sono rivolti agli operatori e riguardano azioni da compiere quotidianamente, e il loro rispetto è monitorato da checklist da compilare a cadenza stabilita.
- JOB ELEMENT SHEET (JES), un foglio A3 con disposizione orizzontale, anch'esso accompagnato da immagini, che serve a documentare operazioni più complesse, con numerosi passaggi, e descrive con dovizia di particolari ogni passaggio specificando cosa, come e perché di ognuno. Questo in particolare è il formato che meglio si adatta alla diffusione consapevole del know-how a tutti gli operatori; non è casuale, infatti, che si voglia specificare anche la motivazione di ogni azione, tutto va in quella direzione.

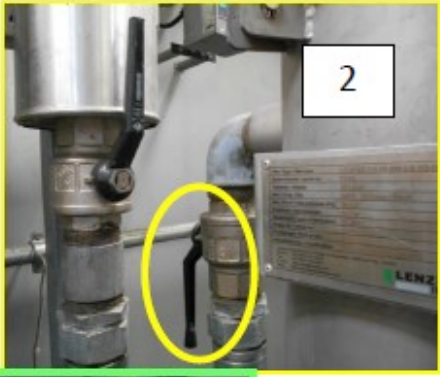
FO – 5S One Point Lesson

Pagina 1 / 1

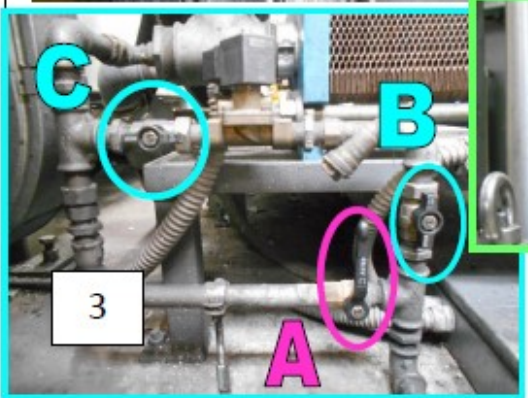
Reparto: Flow Forming	Area: FF 4	Fase di Processo: Flow Forming
Fase Operativa: Regolazione Cool Face FF4		5S (rif.): OPL-1177
Preparato da: Stevanato Marco		Data emissione: 13/09/2022




1



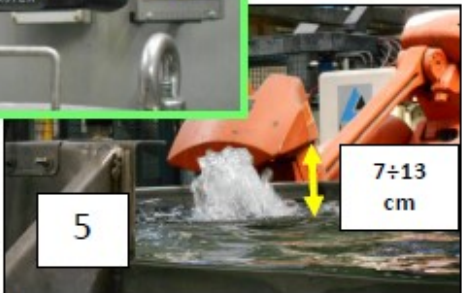
2



3



4



5

No.	Operazioni
1	Posizionarsi frontalmente all'impianto di regolazione della vasca ed individuare le valvole da regolare.
2	Regolare la valvola di aspirazione con manopola in posizione aperta (vedi foto).
3	Regolare la valvola di rabbocco manuale "A" in posizione chiusa , mentre le valvole di rabbocco automatico "B" e "C" in posizione aperta (vedi foto).
4	Regolare la valvola di flusso del getto circa nella posizione illustrata sopra (vedi foto).
5	L'altezza ottimale del getto di raffreddamento deve essere compresa tra i 7 e i 13 cm circa.
6	Compilare l'apposita scheda di avvenuta operazione (codice operatore).

Note: Operazione eseguita da: Operatore Linea secondo calendario automanutenzione/disposizioni.
In caso di dubbi, anomalie o allarmi avvisare il Capo Turno.

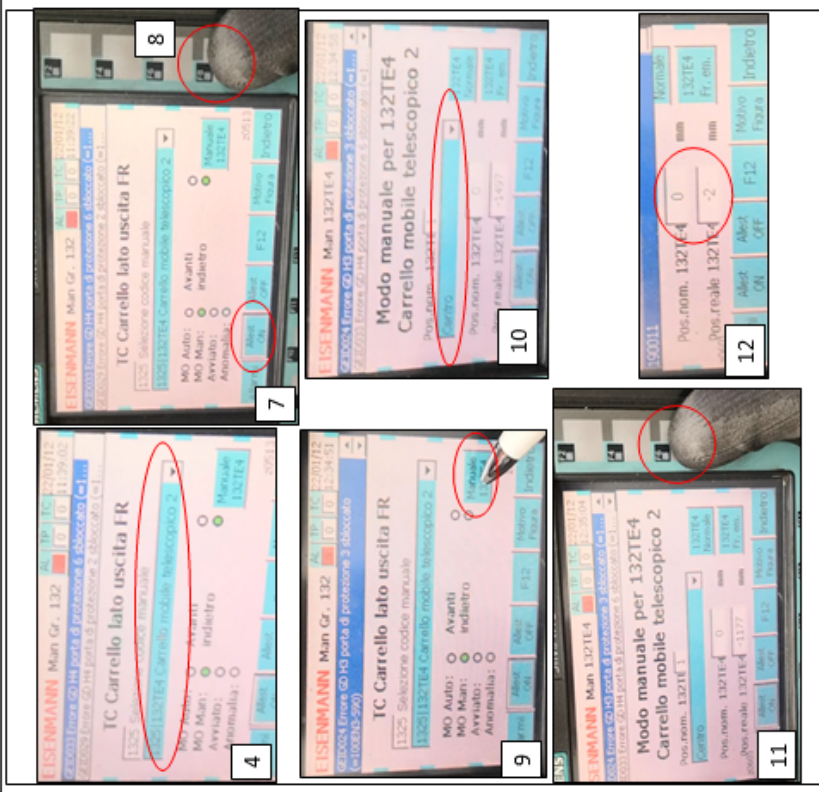
Sicurezza: È obbligatorio utilizzare i DPI presenti in reparto.

Approvato da:	+ (solo per operazioni TPM) approvato da:
Resp. Reparto: Favaro Marco	Resp. Manutenzione:

Fig. 2.8 – Esempio di One Point Lesson (OPL)

<p>Scritto da: Stevanato Marco</p> <p>Approvato da: Favaro Marco</p> <p>Ruolo: capoparto</p> <p>Data emissione: 05/10/2022</p>	<p>Documenti n°</p>	<p>JES-0206</p>	<p>Fase Operativa: Estrazione/ripiegamento telescopiche</p>
<p>Reperto: F. Forming</p> <p>Area: Tratt. Termico</p> <p>Sicurezza per l'Operatore</p>	<p>Controllo Qualità</p> <p>Operazione Critica</p> <p>Sicurezza obbligatoria</p>	<p>Manutenzione preventiva forno Eisenmann</p>	<p>Manutenzione preventiva forno Eisenmann</p>

Simbolo	Op. n°	Operazione (Cosa)	Punti fondamentali (Come)	Motivo (Perché)
1	1	Login sul pannello	Inserire Utente e Password sul pannello di controllo quando richiesto a schermo.	Accedere alle movimentazioni
2	2	Apertura Menù Manutenzione	Selezionare con la penna la voce "MAN TC 230_02".	Predisporre la movimentazione
3	3	Selezione Tecnica di Convogliamento	Selezionare la voce "CM Uscita TA (132)".	Predisporre la movimentazione
4	4	Selezione Codice Manuale	Aprire il menù dei codici manuali e selezionare "132TE4 Carrello mobile telescopico 2".	Predisporre la movimentazione
5	5	Inserimento modalità manuale	Premere il pulsante fisico "F5" posto a SX del pannello per inserire la modalità manuale (conferma a schermo).	Predisporre la movimentazione
6	6	Modalità cancelli aperti	Premere il pulsante fisico posto sul retro della parte SX del pannello ogni qualvolta si esegue una movimentazione con i cancelli di accesso aperti.	Predisporre la movimentazione
7	7	Selezione Allest. ON	Premere la voce "Allest ON", secondo da SX nella riga in basso.	Predisporre la movimentazione
8	8	Estrazione Telescopiche	Tenere premuto il pulsante fisico "F8" posizionato sul lato DX del pannello per muovere le telescopiche fino a raggiungere la completa estrazione.	Muovere le telescopiche
9	9	Inserimento Modo Manuale	Premere la voce "Manuale 132TE4" sul lato DX schermo per inserire il modo manuale.	Predisporre la movimentazione
10	10	Selezione della posizione centrale	Nel menù a tendina al centro dello schermo selezionare la voce "centro" per riportare in posizione le telescopiche.	Predisporre la movimentazione
11	11	Ripiegamento Telescopiche	Tenere premuto il pulsante fisico "F6" posizionato sul lato DX del pannello per muovere le telescopiche fino al ritorno in posizione centrale.	Muovere le telescopiche
12	12	Verifica posizione corretta	Assicurarsi che la posizione reale sia a 0 o prossima ad esso (tolleranza ± 3 mm).	Muovere le telescopiche
<p>Note</p> <p>In caso di dubbio o necessità, premendo il pulsante "F1" a lato SX del pannello, compaiono a schermo le funzioni degli altri tasti fisici "F" numerati presenti ai lati.</p> <p>Sicurezza ATTENZIONE: una volta selezionato "Allest On" tutte le sicurezze vengono disattivate, quindi prestare la massima attenzione alle operazioni manuali che si effettuano!</p>				



turno	Capo turno	Data	Firma	turno	Data	Firma	turno	Data	Firma

Fig. 2.9 – Esempio di Job Element Sheet (JES)

2.3.4 MATRICE DELLE PRIORITÀ

La stella polare che guida i progetti che vengono o meno aperti nel CPI è la matrice delle priorità aziendali, la quale fissa in modo chiaro quelle che sono le attività con la maggiore importanza strategica in questo momento per l'azienda.

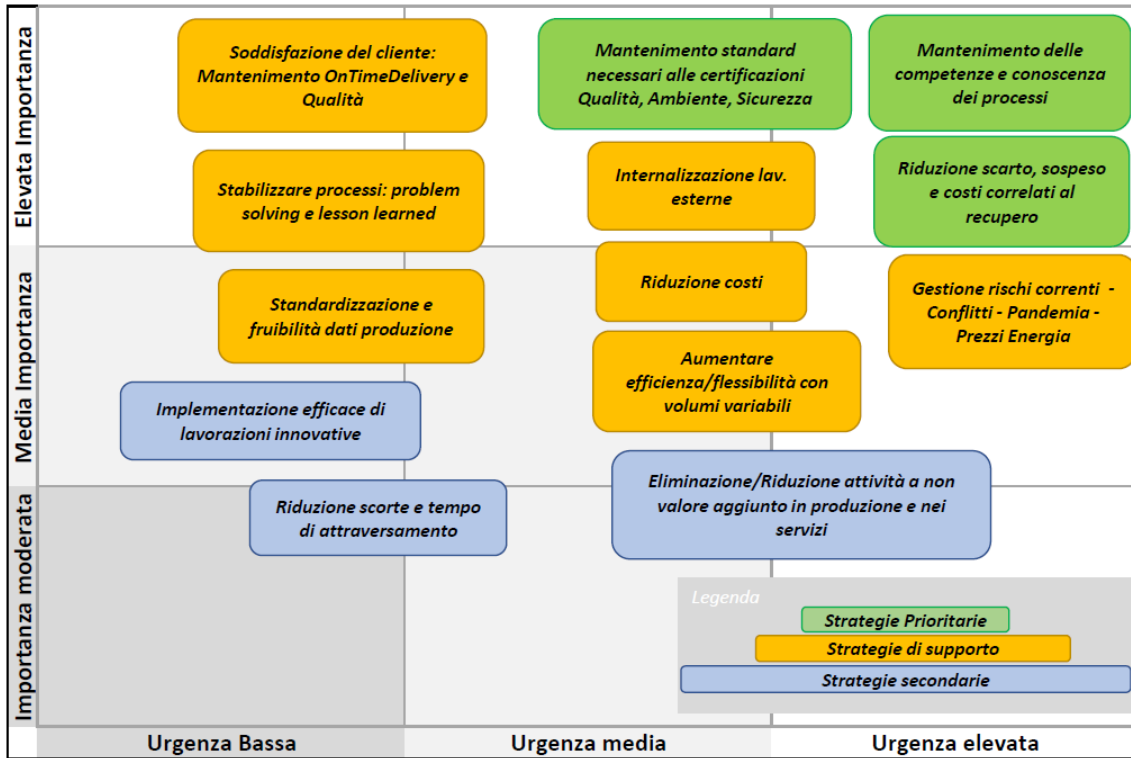


Fig. 2.10 – Matrice delle priorità aziendali

Come si vede dalla figura, le attività che hanno priorità assoluta sono il mantenimento delle conoscenze e delle competenze, la riduzione di pezzi scartati o sospesi (che comportano rilavorazioni) ed il mantenimento degli standard e delle certificazioni; tuttavia, anche la situazione energetica di recente ha assunto una posizione di rilievo, a causa di tutti i fattori esterni (pandemia, conflitti...) che ne hanno fatto lievitare i costi e ne rendono necessario il risparmio il più possibile.

CAPITOLO 3. IL TRATTAMENTO TERMICO IN SPEEDLINE

Il terzo capitolo approfondisce in modo più dettagliato la fase di processo che è stata protagonista del progetto di tesi, ossia il trattamento termico delle ruote; viene descritto l'impianto e si elencano tutte le parti in sequenza che garantiscono la corretta riuscita del trattamento.

3.1 IL FORNO EISENMANN

Nel mezzo del processo produttivo delle ruote si colloca il trattamento termico, oggetto di analisi in questo progetto di tesi; in particolare si tratta di un trattamento T6 composto da solubilizzazione, tempra ed invecchiamento, avente lo scopo di migliorare le proprietà meccaniche e di resistenza delle ruote. Esso è affidato ad un forno a marchio Eisenmann, installato nel 2010, al contrario di ciò che avveniva fino a qualche anno fa dove quest'ultimo era preceduto e poi affiancato da un altro forno fabbricato da Civardi. Al momento attuale, quindi, la totalità della produzione deve essere processata dall'impianto Eisenmann. Il forno si compone di due parti (*Figura 3.1*) non comunicanti fra loro ed estremamente ben coibentate, dotate di bruciatori di diversa potenza (la solubilizzazione richiede temperature molto più elevate dell'invecchiamento); a completamento dell'impianto si trovano il percorso di alimentazione, la vasca di tempra dotata di sgocciolatoio e tutti gli impianti ausiliari necessari per garantirne il funzionamento.

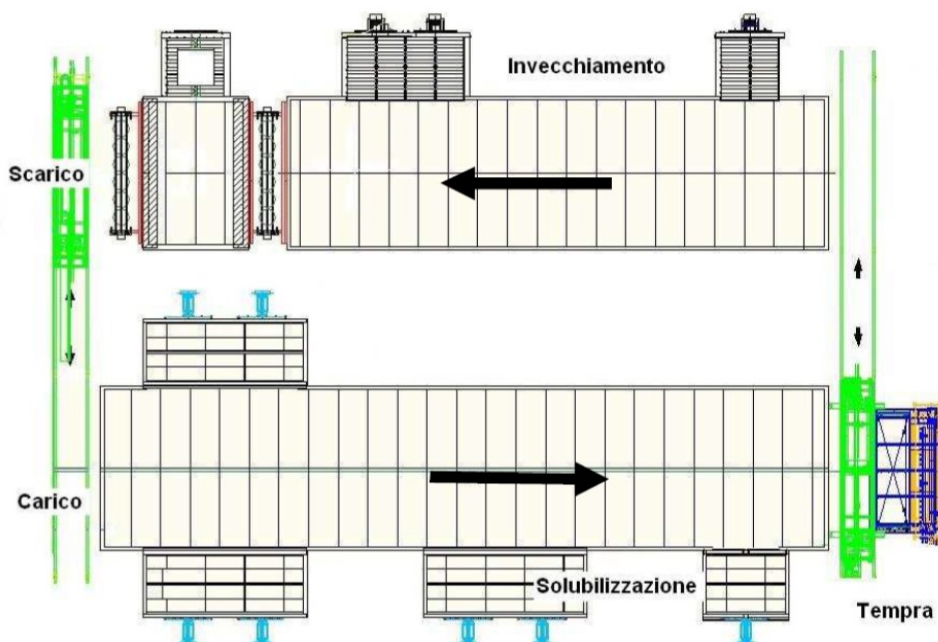


Fig. 3.1 – Piantina dell'area del forno di trattamento termico

3.2 LE FASI DEL TRATTAMENTO

3.2.1 ALIMENTAZIONE

Il forno Eisenmann viene alimentato da due tipologie di ruote diverse che confluiscono nello stesso punto provenendo da direzioni differenti.

Le prime sono le ruote che hanno subito il flow forming, le quali arrivano da un trasportatore aereo che percorre senza soluzione di continuità tutto il reparto con un circuito chiuso; queste vengono prelevate dalle bilancelle nelle quali sono alloggiate tramite un ascensore, che le appoggia poi su una rulliera curva la quale le conduce direttamente nella posizione di caricamento.



Fig. 3.2 – Discensore che preleva le ruote dal trasportatore aereo

Se in un determinato lasso di tempo non tutte le 4 macchine di flow forming sono operative, e questo spesso si verifica in base alla schedulazione della produzione e delle fermate, ai guasti e molti altri fattori, può capitare che alcune bilancelle non siano occupate da ruote; per questo motivo a lato della parte del forno dedicata alla tempratura c'è un'ulteriore rulliera, che rappresenta la seconda fonte di alimentazione della risorsa. Questa seconda rulliera, infatti, ospita le ruote monoblocco, ossia quelle che vengono fuse in colata direttamente nelle dimensioni

finali anche per quanto riguarda la larghezza canale e gli spessori dello stesso, le quali rappresentano una percentuale assolutamente minoritaria dei volumi totali dell'azienda. Anche per questa ragione il caricamento della rulliera secondaria avviene in modo manuale, effettuato da un operatore.



Fig. 3.3 – Rulliera secondaria di carico manuale

Il mix di ruote flowformate e monoblocco alternate come descritto sopra, arriva in una breve rulliera di caricamento ricca di fotocellule. Alcune di esse leggono semplicemente la presenza effettiva di un pezzo per capire se c'è ancora spazio disponibile e di conseguenza se far avanzare o meno le ruote successive dal discensore; altre invece (poste a ridosso della posizione di carico) calcolano il diametro delle ruote che passano e la spaziatura tra due ruote successive, e calcolano quante ruote caricare per rispettare le dimensioni delle ceste in ferro dove vengono trattate.



Fig. 3.4 – Rulliera di carico in entrata del forno di solubilizzazione

In base alle dimensioni delle ruote che si stanno producendo in un determinato momento, ogni cesta può ospitare 5 o 6 ruote; le ceste vengono movimentate da una navetta, che fa continuamente spola tra ingresso della tempra da un lato e scarico dell'invecchiamento dall'altro, e mediante dei bracci telescopici tira dentro e fuori ognuna per consentire alle ruote di entrare ed uscire. La navetta compie un giro completo ogni 2 minuti e 15 secondi circa, dando tutto il tempo al sistema di caricamento di far arrivare nuove ruote alla rulliera di ingresso, pronte per essere poste sulle ceste e trattate.

3.2.2 LA SOLUBILIZZAZIONE

La prima parte del trattamento termico è la solubilizzazione, ossia un riscaldamento all'aria a temperature comprese tra 450°C e 575°C, che precede la tempra e ha lo scopo di migliorare la resistenza meccanica, alla corrosione e all'ossidazione. Nel caso delle ruote Speedline questa fase di processo avviene ad una temperatura riferita al pezzo di 535°C e per la durata di 4,5 ore. All'uscita della parte di forno dedicata a questa fase troviamo il primo di due lettori di codici a barre che serve per identificare la cesta che sta uscendo e che entrerà poi nel rinvenimento. Ogni cesta è dotata di due barcodes, uno davanti ed uno dietro, affinché la lettura avvenga sempre dal lato più lontano dalla porta del forno, e quindi da una fonte consistente di calore che può rovinare il lettore.

Questo sistema è stato implementato con lo scopo di assicurare una tracciabilità puntuale di ciò che avviene come richiesto dagli standard di qualità, ad esempio nei casi in cui avviene un ingresso dentro all'area recintata del forno per qualche intervento e si altera per qualche minuto il suo normale funzionamento.

3.2.3 LA TEMPRA

All'uscita della parte di forno dedicata alla solubilizzazione, avviene subito dopo una rapida tempra in una vasca riempita da una miscela di acqua e polimero alla temperatura di 50°C, assieme a degli spruzzi per raffreddare meglio il frontale; l'immersione delle ruote dura pochi secondi, ma a seguire esse vengono depositate in uno sgocciolatoio fino al giro successivo della navetta (poco più di due minuti come detto in precedenza) per evitare depositi di acqua in degli spazi cavi o particolarmente lavorati della ruota: fori, scansi, razze, bordi... La *Figura 3.5* rappresenta la zona di uscita dalla solubilizzazione e la vasca di tempra.

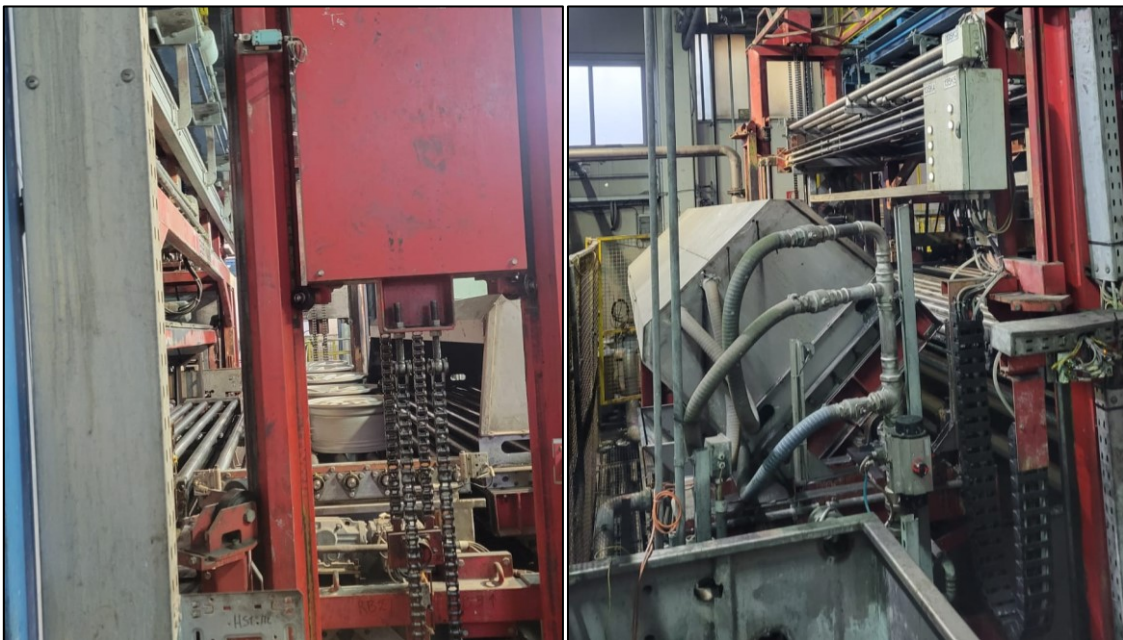


Fig. 3.5 – Ruote in uscita dalla vasca di tempra e sgocciolatoio

3.2.4 IL RINVENIMENTO

La terza ed ultima macro-fase del trattamento è il rinvenimento (o invecchiamento), particolarmente importante per riportare le ruote a delle temperature più neutrali dopo gli shock dovuti a forte

riscaldamento e rapido raffreddamento. Essa può avvenire a seconda dei tipi di trattamento a temperatura ambiente (si parla di rinvenimento naturale, usata nel T4) oppure a temperature tra i 93°C ed i 245°C (è il caso del rinvenimento artificiale). Le ruote vengono prelevate dallo sgocciolatoio dalla navetta, portate con un movimento lineare in orizzontale all'ingresso della parte di forno dedicata e caricate all'interno. Quest'ultima fase in Speedline avviene alla temperatura di 150°C per una durata di circa 3,5 ore; ciò consente di stabilizzare la grana della lega di alluminio e raggiungere la durezza desiderata che è di almeno 80HB.

3.2.5 IL RAFFREDDAMENTO

A conclusione del processo di trattamento termico ha luogo un raffreddamento, subito all'uscita del forno di invecchiamento, della durata di circa un'ora, il quale riporta le ruote ad una temperatura che le rende nuovamente manipolabili senza rischio di deformazione.

Nella pagina successiva, in *Figura 3.6*, si trova il grafico riassuntivo dell'andamento delle temperature nell'aria e sulle ruote durante tutto il trattamento, campionate da delle termocoppie posizionate in vari punti della cesta.

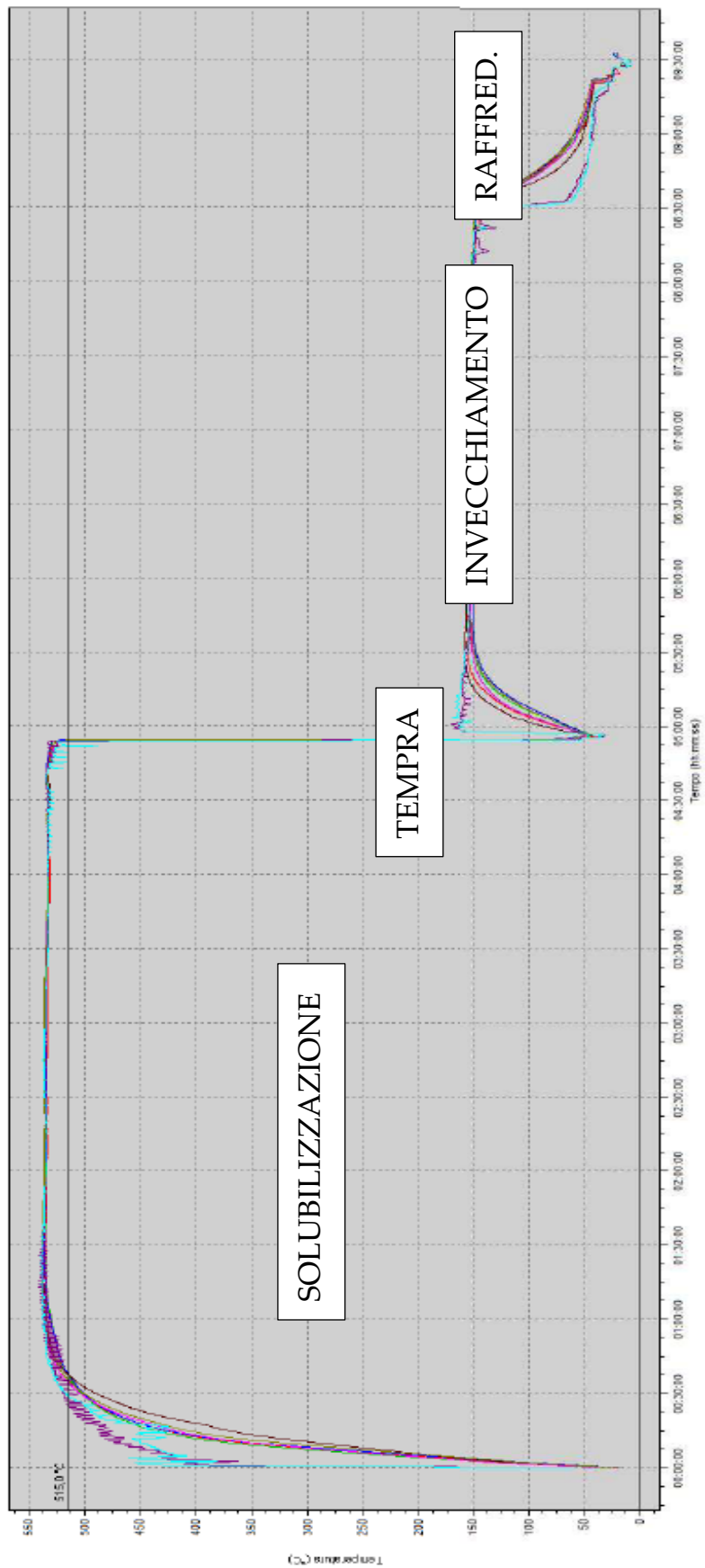


Fig. 3.6 – Grafico dell'andamento delle temperature durante il trattamento

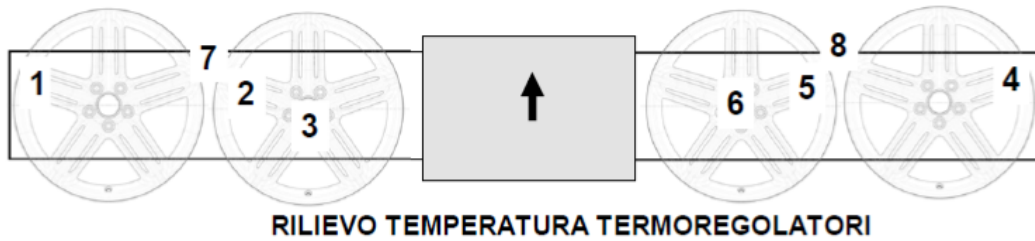


Fig. 3.7 – Schema di posizionamento delle termocoppie nella cesta secondo il senso di marcia

3.2.6 SCARICO E PALLETIZZAZIONE

Terminata anche la fase di rinvenimento delle ruote, le ceste che le contengono vengono estratte dalla stessa navetta che le carica all'inizio, dopo che è avvenuta la seconda ed ultima lettura del barcode. Bisogna specificare, infatti, che con la lettura della prima targhetta in uscita della solubilizzazione il forno sa che una determinata cesta è all'interno del rinvenimento, ma non è in grado di saperne l'avanzamento e quindi l'esatta posizione in tempo reale; la seconda lettura serve dunque per confermare l'uscita definitiva di una determinata cesta e la fine del suo ciclo di trattamento. Fatto questo, le ruote scorrono su dei rulli per qualche istante, vengono collocate su un nastro che le conduce ad un'ulteriore rulliera dotata di un sistema che ne rileva le dimensioni ed infine vengono pallettizzate da un braccio robotico montato su una base scorrevole.



Fig. 3.6 – Scarico all'uscita del forno di rinvenimento

Questo poiché essendo le ceste caricate con mix eterogenei di articoli diversi, la postazione di scarico è dotata di diverse baie separate ognuna contenente un pallet di un determinato codice. Il fatto che il robot sia in grado di scorrere su un binario lungo tutte le baie fa sì che, coadiuvato da un sistema che riconosce le ruote in arrivo, esso posizioni ogni ruota sul pallet corrispondente assieme agli altri pezzi dello stesso codice; le baie, infatti, sono separate tra di loro ed organizzate in modo tale che ognuna ospiti pallet per ruote di dimensioni diverse e predefinite.



Fig. 3.7 – Baie di palletizzazione delle ruote trattate

L'operatore dedicato deve poi assicurarsi che una volta riempito uno strato sia prontamente posizionato un intercalare divisorio per ospitare le ruote future; una volta terminati gli strati massimi consentiti in un pallet, esso viene trasportato con un carrello elevatore nell'apposito spazio esterno che funge da buffer o punto di stoccaggio in attesa delle lavorazioni meccaniche.

CAPITOLO 4. LA SITUAZIONE ATTUALE: "AS IS"

Si procede nel quarto capitolo con la fotografia e l'analisi di tutti gli aspetti di quella che è stata la situazione corrente osservata al momento dell'inizio del progetto di miglioramento. Poiché dal punto di vista prestazionale il forno viene già utilizzato con i parametri massimi possibili e consentiti per garantire la qualità delle ruote e minimizzare allo stesso tempo la durata del trattamento, occorre indirizzare l'approfondimento su tutti gli aspetti accessori che precedono o condizionano il processo in vari modi.

4.1 IL CAMBIO DI TURNISTICA

La scorsa primavera a seguito di una diminuzione dei volumi produttivi figlia dell'onda lunga di crisi per Covid-19, di conseguenze dei conflitti internazionali e situazioni contingenti nel mercato automotive ed in virtù di accordi sindacali, ha avuto luogo una riorganizzazione dei turni di lavoro settimanali che sono passati da 21 a 15. Ciò ha creato la doppia problematica di avere meno tempo fisicamente a disposizione per produrre e di dover affrontare le continue fermate e ripartenze durante i fine settimana, le quali creano spesso qualche inefficienza e riducono quindi la produttività nelle prime ore di lavoro; tale effetto è dovuto anche al lungo tempo di attraversamento di questa fase del processo. Oltre a ciò, un cambiamento simile rende necessario riadattare e modificare tutta una serie di abitudini, pratiche, e meccanismi produttivi non trascurabili, andando ad impattare vari aspetti. In *Figura 4.1* viene mostrato visivamente quanto sia diminuito il tempo disponibile per produrre.

PRIMA							
	LUN	MAR	MER	GIO	VEN	SAB	DOM
22-06							
06-14							
14-22							

Fig. 4.1 – Schema dei turni prima del cambio

DOPO							
	LUN	MAR	MER	GIO	VEN	SAB	DOM
22-06						*	
06-14							
14-22							

* = solo scarico ruote in uscita

Fig. 4.2 – Schema dei turni dopo il cambio

4.2 IL FLUSSO PRODUTTIVO

Per come è strutturato il procedimento produttivo delle ruote in Speedline, il trattamento termico risulta essere il collo di bottiglia dell'intero flusso, principalmente per due semplici fattori. Il primo è che questo passaggio riguarda per esigenze di processo tutti modelli di ruote, mentre ci sono diverse operazioni prima e dopo di esso (flowforming, diamantatura, lavorazioni speciali...) che sono opzionali o caratteristiche di alcuni codici. La seconda motivazione è inevitabilmente il tempo ciclo del trattamento che, come visto nel capitolo precedente, è di circa nove ore, rappresentando per distacco la fase di lavorazione più lunga di tutto il flusso. Tale situazione si è accentuata ancora di più dopo il cambio di organizzazione dei turni di lavoro avvenuto la scorsa primavera, che ha comportato la sospensione delle attività durante i fine settimana e ha reso ancor più complicato, per una risorsa tanto lenta quanto necessaria, restare al passo con la domanda e con le esigenze della produzione.

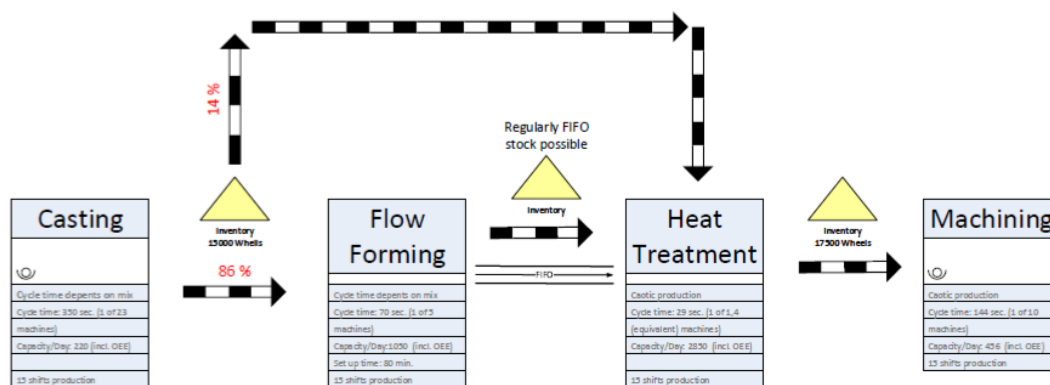


Fig. 4.3 – Porzione di Value Stream Mapping che riguarda il trattamento termico

La Value Stream Mapping aiuta a cogliere in modo immediato la centralità del trattamento e la doppia natura dell'input che esso riceve, per poi restituire in output ruote pronte da lavorare meccanicamente.

4.3 LOGICA DI CARICO

È evidente sin da subito che il sistema di alimentazione del forno adotta una logica di carico non particolarmente ottimizzata. Infatti, tramite il trasportatore aereo arrivano dal flowforming codici di ruote diversi e mescolati tra di loro in maniera casuale, che possono essere da due a quattro in base a quante isole stanno lavorando contemporaneamente; tale numero varia in funzione di fermate programmate, guasti, programmazione della produzione ed esigenze varie. Il tempo ciclo delle ruote non è uguale per tutte, dipende dalle dimensioni, ed essendo ogni isola deputata alla lavorazione di un codice diverso il caricamento non è regolare o costante in qualche modo, specialmente nelle fasi di attrezzaggio, partenza linea o altri momenti transitori che interrompono la regolarità della lavorazione. Tutto ciò fa sì che il mix di ruote flowformate (e monoblocco nel caso di bilancelle vuote) sia sempre diverso in termini di dimensioni, ed è evidente come questo renda impossibile l'adozione di una qualche logica sofisticata di caricamento; la conseguenza diretta è che spesso, soprattutto nei momenti in cui vengono prodotte ruote di dimensioni dai 21" in su, il sistema di fotocellule carica le ceste del forno con 5 ruote anziché le 6 che esse dovrebbero ospitare con il mix produttivo attuale, e se si moltiplica tale differenza in percentuale sul periodo di lavoro è evidente come la perdita di produttività sia considerevole.

Per avere una prima ed approssimativa idea di quanto questa mancata ottimizzazione possa incidere, sono stati estrapolati i dati delle ruote lavorate con il flowforming nel periodo luglio-settembre dell'anno in corso; con pochi e semplici dati a disposizione come il diametro di ogni dimensione di ruota e lo spazio teoricamente disponibile per ogni cesta misurato sul campo (al netto di margini tra ruote e dai bordi) si è calcolato il numero teorico minimo di ceste necessarie per trattare le ruote in questione.

POLLICI	N. PZ	% SUL MIX	DIAMETRO	DIAMETRO TOT.	CESTE
15"	616	0,51	43,1	26549,6	77
16"	3144	2,59	48,8	153427,2	445
17"	2635	2,17	50,1	132013,5	383
18"	22973	18,96	52,8	1212974,4	3516
19"	16095	13,28	55,3	890053,5	2580
20"	22659	18,70	57,8	1309690,2	3796
21"	31836	26,28	60,3	1919710,8	5564
22"	18534	15,30	62,7	1162081,8	3368
23"	2672	2,21	65,3	174481,6	506
TOTALI	121164	100	TOTALI	6980982,6	20235

Tabella 4.1 – Calcolo del numero minimo teorico di ceste utilizzabili

Confrontando il valore ottenuto con il numero (noto) di ceste effettivamente utilizzate per trattare quel numero di ruote si ricava facilmente una prima indicazione di quanta produttività venga sprecata.

N. CESTE IDEALE	N. CESTE USATE	% ECCESSE
20235	23300	15,15
POTENZIALI RUOTE IN PIU'		15326

Tabella 4.2 – Confronto con la realtà

Come sempre accade in ambito industriale, quello che si stima a livello teorico non coincide in modo perfetto nel momento in cui viene calato nella realtà, ma è evidente come l'ordine di grandezza dell'eccesso sia tutt'altro che trascurabile e meriti un supplemento di attenzione nei ragionamenti legati all'ottimizzazione generale della risorsa.

4.4 MANUTENZIONE

Come spiegato nel paragrafo 4.1, il cambio di turnistica rende non più attuali ed ottimali delle azioni anche ripetitive che prima invece erano normali e ininfluenti dal punto di vista della capacità produttiva del forno. Una su tutte è la manutenzione preventiva della zona di carico e scarico, effettuata con cadenza settimanale ed alternata tra zona anteriore e posteriore; in particolare si tratta di una serie di controlli, pulizie, ingrassaggi ed eventualmente sostituzione di vari componenti della navetta di carico, dei bracci telescopici che muovono le ceste, dello sgocciolatoio dopo la tempra o delle ceste stesse. L'operazione mediamente richiede circa 90 minuti di tempo, durante i quali ovviamente il forno non può operare e non tratta ruote, e solitamente veniva svolta il mercoledì mattina dalle ore 8.00 alle ore 9.30 circa, poiché essendo la risorsa operativa a ciclo continuo 24/7 era sostanzialmente indifferente la collocazione temporale degli interventi. Ora invece non è più così, ed effettuare la manutenzione mantenendo questa schedulazione rappresenta una perdita di capacità produttiva che anche in questo caso si può stimare facilmente ma in modo molto più fedele alla realtà rispetto al modo in cui vengono caricate le ceste.

Durata intervento:	1,5	N. ceste/h	27	Pz/cesta	5
N. interventi mensili	4	Capacità oraria TT:	135		
N. ore mensili	6	N. pezzi mensili persi:	810	N. pz persi/gg:	38

Tabella 4.2 – Stima della capacità produttiva persa per manutenzione preventiva

4.5 PIANIFICAZIONE

Come si può intuire da quanto descritto in fase di presentazione e spiegazione del processo di trattamento, dal punto di vista della pianificazione la risorsa è fortemente penalizzata. Il forno, infatti, riceve

in input le ruote che arrivano dalla fonderia (se monoblocco) o dalle macchine di flowforming se lavorate con questa tecnologia; non si può parlare di una vera e propria pianificazione o schedulazione diretta della risorsa poiché essa dipende dai piani di produzione delle lavorazioni a monte, la programmazione avviene in modo indiretto e subisce le decisioni prese e le scelte fatte in base alle urgenze ed alle priorità verso i clienti. Questa scelta, per quanto necessaria, penalizza inevitabilmente la produttività del forno o il suo sfruttamento, poiché sommata all'elevata variabilità della domanda nel breve periodo genera momenti di difficoltà nel soddisfarla (con conseguente ricorso a straordinari) in cui il collo di bottiglia è particolarmente problematico, ed altri in cui c'è una sovracapacità non sfruttata, che si traduce in ceste caricate semivuote o assenza di ruote monoblocco per saturare lo spazio disponibile lasciato da macchine di flowforming guaste o ferme.

4.6 IDENTIFICAZIONE DELLE CESTE

Come spiegato nei paragrafi 3.2.2 e 3.2.5, il sistema di controllo del forno è stato dotato di due lettori di codici a barre per l'identificazione delle ceste, le quali a loro volta hanno una coppia di targhette in ceramica uguali, una anteriore ed una posteriore, da sottoporre a tale lettura. Questa esigenza nasce prevalentemente come conseguenza di un automatismo del forno, il quale considera da ritrattare automaticamente la cesta in uscita dalla solubilizzazione e quella successiva ogni qual volta si verifichi un accesso da parte degli operatori nella zona posteriore del forno; tale meccanismo, però, risulta essere fin troppo conservativo, poiché anche quando si fanno interventi della durata di pochi secondi o minuti e che spesso non intaccano nulla di ciò che garantisce la corretta riuscita ed efficacia del trattamento, due ceste verrebbero sacrificate per ritrattare delle ruote già conformi alle specifiche ed alle aspettative del trattamento. Di conseguenza, quando accade quanto appena descritto, nel pannello di comando del forno le ceste considerate da ritrattare si colorano di rosso al posto del consueto verde, e nel momento in cui escono dal rinvenimento parte un allarme visivo e sonoro che avvisa l'operatore per circa un minuto. Se si è consapevoli che la cesta

considerata da ritrattare non ha in realtà subito alcuna alterazione durante il processo, poiché si è a conoscenza della causa dell'intervento che ha attivato l'automatismo, è possibile prendere il comando del forno in modalità manuale e forzare lo scarico delle ruote verso le baie di palletizzazione, purché previa misura manuale della durezza di tutti i pezzi accertandosi che sia conforme.

4.6.1 ERRORI DI LETTURA DELLE TARGHETTE

Oltre a questo sistema automatico del forno, che già di per sé rappresenta un piccolo rallentamento e un ostacolo alla regolarità del suo funzionamento, si riscontra di frequente un altro problema che spesso causa microfermate e piccole perdite di produttività, ossia la mancata lettura del codice a barre inciso al laser sulle targhette applicate alle ceste. Nonostante quest'ultime siano fatte di ceramica, quindi un materiale abbastanza resistente al calore, l'esposizione a continui e consistenti sbalzi di temperatura porta ad un deterioramento di ciò che è inciso e che passa davanti al lettore.

Il software del forno, quando il lettore non riesce ad identificare il barcode e quindi il codice a tre cifre che è associato ad ogni cesta, assegna un codice "fittizio" alle ceste in questione che varia a seconda del momento in cui avviene la mancata lettura:

- 999 se non viene riconosciuto il barcode in uscita della solubilizzazione;
- 111 se non viene riconosciuto il barcode in uscita del rinvenimento.

La conseguenza è la medesima in entrambi i casi, e coincide con ciò che accade per le ceste coinvolte nelle interruzioni per ingressi di operatori: allarme sonoro e visivo al momento dell'uscita e, salvo interventi manuali, ritrattamento automatico per sicurezza.



Fig. 4.4 – Schermata di visualizzazione delle ceste presenti nell'invecchiamento

4.6.2 CONSEGUENZE DEGLI ERRORI

Tutte questi piccoli inconvenienti sulla lettura dei codici a barre generano tante piccole perdite di tempo che a lungo andare incidono sull'efficienza globale della risorsa. Per prima cosa, l'operatore responsabile del forno può essere momentaneamente impegnato in altre attività quali lo stoccaggio all'esterno dei pallet mediante carrello elevatore, il supporto alle macchine del flowforming, o altro ancora; non riuscendo ad intervenire in tempo per scaricare manualmente le ruote di una cesta soggetta ad errore che già sono correttamente trattate e conformi, si va ad occupare inutilmente una cesta che potrebbe ospitare nuove ruote da trattare e si costringe la navetta a fare un giro in più solo per reimmettere la cesta all'ingresso della solubilizzazione e ritornare indietro. Se si considera che al momento dell'inizio del progetto questa situazione si verificava una decina di volte al giorno di media, è ragionevole pensare che una capacità di almeno una ventina di ruote al giorno venga sprecata per questa ragione. Lo si vede meglio traducendo questa situazione in numeri, considerando tutte ceste caricate con sole cinque ruote:

CESTE 999/111		
Tempo perso	1	min/cesta

N. medio 999/gg	10	ceste/gg
Tempo perso tot.	10	min
Tempo carico 1 cesta	2,25	min
N. ceste perse/gg	4	ceste/gg
N. ruote perse/gg	20	pz/gg

Tabella 4.3 – Perdita di capacità a causa di errori di lettura

A questo si aggiunge la necessità di reagire a tali errori, e quindi la sostituzione progressiva dei barcode deteriorati una volta individuati; ciò non può essere immediato, poiché ci sono anche errori di lettura sporadici ed imputabili a cause esterne indipendenti dalle targhette, quindi occorre monitorare dalle bolle di produzione compilate dagli operatori quali sono le ceste identificate con i codici fittizi di errore in modo ripetitivo e procedere con la sostituzione quando escono dal forno di rinvenimento. Ovviamente tutto ciò comporta delle piccole e distribuite perdite di disponibilità che contribuiscono alle difficoltà durante i periodi di aumento della domanda, e rendono la risorsa meno efficiente di quanto potrebbe.

4.7 FOTOGRAFIA DELLA SITUAZIONE CORRENTE

Quelle descritte sono le principali (anche se non le uniche) cause che allontanano il funzionamento del forno Eisenmann dalla “perfezione”; tale affermazione va contestualizzata e spiegata a dovere, poiché è noto che in ambito industriale e produttivo il rendimento di una macchina, una risorsa, o un qualsiasi sistema produttivo è ben lontano da quello che è il teorico 100%.

Come spiegato nel paragrafo 1.3.7, la misura di quanto una risorsa industriale stia performando bene o meno in ottica “Lean Manufacturing” è data dall’Overall Equipment Effectiveness, o O.E.E.

Questo indicatore è il prodotto dei tre fattori (disponibilità, produttività, qualità) che racchiudono tutti gli aspetti che possono influenzare il rendimento di una risorsa, dai guasti e le fermate fino agli scarti, le difettosità o rilavorazioni, passando per rallentamenti o imprevisti vari.

4.7.1 QLIK SENSE

Nel caso di tutti i reparti e gli impianti di Speedline, e il trattamento termico non ne fa eccezione, tutti i principali parametri di funzionamento (KPI) e lo storico dei dati di produzione vengono immagazzinati e visualizzati tramite il software di business intelligence e data analysis "Qlik Sense". Questo permette di consultare facilmente l'andamento della produzione di tutti i vari reparti, mostrandone l'avanzamento rispetto ai target prefissati, le principali cause di guasto e la loro frequenza, e molti altri fattori per monitorare se le cose stanno andando come dovrebbero.

4.7.2 L'EFFICIENZA DEL TRATTAMENTO TERMICO

Per quanto riguarda l'indicazione dell'OEE del forno di trattamento termico, la situazione è abbastanza particolare; come detto nel paragrafo dedicato, un valore considerato ottimale nel mondo Lean per tale parametro è dell'85%, mentre la risorsa in questione presenta valori stabilmente sopra il 90%. Questa singolare casistica è dovuta al fatto che i valori di prestazione e qualità vengono presentati nel software sempre al 100%, situazione solitamente irraggiungibile e che non rispecchia la realtà ma giustificata in questo caso specifico. Le motivazioni sono presto spiegate:

- per quanto riguarda la qualità, il trattamento termico non produce quasi mai scarto nel senso stretto del termine, poiché non ci sono fattori che sfuggono dal controllo, errori umani, lavorazioni che comportano un rischio di danneggiamento o incompleto raggiungimento dell'obiettivo (fatti salvi danneggiamenti accidentali, che comunque sono presenti in quantità trascurabile). Pertanto, è estremamente raro (ma non impossibile, come mostrato in *Figura 4.4*) che vi sia una quantità di pezzi scarti tale da far mostrare il valore 99,9% nella dashboard del software Qlik Sense, e se ciò può accadere all'interno di una singola giornata, non si riflette in alcun modo sul totale mensile o di lungo periodo.



Fig. 4.5 – Esempio di giornata con qualità non al 100%

- la produttività (o prestazione) viene invece considerata massima poiché non si modificano mai i parametri di trattamento, che, come detto nella fase di presentazione del processo, sono stabiliti e fissati sulla base di prove, e non vengono mai modificati per nessun motivo, il tempo ciclo è quindi costante ed indipendente dalla dimensione delle ruote (cosa che non accade per molte altre lavorazioni).

Un'obiezione che potrebbe essere mossa è che molte delle problematiche presentate in questo capitolo concorrono a piccole fermate e perdite di produttività che verrebbe spontaneo includere nel calderone della "prestazione", e ciò sarebbe coerente ed ammissibile dal punto di vista logico; tuttavia, quando è stato configurato e messo in opera il software Qlik Sense, si è scelto di accumulare tutte le voci elencate in precedenza e anche altre che si verificano in maniera minore o sporadica nella "disponibilità". Questa scelta è supportata dal fatto che gli operatori annotano nelle bolle di produzione tutti gli eventi che causano effettive problematiche e generano un rallentamento o una sospensione reale del trattamento, magari anche accorpandole in voci riassuntive ma senza trascurare nulla; tale gestione fa sì che si sappia sempre a cosa è dovuta una mancata disponibilità anche momentanea della risorsa e per quanto tempo essa non è stata operativa, mentre l'indicatore di prestazione si riferisce più a rallentamenti, perdite di velocità o microfermate non

motivate e documentate. Per queste ragioni, si è scelto di racchiudere tutto ciò che rallenta il forno nella disponibilità e di rendere di fatto quest'ultima coincidente con l'O.E.E. globale.

Da notare, che il parametro O.E.E. non tiene conto in alcun modo della saturazione dell'impianto, in termini di ottimizzazione dello spazio utile per il caricamento delle ceste.

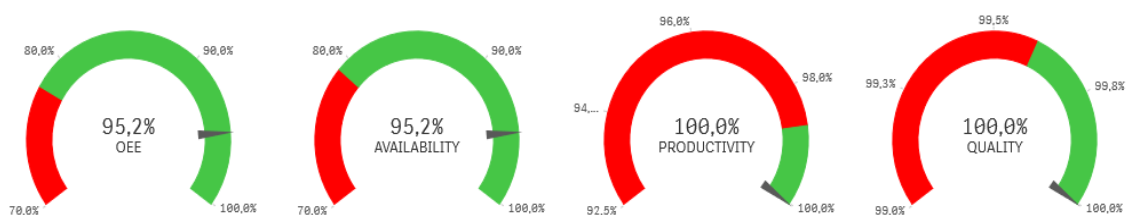


Fig. 4.6 – Esempio di OEE del Trattamento Termico

Alla luce di quanto appena detto, visto il valore dell'O.E.E. ampiamente sopra la media delle risorse aziendali e in generale del mondo dell'industria produttiva, potrebbe sembrare che il trattamento termico non sia così bisognoso di intervento; tuttavia, data la sua assoluta centralità nel processo produttivo delle ruote e la sua naturale durata molto prolungata, ogni miglioramento è importante per stare al passo con il resto della produzione e per riuscire ad essere preparati nei momenti di maggiore criticità, per diminuire il tempo di risposta al mercato, il tempo di permanenza di pezzi semilavorati a magazzino e l'efficienza della fabbrica nel suo complesso, poiché si sa che quando un collo di bottiglia viene migliorato, l'intera produzione e di conseguenza l'intera azienda ne trae beneficio.

L'impatto del cambio di organizzazione dei turni sull'efficacia del trattamento termico è evidenziato dall'andamento negativo del numero medio giornaliero di pezzi trattati (Figura 4.5), soprattutto se rapportato ai target prefissati.

MESE	RUOTE BUONE T.T. (pz/gg)	TARGET	%
gen-22	2646	3000	88,2%
feb-22	2836	3000	94,5%
mar-22	2762	3000	92,1%
apr-22	2556	2600	98,3%
mag-22	2638	2600	101,5%
giu-22	2321	2600	89,3%
lug-22	2402	2900	82,8%
ago-22	2498	2900	86,1%
set-22	2471	2900	85,2%

CAMBIO
TURNISTICA

MEDIA RUOTE	2597
MEDIA TARGET	2875
MEDIA %	90,5%

Fig.4.5 – Studio del mancato raggiungimento dei target di produzione del trattamento termico

Pertanto, il dato fondamentale dal quale parte il progetto di miglioramento è di un gap medio del 10% (corrispondente a circa 300 pezzi al giorno) tra i target di produzione e quello che la risorsa riesce a dare; l'obiettivo che ci si pone è quello di colmare questo gap o ridurlo al minimo possibile, aumentando la capacità produttiva del collo di bottiglia di tutto il processo.

CAPITOLO 5. IL PROGETTO DI MIGLIORAMENTO

5.1 IL TIPO DI PROGETTO

Una volta individuata nel trattamento termico la priorità di azione per il progetto e studiati tutti gli aspetti che fossero potenziali soggetti di interventi migliorativi, insieme ai membri del CPI si è proceduto a scegliere la tipologia di progetto di miglioramento che meglio si sposava con la casistica. Sulla base di quanto visto nel paragrafo 2.3, sono stati utilizzati tutti gli strumenti decisionali del miglioramento continuo di processo, ed infine la scelta è ricaduta sul “Progetto A3 CPI”, dedicato ad azioni con importanza elevata e fattibilità medio/bassa, con necessità di investigazione ed attività di problem solving; elementi fondamentali che hanno fatto propendere verso questa decisione sono stati la durata importante del progetto, di alcuni mesi, le diverse funzioni aziendali e persone coinvolte per non trascurare nessun aspetto, e la complessità nel dover perfezionare qualcosa di molto performante di per sé ma non messo in condizioni di lavorare al meglio e secondo i target. Tutto ciò ha richiesto l’utilizzo di strumenti di analisi consolidati come il diagramma di Ishikawa ed il metodo dei 5W, e il contributo di figure esperte che potessero conoscere in modo approfondito il forno e ciò che già era stato fatto o non aveva funzionato per migliorarne la resa.

5.2 GENERAZIONE DI IDEE

Vista l’importanza del progetto, ha avuto luogo una sorta di “Kick-off meeting” con il senior management dell’impianto, la direzione della produzione, il capireparto e tutte le figure che potessero dare il loro contributo attivo al miglioramento della situazione corrente; si è trattato di una vera e propria sessione di “Idea Generation” libera da pregiudizi, censure o limitazioni di qualche tipo, caratterizzata da una forte proattività e apertura a tutte le soluzioni proposte, senza trascurare nessun aspetto.

Per cominciare, si è fatto un riassunto di quelle che sono state le evidenze emerse durante il periodo di analisi del funzionamento, sintetizzate in maniera ristretta e d’impatto secondo i principi del “Visual

Management”, una tecnica di esposizione e visualizzazione delle informazioni tipica della Lean che favorisce la condivisione, la comprensione e la generazione di nuove idee.

In Figura 5.1 è riportata una piantina del reparto del trattamento termico, affissa sulla parete durante la riunione in questione per aiutare in maniera visiva a focalizzare l’attenzione al massimo per produrre il maggior numero di idee brillanti nel minor tempo possibile; le problematiche emerse sono state poi annotate ed attaccate, dove possibile, in prossimità della zona interessata.



Fig. 5.1 – Considerazioni di partenza sulla situazione corrente

In seguito, è stato lasciato a tutti i partecipanti uno spazio per esprimere le proprie idee, proposte ma anche dubbi e perplessità sulla situazione, sempre con il fine ultimo della collaborazione e del raggiungimento di un obiettivo comune. Le idee emerse durante l’incontro in maniera casuale e disordinata sono state successivamente inquadrare in un cartellone (in Figura 5.2) con una prima rapida e grezza scrematura secondo i due

fattori determinanti per dare priorità di azione, ossia importanza (sotto forma di beneficio portato) e fattibilità.



Fig. 5.2 – Prima scrematura delle idee generate

L'ulteriore passo verso l'individuazione delle proposte migliori da applicare è stato un vero e proprio rating delle idee, quantificando gli attributi di beneficio e fattibilità in una scala da 1 a 10 con punteggi assegnati in modo qualitativo e concordato tra tutti i presenti.

Il beneficio è stato calcolato (o stimato dove non fosse possibile) sulla base del numero di ruote trattate in più al giorno, divise in scaglioni; la fattibilità invece si basa sul numero di persone coinvolte in un'attività, sugli investimenti da fare o su eventuali altri fattori che agevolano o complicano l'attuazione dell'idea stessa.

La Tabella 5.1, nella pagina successiva, racchiude tutti questi ragionamenti applicate alle varie proposte emerse; vengono indicati in aggiunta, dove possibile e quantificabile con buona approssimazione, come "PRO" il numero stimato di ruote trattate in più al giorno dopo l'applicazione di ogni misura, e come contro gli interventi necessari o i problemi principali che ostacolano la messa in pratica dell'idea.

DESCRIZIONE IDEA	PRO	INTERVENTI/PROBLEMI	BENEFICIO	FATTIBILITÀ	RATING
Manutenzione nel weekend	6h mese, 35 pz/gg	Formazione operatori a movimentare il forno, straordinario di domenica	3	8	24
Pianificazione orientata a saturazione	150 pz/gg ca	Modificare la pianificazione del FF, problemi di caricamento sul trasportatore aereo (mix MB e FF, macchine che caricano prima occupano bilancelle...)	7	2	14
Buffer "logico" al carico	?	Investimenti ingenti	8	2	16
Verifica margini dimensionali carico	?	Modificare la regolazione delle fotocellule e dello spazio sulla rulliera	3	8	24
Carico intelligente	?	Installazione di sensori per riconoscimento anticipato del carico, problemi di riempimento trasportatore aereo	9	2	18
Risoluzione errori di lettura cesta (999, 111)	24 pz/gg	Cambio tipologia targhette, cambio lettore	2	8	16
Buffer fisico al carico		Installazione di un'altra rulliera per accumulare ruote in attesa di caricamento	8	2	16
Riduzione TTR (Time to Repair)	?	?	3	3	9
Riduzione fermi (cadute, mal posizionamenti..)	?	?	4	3	12
Verifica velocità rulliere	?, sono già le ruote ad attendere la navetta	Aumentare velocità delle rulliere	1	6	6

Tabella 5.1 – Rating delle idee di miglioramento

5.3 SCREMATURA DELLE IDEE

Come spesso accade in queste situazioni, gli interventi che generano i più grossi benefici sono anche quelli con fattibilità più bassa, che sia essa dovuta a motivi di natura finanziaria o di risorse di qualsiasi tipo, piuttosto che a cause di forza maggiore, politiche aziendali o priorità maggiori che mal si conciliano con essi. Passiamo rapidamente in rassegna le idee rimaste dopo una prima scrematura e valutate con un rating numerico.

5.3.1 PROPOSTE POCO FATTIBILI

Dalla tabella 5.1 si può vedere come vi siano delle idee con un beneficio enorme, le quali però presentano tutte una fattibilità bassa per diversi motivi; tra queste abbiamo:

- Buffer “logico” al carico, consiste nell’accumulare ruote in prossimità della rulliera di carico in modo ragionato, pensando già al mix che dovrà essere mandato avanti nelle ceste successive;
- Carico intelligente (sequenziamento), cioè dotare il sistema di sensori per il riconoscimento anticipato del contenuto delle bilancelle che girano nel trasportatore aereo, in modo da prelevare (almeno verso la fine della cesta) solo ruote funzionali alla saturazione maggiore possibile dello spazio nella cesta;
- Buffer fisico al carico, installando un’altra rulliera oltre a quella già presente dedicata al carico manuale per stoccare momentaneamente le ruote dal trasportatore aereo e mescolarle opportunamente per saturare lo spazio nelle ceste il più possibile.

Tutte e tre queste proposte, che sarebbero indubbiamente funzionali e darebbero con buona certezza un riscontro positivo, hanno in comune la necessità di interventi impegnativi o onerosi che l’azienda non può prendere in considerazione in questo momento; nel caso del carico intelligente ci sarebbe anche un problema di intasamento del trasportatore aereo, poiché lasciando passare ruote caricate per privilegiare il carico solo di alcune le bilancelle non si libererebbero a sufficienza per accogliere le ruote appena lavorate provenienti dalle varie macchine di flow forming.

- Pianificazione orientata a saturazione, cercare cioè di far lavorare contemporaneamente alle macchine di flowforming dei codici di dimensioni compatibili per saturare lo spazio nelle ceste; tuttavia, come già detto in precedenza, la pianificazione della produzione deve fare i conti con variazioni continue e a volte anche consistenti delle richieste dei clienti, oltre a dover tener conto di molteplici altri fattori che hanno la priorità sulla massimizzazione della capacità del forno. Questa soluzione risulta essere quindi poco fattibile per ragioni interne e di necessità.

5.3.2 PROPOSTE POCO IMPATTANTI

Ci sono state poi una serie di proposte che sono state valutate con una fattibilità intermedia ma con un beneficio altresì non molto consistente; tra queste:

- Riduzione del Time To Repair (TTR), ossia il tempo necessario per risolvere una problematica in ambito manutenzione; questa proposta implicherebbe una revisione dei protocolli della manutenzione con i responsabili di tale settore, il che non è nulla di complesso a livello di fattibilità, tuttavia i guasti veri e propri del forno sono molto pochi e la gestione della manutenzione (anche preventiva) è già soddisfacente, quindi non c'è gran che da ottimizzare per quanto riguarda le tempistiche di intervento e di riparazione.
- Riduzione fermi, specialmente per quanto riguarda cadute, errori di posizionamento o allineamento dei pezzi, o altre cause di microfermate; lo spunto è sicuramente corretto e pertinente, ma si è notato che le cause di microfermata sono spesso varie, non ripetitive e difficilmente prevedibili o evitabili, oltre a non provocare grossi danni o perdite di capacità e produttività.
- Verifica della velocità delle rulliere, per accertarsi che non si possa limare qualcosa in termini di tempistiche di trasporto; quest'azione non ha grossi limiti di fattibilità, tuttavia ciò che detta il tempo per quanto riguarda il carico è la navetta che fa la spola tra le due parti del forno, poiché le ruote pronte ad essere caricate attendono già per molti secondi il suo arrivo.

5.3.3 PROPOSTE FATTIBILI

Si prendono in esame le proposte che, dalla prima analisi effettuata, sembrano essere sia benefiche che fattibili per migliorare la situazione.

- Manutenzione nel weekend, unica maniera possibile per non far ricadere gli interventi preventivi previsti dalla TPM sul tempo produttivo, sfruttando invece gli unici momenti non pianificati ossia quelli del fine settimana; il beneficio di tale scelta è facilmente quantificabile e non trascurabile.
- Verifica margini dimensionali delle ceste, azione di controllo per prendere una maggiore consapevolezza di quanto il programma del forno sia tarato adeguatamente e per assicurarsi che non ci siano sprechi o eccessi di cautela nella gestione; si tratta di un'iniziativa necessaria e fondamentale prima di apportare qualsiasi altra modifica, pur richiedendo qualche sforzo e aiuto esterno per poter essere svolta con profondità.
- Risoluzione errori di lettura delle targhette, senz'altro un aspetto sul quale indagare e da provare a risolvere, poiché trattasi di un problema ripetitivo che condiziona gli operatori; la sostituzione dei barcode che provocano errori di lettura con insistenza rappresenta una soluzione tampone ma non veramente risolutiva, come invece sarebbe necessario.

Con queste premesse, si è scelto di partire seguendo le idee con il miglior rating e con il miglior rapporto tra benefici e fattibilità.

5.4 IL PROGETTO A3

A questo punto, può prendere forma il foglio A3 che ospita l'intera sintesi del progetto; come già anticipato, il metodo consiste nel racchiudere in modo sintetico, chiaro e facilmente comprensibile tutto lo sviluppo di un progetto di miglioramento in un unico grande foglio A3 diviso in sezioni. Ciò non deve però essere inteso come uno schema rigido e predefinito,

bensì *“come l’inizio di una conversazione, ... , il punto chiave dell’A3 non è il foglio né tanto meno il format; è il processo nella sua interezza.”*⁹

5.4.1 BACKGROUND E SCOPO DEL PROGETTO

La prima sezione del foglio A3 si occupa di descrivere brevemente la situazione corrente al momento della partenza, spiegare in cosa consiste il progetto e qual è il suo scopo; si specifica anche il leader del progetto, la composizione del team (o almeno gli attori principali), le date di inizio e quella prevista di chiusura del lavoro ed una scansione indicativa del tempo a disposizione.

5.4.2 BENEFICI ATTESI

Si passa poi ad una breve esposizione, soprattutto quantificata in numeri, di quelli che sono i benefici macroscopici che ci si aspetta dal progetto in termini migliorativi e di risultati, da confrontare poi con ciò che si otterrà effettivamente alla fine.

5.4.3 SCOMPOSIZIONE DEL PROBLEMA

Questa sezione serve a spiegare e approfondire il problema, descritto in modo molto sommario all’inizio del foglio, ricorrendo anche ad una vera e propria scomposizione in più fattori o concause da provare a migliorare o risolvere. In particolare, si illustra come la disponibilità sia la principale causa di diminuzione dell’output finale del forno e di come gli altri fattori incidano in maniera minoritaria, quasi trascurabile o comunque difficilmente migliorabile.

⁹ John Shook, 2017, *Managing to Learn: Problem solving, consenso e leadership basati sul metodo A3*, pag.117 – Istituto Lean Management

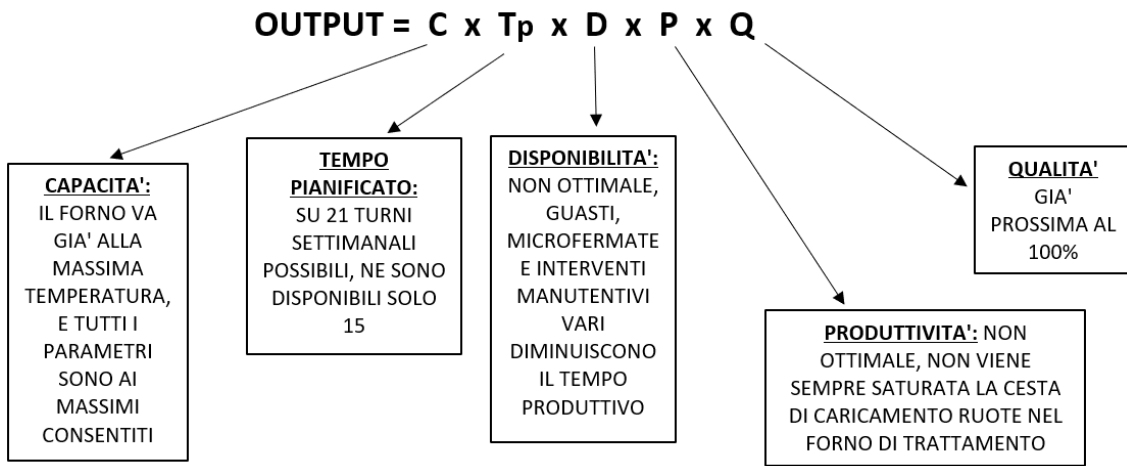


Fig. 5.3 – Scomposizione dell'output del forno nei vari fattori

5.4.4 RICERCA DELLA CAUSA RADICE

Inizia qui la fase più analitica del progetto, dove si utilizzano i classici metodi giapponesi di problem solving e di riflessione sulla causa radice di una questione, non soffermandosi sull'effetto finale o su un livello intermedio di conoscenza ma scavando le vere origini del problema per poterlo eliminare in modo permanente. Tra questi metodi il primo utilizzato è il diagramma di Ishikawa, con la caratteristica forma a spina di pesce, che attribuisce le responsabilità del problema alle varie macro-aree (manodopera, materiale, macchina, metodo, ambiente e misura).

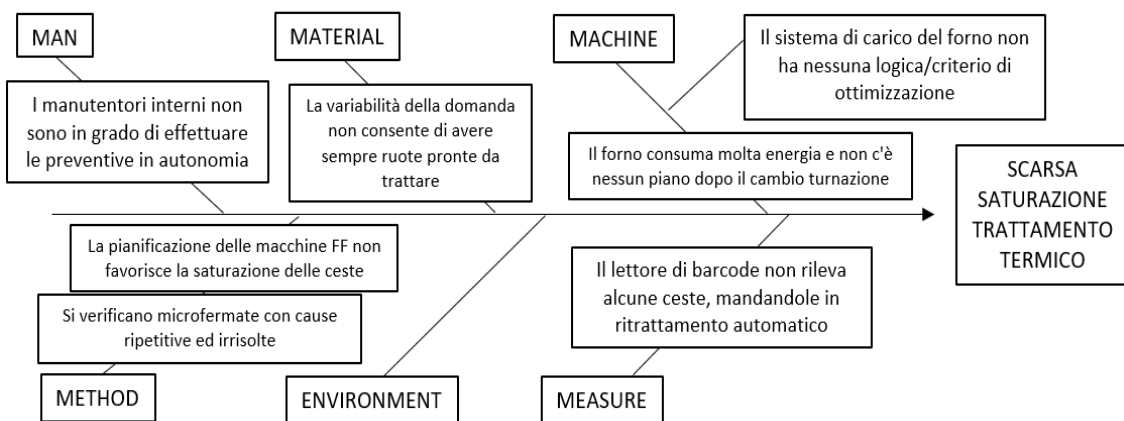


Fig. 5.4 – Diagramma di Ishikawa per scomporre il problema nei vari ambiti

Ulteriore approfondimento di quanto presentato con il diagramma è il metodo dei 5W, il quale consiste nell'esplicitare le cause radici dei vari problemi chiedendosi più volte il "perché" succede qualcosa; in questo modo non si corre il rischio di soffermarsi in modo superficiale su una

causa parziale o a sua volta conseguenza di qualcosa di più nascosto e che non si prende in considerazione.

Viene tenuta traccia di tutti questi progressi nell'analisi attraverso la piattaforma "Ayama"; dopo aver inserito il nuovo suggerimento, che è stato approvato all'unanimità da tutte le principali figure aziendali coinvolte, si prosegue inserendo tutte queste fasi dell'analisi negli appositi campi previsti dal sistema, che guida ogni passaggio verso la risoluzione analitica, strutturata e definitiva del problema.

Fig. 5.5 – Schermata tipo del software di gestione dei progetti "Ayama"

Viene dunque il momento di mettere in pratica le proposte che sono state considerate migliori per rapporto beneficio/fattibilità.

5.5 LA MANUTENZIONE PREVENTIVA

Come spiegato nella parte del capitolo 3 dedicata alla manutenzione, al cambio di organizzazione del tempo produttivo, che ha visto la diminuzione dei turni utilizzabili da 21 a 15, non è seguita una riorganizzazione degli interventi preventivi del forno. Se prima infatti la collocazione settimanale della manutenzione preventiva interrompeva a prescindere il trattamento, ora non è più così; è necessario specificare,

però, che normalmente gli interventi di manutenzione del forno sono effettuati da una ditta esterna che collabora strettamente con Speedline e presenta degli operatori sempre presenti nello stabilimento in maniera permanente, i quali collaborano in modo fitto e costante con i manutentori interni. Tale personale di supporto non è presente in azienda durante i giorni non produttivi del fine settimana, e quindi non può effettuare lo stesso servizio sul forno; il principale problema che ostacola l'immediato spostamento degli interventi non è però questo, anche perché il personale interno di manutenzione è perfettamente in grado di svolgere gli stessi lavori.

Ciò che rappresenta la maggiore problematica è il fatto che durante la settimana l'operatore di turno responsabile del forno aiuta il personale di manutenzione eseguendo le uniche operazioni che nessun altro è in grado di fare, ossia le movimentazioni degli organi del forno (navetta, bracci telescopici, sgocciolatoio...) interessati dai task, dalle sostituzioni e dai controlli stabiliti nelle preventive. Pertanto, nonostante il tempo a disposizione e la possibilità di agire con totale calma e lucidità, i manutentori non possono eseguire in autonomia gli interventi necessari.

5.5.1 UNA SOLUZIONE TEMPORANEA

Mentre si cerca un modo per risolvere in modo definitivo il problema, viene effettuata una variazione della programmazione per limitare gli effetti dell'interruzione; la manutenzione preventiva non si esegue più il mercoledì mattina con orario 8.00-9.30, quindi in pieno flusso produttivo, ma il lunedì mattina dalle 6.00 alle 7.30 circa, prima che avvenga l'effettiva ripartenza del trattamento. Non è un mistero, infatti, che dover fermare un processo per un qualsiasi motivo e farlo ripartire dopo causi nella realtà una perdita di tempo maggiore rispetto a farlo prima di iniziare, per tutte le imperfezioni, incertezze e rallentamenti che una fermata porta con sé; se a questo si aggiunge che il lunedì mattina tutti gli impianti subiscono l'effetto della ripartenza e quindi non sono subito operativi a pieno regime e con la massima velocità e regolarità, si vede subito che l'impatto della manutenzione preventiva in tale fascia oraria rappresenta un problema minore piuttosto che fermare il trattamento nel pieno della settimana lavorativa, ed è un primo passo migliorativo verso la risoluzione del problema.

5.5.2 LA SOLUZIONE DEFINITIVA: FORMAZIONE

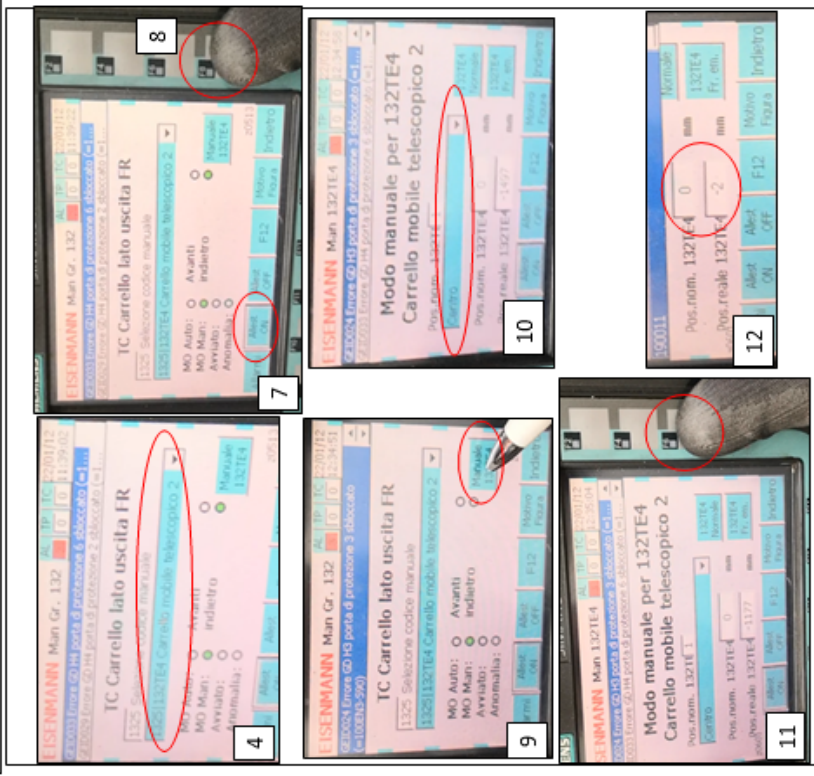
Si è giunti ben presto alla conclusione che l'unica soluzione percorribile per consentire ai manutentori di effettuare le preventive in totale autonomia e nel tempo non pianificato fosse quella di accompagnarli nell'imparare l'unica cosa che non erano in grado di fare, ossia le movimentazioni manuali degli organi del forno. Trattasi di operazioni non particolarmente complesse ma allo stesso tempo molto delicate, poiché rischiano di danneggiare componenti costosi e mettere in crisi la produzione con fermate prolungate; alla luce di ciò, si è deciso di attivare il protocollo previsto dal CPI in tutti i casi dove vengono aggiunti dei task, dei controlli o delle nozioni agli operatori, il quale prevede la produzione di istruzioni di lavoro guidate e inequivocabili che restino come supporto permanente e l'erogazione di una formazione documentata.

Come documentazione di processo permanente è stato scelto il formato del "Job Element Sheet" (abbreviato JES), vista la numerosità della sequenza di operazioni da eseguire e la necessità di allegare immagini che semplifichino il tutto. Ne è stato redatto uno per ogni movimentazione manuale da eseguire, e si è dedicato il tempo necessario per formare, a turno, i manutentori assieme agli operatori del forno, dedicando la massima attenzione a non tralasciare nulla e soprattutto mettendo in guardia da errori che potrebbero causare danni.

Scritto da: Stevanato Marco	Fase Operativa: Estrazione/ripiegamento telescopiche	Scritto da: Stevanato Marco
Approvato da: Favaro Marco		Approvato da: Favaro Marco
Ruolo: caporeparto	JES-0208	Ruolo: caporeparto
Data emissione: 06/10/2022	Documento n°	Data emissione: 06/10/2022

Simbolo	Op. n°	Operazione (Cosa)	Punti fondamentali (Come)	Motivo (Perché)
1	1	Login sul pannello	Inserire Utente e Password sul pannello di controllo quando richiesto a schermo.	Accedere alle movimentazioni
2	2	Apertura Menù Manutenzione	Selezionare con la penna la voce "MAN TC 230_02"	Predisporre la movimentazione
3	3	Selezione Tecnica di Convolgimento	Selezionare la voce "CM Uscita TA (132)"	Predisporre la movimentazione
4	4	Selezione Codice Manuale	Aprire il menu dei codici manuali e selezionare "132TE4 Carrello mobile telescopico 2"	Predisporre la movimentazione
5	5	Inserimento modalità manuale	Premiere il pulsante fisico "F5" posto a SX del pannello per inserire la modalità manuale (conferma a schermo)	Predisporre la movimentazione
6	6	Modalità cancelli aperti	Premiere il pulsante fisico posto sul retro della parte SX del pannello ogni qualvolta si esegue una movimentazione con i cancelli di accesso aperti	Predisporre la movimentazione
7	7	Selezione Alltest ON	Premiere la voce "Alltest ON", secondo da SX nella riga in basso	Predisporre la movimentazione
8	8	Estrazione Telescopiche	Tenere premuto il pulsante fisico "F8" posizionato sul lato DX del pannello per muovere le telescopiche fino a raggiungere la completa estrazione	Muovere le telescopiche
9	9	Inserimento Modo Manuale	Premiere la voce "Manuale 132TE4" sul lato DX schermo per inserire il modo manuale	Predisporre la movimentazione
10	10	Selezione della posizione centrale	Nel menu a tendina al centro dello schermo selezionare la voce "centro" per riportare in posizione le telescopiche	Predisporre la movimentazione
11	11	Ripiegamento Telescopiche	Tenere premuto il pulsante fisico "F6" posizionato sul lato DX del pannello per muovere le telescopiche fino al ritorno in posizione centrale	Muovere le telescopiche
12	12	Verifica posizione corretta	Assicurarsi che la posizione reale sia a 0 o prossima ad esso (tolleranza ± 3 mm)	Muovere le telescopiche
Note		In caso di dubbio o necessità, premendo il pulsante "F1" a lato SX del pannello, compaiono a schermo le funzioni degli altri tasti fisici "F" numerati presenti ai lati.		

Sicurezza
ATTENZIONE: una volta selezionato "Alltest On" tutte le sicurezze vengono disattivate, quindi prestare la massima attenzione alle operazioni manuali che si effettuano!



Turno	Caporparto	Data	Firma	Turno	Data	Firma	Turno	Data	Firma

Fig. 5.6 – JES usata nel training dei manutentori

5.6 RISOLUZIONE PROBLEMI DI LETTURA TARGHETTE

Durante la fase di osservazione e studio del funzionamento del forno, è sorto il dubbio che questa problematica fosse in qualche modo influenzata dalle condizioni variabili di luminosità dell'ambiente dove sono posizionati i lettori di codici a barre delle ceste. Per questo, si è deciso di fare un tentativo a basso costo e facilmente reversibile posizionando un faro di illuminazione aggiuntivo oltre a quelli già presenti nell'intorno del lettore, per verificare se la situazione subisse un miglioramento. Il risultato è stato quello mostrato in *Tabella 5.2* e *Grafico 5.1*

WEEK	N. errori	errori/gg
43	23	8
42	52	10
41	107	18
40	51	10
39	35	7
38	36	7

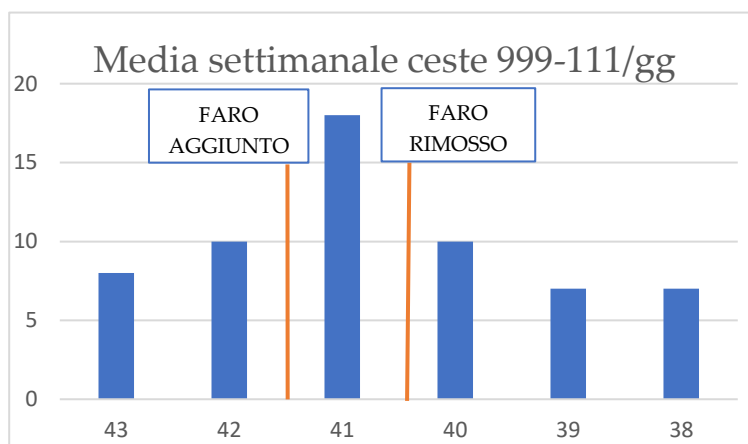


Tabella 5.2 – Media degli errori di lettura

Grafico 5.1 – Istogramma degli errori di lettura

Come si può facilmente notare dal grafico, non solo il tentativo non ha comportato un miglioramento ma ha addirittura peggiorato la situazione nella settimana in cui è stato attuato; questo poiché probabilmente la luce artificiale genera delle riflessioni che infastidiscono il laser del lettore e non consentono di identificare il barcode. A seguito delle evidenze raccolte, non solo è stato prontamente rimosso il faro aggiuntivo ma è stata ridotta al minimo anche l'illuminazione artificiale già presente nell'area, e ciò ha consentito di riportare la situazione nella normalità con anche una leggera diminuzione degli errori medi giornalieri verificatisi.

Dopo aver escluso la variabile della luce, si è proceduto ad effettuare un controllo a campione di alcune delle targhette in ceramica che ospitano il codice a barre e il numero identificativo della cesta, per verificarne le condizioni.



Fig. 5.7 – Esempi di targhette prelevate a campione

Ciò che è evidente, come testimoniato dalla figura 5., è che l'usura di molti dei codici a barre montati sulle ceste fosse a dir poco elevata e li rendesse pressoché illeggibili per il sensore preposto; curioso il fatto che in certi casi, come ad esempio per la cesta n. 226, l'usura sia fortemente differenziata tra barcode anteriore e posteriore, nonostante i gradienti di temperatura e le sollecitazioni termiche e meccaniche a cui essi sono sottoposti siano le medesime. Quello che è certo, però, è che l'affidabilità di tali strumenti non può considerarsi garantita, e per questo si è proceduto con la ricerca di nuove targhette di materiale o tecnologia diverse, e allo stesso tempo la sostituzione del lettore attuale a marchio "Leuze" con uno più performante ed affidabile a marchio "Keyence"; quest'ultimo in particolare fin dalle prime prove effettuate ha dato prova di una capacità sorprendente di lettura di targhette anche in condizioni pessime e proibitive per il suo predecessore, dimostrando di poter dare un contributo importantissimo nella risoluzione di questa problematica. Come prevedibile, si è visto che anche la sostituzione progressiva di molti barcode compromessi e difficilmente leggibili con altri dello stesso tipo ha portato un vantaggio in termini di riduzione degli errori; nonostante questo, però, si è optato per una soluzione più radicale e definitiva, anche se dispendiosa, che non ripresentasse ciclicamente le stesse problematiche come troppo spesso è accaduto in passato in situazioni analoghe.

5.7 MIGLIORAMENTO DELLA LOGICA DI CARICO

5.7.1 UN PROBLEMA DI FONDO

L'investimento più importante in termini di tempo e risorse è stato fatto sul programma del forno. Nei vari incontri che hanno avuto luogo durante la pianificazione e l'inizio del progetto, è emersa in vari momenti una criticità di fondo preoccupante e sempre troppo trascurata fino ad ora, e cioè la totale assenza nel know-how aziendale della logica di funzionamento della risorsa. Dopo l'installazione avvenuta oltre 10 anni fa per mano di programmatori russi dell'azienda tedesca Eisenmann, non è stata lasciata nessuna testimonianza scritta del lavoro fatto né alcun backup del programma in formato ".plc" scritto appositamente per far funzionare il forno; nel frattempo in questi anni la casa madre ha chiuso i battenti lasciando sostanzialmente prive di assistenza le aziende che avevano in casa i suoi macchinari. Questa lacuna fa sì che gli operatori ed i responsabili di produzione del reparto sappiano come il forno funziona e cosa fa nei determinati casi che si presentano ma non il "perché", senza possibilità di verificare ciò che effettivamente si crede e tramandando per sola divulgazione orale tutte le loro conoscenze. Oltre a non potervi accedere e modificare le logiche di azione, nel caso di un guasto o un danneggiamento particolarmente importante del computer che contiene il programma l'azienda sarebbe totalmente scoperta e non sarebbe in grado di far funzionare la risorsa.

5.7.2 LA RICOSTRUZIONE DELLE INFORMAZIONI

Compresa la gravità della situazione, si è richiesto il supporto dell'azienda di software e automazione "Sintex S.r.l.", la quale ha dedicato uno dei loro programmatori con impegno full-time per quasi due settimane, lavorando fianco a fianco con elettricisti, manutentori e responsabili delle infrastrutture per entrare nel programma del forno, verificarne l'effettiva corrispondenza con quello che il personale sapeva ed era convinto accadesse, e consentire all'azienda di rientrare in possesso della logica di funzionamento della sua risorsa, integrandola nel suo know-how in maniera sicura e permanente. Si può dire con buona soddisfazione che tutti gli obiettivi urgenti e prefissati sono stati

raggiunti, e durante il lavoro sono emerse delle incongruenze tra realtà e programmazione che di sicuro non facevano caricare il forno nel migliore dei modi.

5.7.3 OTTIMIZZAZIONE DEL CARICO

Durante l'esplorazione del programma che governa il forno, un focus particolare è stato fatto sull'area di alimentazione delle ruote verso la postazione di caricamento. La rulliera di carico, parzialmente curva, è dotata di 9 fotocellule in totale:

- 5 per rilevare la presenza pezzo (e quindi far avanzare o meno le ruote dal discensore o dal carico manuale);
- 4 per gestire lo spazio disponibile nella cesta, di cui 2 molto ravvicinate tra di loro per misurare il diametro delle ruote che passano e le ultime 2 a fine rulliera per rilevare la spaziatura tra una ruota e l'altra nell'ottica di evitare collisioni tra ruote durante le varie fasi; la combinazione di queste due informazioni consente di calcolare quanto spazio c'è ancora disponibile nella cesta e quindi se mandare avanti ancora ruote o no (5 o 6 ruote per cesta in base alle dimensioni).

La riga di carico è dotata di due fotocellule di colore nero, alle due estremità, che simulano le dimensioni della cesta e quindi non devono essere ostruite, altrimenti si accende un allarme e si blocca il caricamento (ci sarebbe una collisione con la cesta).

Nonostante tutta questa sensoristica, le fotocellule non calcolano la dimensione esatta di ogni ruota ma eseguono una divisione, a seconda se i pezzi ostruiscono o meno più di una di esse a distanze differenti durante il passaggio, in 3 categorie: piccole, medie, o grandi, ognuna con un range di dimensioni (prese sul canale e non sul diametro esterno):

- PICCOLE: meno di 500 mm;
- MEDIE: tra 500 e 560 mm;
- GRANDI: oltre i 560 mm.

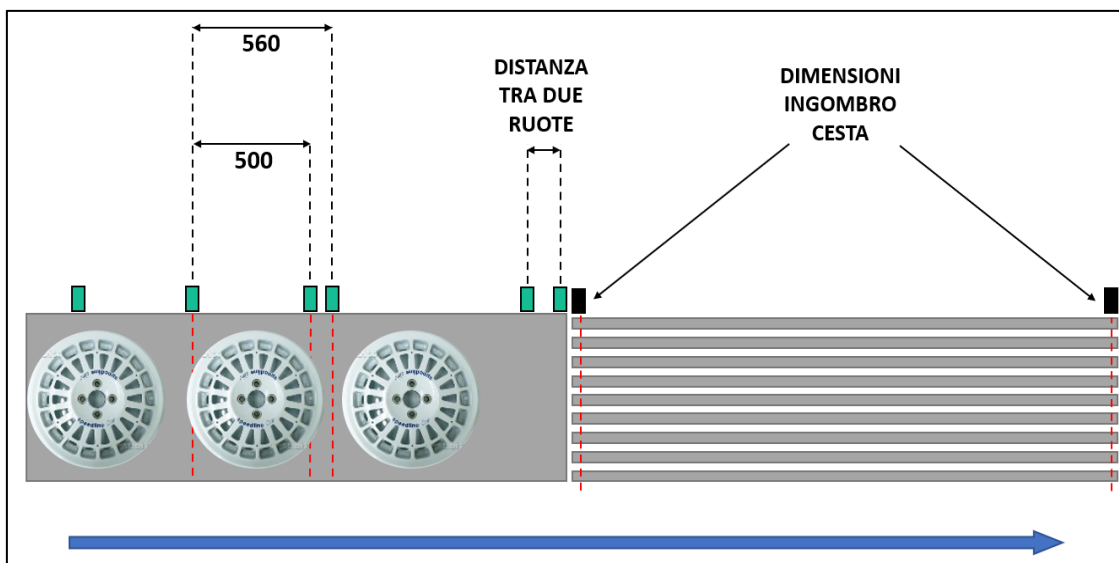


Fig. 5.8 – Schema del sistema di fotocellule in prossimità del carico

Durante l'attività congiunta al personale di Sintex S.r.l. è emersa un'incongruenza importante in questo meccanismo decisionale delle fotocellule; infatti, quando la fotocellula considerava una ruota di dimensione media, quindi fino ai 560 mm, in realtà il software di comando del forno considerava occupato uno spazio di 630 mm, con una differenza di 70 mm che è tutt'altro che trascurabile nell'ambito di un'ottimizzazione di fine e orientata a limare i dettagli come quella in questione. Si è provveduto a correggere immediatamente questa incongruenza e si è proseguito su questa strada, scoprendo un altro errore macroscopico per quanto riguarda il riempimento delle ceste. Quando una ruota in transito verso la postazione di carico ostruisce entrambe le fotocellule poste a 560 mm di distanza, venendo quindi catalogata di dimensioni grandi, il software considera uno spazio occupato di 850 mm, pari cioè alla massima larghezza della rulliera e della cesta, e quindi alla dimensione massima fisicamente caricabile nel forno. Tale dimensione è però estremamente sovrastimata, se si pensa che il diametro esterno allo stadio grezzo delle ruote più grandi attualmente in produzione è di circa 700 mm, e questa assunzione fatta dal programma comporta uno spreco di spazio più che doppio rispetto a quella corretta in precedenza. Anche questa inesattezza è stata tempestivamente risolta, ed ora gli spazi sono gestiti in modo estremamente preciso e calibrato sulle reali dimensioni delle ruote

prodotte.

È probabile che al momento dell'installazione del forno Eisenmann tutti questi dettagli siano stati trattati in modo sommario e semplicistico poiché il trattamento termico era (e lo è stato fino a pochi anni fa) svolto anche dall'altro forno a marchio Civardi del quale disponeva l'azienda. Tale risorsa si è rivelata ben presto obsoleta dal punto di vista tecnologico ed estremamente onerosa dal punto di vista dei costi di gestione ed utilizzo; in seguito alla diminuzione dei volumi produttivi in tempo prima di pandemia e poi delle sue conseguenze economiche sommate ai conflitti internazionali, l'azienda ha deciso di abbandonare il forno Civardi e dirottare tutto il trattamento termico nel più grande e potente forno Eisenmann, il quale riesce a soddisfare gran parte delle esigenze ma per rendere al meglio, specie dopo la diminuzione dei turni di lavoro, necessita di tutte quelle accortezze, ottimizzazioni e miglioramenti che prima erano stati trascurati poiché non influenti.

5.8 L'OTTIMIZZAZIONE ENERGETICA

5.8.1 UN PROBLEMA IN CORSO D'OPERA

Nel pieno del periodo di analisi e studio del progetto riguardante il trattamento termico, è esploso in tutta Europa l'enorme problema della crisi energetica conseguente, tra le altre cose, al conflitto tra Russia e Ucraina; se l'aumento smisurato dei prezzi delle fonti energetiche rappresenta un problema non da poco per le abitazioni private, esponenzialmente più grave è la situazione delle aziende produttive, le quali presentano fabbriche particolarmente energivore e gravose da quel punto di vista. Il forno di trattamento termico sfortunatamente non fa eccezione, poiché per raggiungere certi livelli di temperatura specialmente nella parte dedicata alla solubilizzazione il consumo di gas è ingente; in numeri, si parla di oltre 60 metri cubi di gas all'ora nella fase di mantenimento ad altre temperature, con picchi oltre i 90 metri cubi in fase di riscaldamento.

5.8.2 UNA MANCATA GESTIONE

Tra i tanti aspetti che non erano ancora stati modificati o riorganizzati dopo il cambio di turnistica, c'era anche la gestione energetica del forno,

il quale veniva lasciato in mantenimento delle temperature di regime anche durante i fine settimana seguendo la convinzione (più o meno motivata e dimostrata da dati concreti) che costasse di più in termini di consumi riportare in temperatura il forno dopo averlo spento piuttosto che lasciarlo al livello impostato durante la produzione. Questa abitudine ha destato non poche perplessità nelle varie riflessioni fatte sul tema; dunque, si è deciso in collaborazione con l'Energy Manager e il team delle infrastrutture di fare delle prove per verificare concretamente nella situazione produttiva attuale la veridicità di tale convinzione.

5.8.3 I TENTATIVI EFFETTUATI

Il piano consiste nell'abbassare sensibilmente il punto di impostazione (detto anche "set point") delle temperature di solubilizzazione e rinvenimento appena dopo il passaggio dell'ultima ruota nella parte interessata, rialzandole poi con un certo anticipo sull'inizio della produzione della settimana successiva, per avere la risorsa a regime e pronta a ricominciare il trattamento all'orario desiderato.

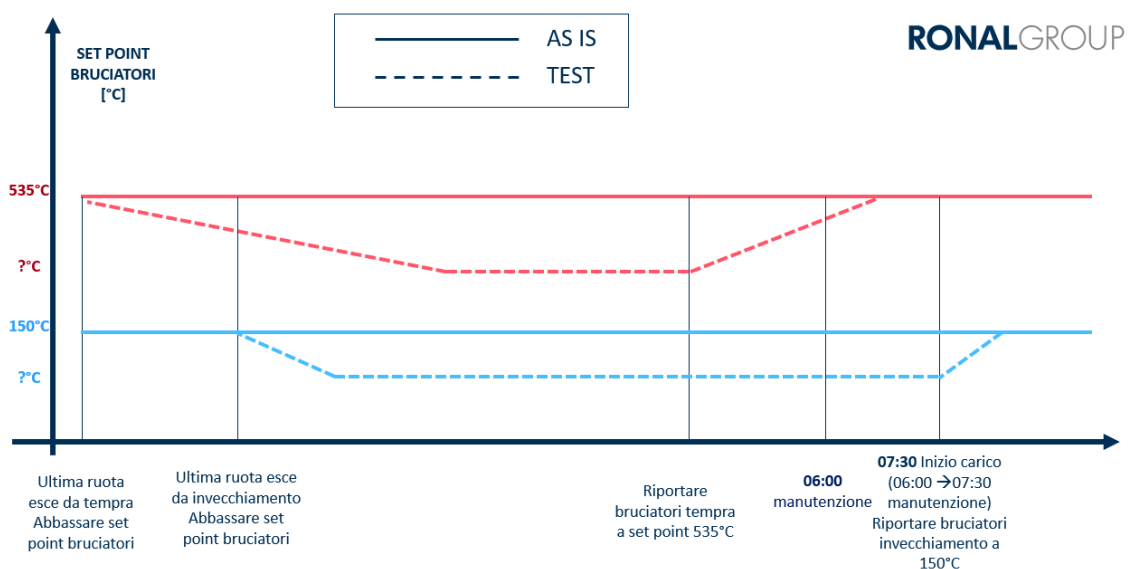


Fig. 5.9 – Schema andamento temperature attuale vs futuro

Come rappresentato schematicamente nella Figura 5.9, l'andamento ipotizzato delle temperature dovrebbe essere quello tracciato dalle linee tratteggiate, con una lenta e graduale diminuzione fino al punto stabilito in fase di fermata e una nuova risalita a ridosso dell'orario di inizio della produzione.

A partire dal fine settimana del 29 Ottobre 2022 sono stati eseguiti dei test progressivi per vedere fino a che temperatura fosse opportuno spingersi nell'abbassamento durante le fermate, soprattutto quantificando in termini di tempo e consumi la rampa di risalita. Vengono presentati nelle *Tablelle 5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.4, 5.8.5, 5.8.6*, i risultati ottenuti nei vari fine settimana con un abbassamento progressivo delle temperature.

- 29-30-31 Ottobre:

FASE	DURATA NEL PROCESSO	ORARIO USCITA ULTIMA RUOTA (RAMPA DISCESA)	SET POINT REGIME	SET POINT IPOTESI 1	ORARIO RAMPA RIALZO IPOTESI 1	NOTE	ORARIO EFFETTIVO TEMPERATURA
Solubilizzazione	04:30	16:30	535°C	300°	02:30	orario effettivo rampa 03:00	06:00 (3 ore)
Invecchiamento	03:00	19:30	150°C	100°	07:30	monitorare tempi effettivi rampa	

**CONSUMO NEL GIORNO
TOTALMENTE FERMO
(DOMENICA)**

CONSUMO ATTUALE (mc)	1284
CONSUMO SPERIMENTATO (mc)	471
RISPARMIO (€)	813

Tabella 5.8.1 – Risultati del test di consumo nel weekend 29/31 Ottobre

- 5-6-7 Novembre:

FASE	DURATA NEL PROCESSO	SET POINT REGIME	SET POINT IPOTESI 2	ORARIO RAMPA RIALZO IPOTESI 2	NOTE	ORARIO EFFETTIVO TEMPERATURA
Solubilizzazione	04:30	535°C	250°	01:30	Temperatura alzata alle 21.45	02:30
Invecchiamento	03:00	150°C	80°	05:30		

CONSUMO NEL GIORNO TOTALMENTE FERMO (DOMENICA)		RAMPA TEMPRA (mc)	437
CONSUMO ATTUALE (mc)	1284	MANTENIMENTO A 250° (mc/15 min)	3,025
CONSUMO SPERIMENTATO (mc)	292	DURATA RAMPA DI RISALITA (h)	5,25
RISPARMIO (€)	992		

Tabella 5.8.2 – Risultati del test di consumo nel weekend 5/7 Novembre

- 12-13-14 Novembre:

FASE	DURATA NEL PROCESSO	SET POINT REGIME	SET POINT IPOTESI 3	ORARIO RAMPA RIALZO IPOTESI 3	NOTE	ORARIO EFFETTIVO TEMPERATURA
Solubilizzazione	04:30	535°C	200°	00:00	Orario rialzo 00:15	05:30
Invecchiamento	03:00	150°C	50°	06:00		

CONSUMO NEL GIORNO TOTALMENTE FERMO (DOMENICA)		RAMPA TEMPRA (mc)	442
CONSUMO ATTUALE (mc) 1284		MANTENIMENTO A 200° (mc/15 min)	1,67
CONSUMO SPERIMENTATO (mc) 143		DURATA RAMPA DI RISALITA (h)	5,25
RISPARMIO (€) 1141			

Tabella 5.8.3 – Risultati del test di consumo nel weekend 12/14 Novembre

- 19-20-21 Novembre:

FASE	DURATA NEL PROCESSO	SET POINT REGIME	SET POINT IPOTESI 3	ORARIO RAMPA RIALZO IPOTESI 3	NOTE	ORARIO EFFETTIVO TEMPERTATURA
Solubilizzazione	04:30	535°C	150°	00:00	Orario rialzo 22:30	03:30
Invecchiamento	03:00	150°C	50°	06:00		

CONSUMO NEL GIORNO TOTALMENTE FERMO (DOMENICA)		RAMPA TEMPRA (mc)	460
CONSUMO ATTUALE (mc) 1284		MANTENIMENTO A 150° (mc/15 min)	0,5
CONSUMO SPERIMENTATO (mc) 223		DURATA RAMPA DI RISALITA (h)	5,5
RISPARMIO (€) 1061			

Tabella 5.8.4 – Risultato del test di consumo nel weekend 19/21 Novembre

- 26-27-28 Novembre:

FASE	DURATA NEL PROCESSO	SET POINT REGIME	SET POINT IPOTESI 3	ORARIO RAMPA RIALZO IPOTESI 3	NOTE	ORARIO EFFETTIVO TEMPERTATURA
Solubilizzazione	04:30	535°C	100°	00:00	Orario rialzo 00:30	06:15
Invecchiamento	03:00	150°C	50°	06:00		

CONSUMO NEL GIORNO TOTALMENTE FERMO (DOMENICA)		RAMPA TEMPRA (mc)	502
CONSUMO ATTUALE (mc)	1284	MANTENIMENTO A 100° (mc/15 min)	0,0
CONSUMO SPERIMENTATO (mc)	0	DURATA RAMPA DI RISALITA (h)	5,75
RISPARMIO (€)	1284		

Tabella 5.8.5 – Risultato del test di consumo nel weekend 26/28 Novembre

- 3-4-5 Dicembre:

FASE	DURATA NEL PROCESSO	SET POINT REGIME	SET POINT IPOTESI 3	ORARIO RAMPA RIALZO IPOTESI 3	NOTE	ORARIO EFFETTIVO TEMPERTATURA
Solubilizzazione	04:30	535°C	120°	00:00	Orario rialzo 22:30	03:30
Invecchiamento	03:00	150°C	50°	06:00		

CONSUMO NEL GIORNO TOTALMENTE FERMO		RAMPA TEMPRA (mc)	586
CONSUMO ATTUALE (mc)	1284	MANTENIMENTO A 120° (mc/15 min)	0,0
CONSUMO SPERIMENTATO (mc)	111	DURATA RAMPA DI RISALITA (h)	5,5
RISPARMIO (€)	1173		

Tabella 5.8.6 – Risultato del test di consumo nel weekend 3/5 Dicembre

5.8.4 I RISULTATI DEI TEST

Al netto di qualche errore casuale e dovuto ad azioni compiute nel modo o tempo errato da parte degli operatori, la tendenza dei test effettuati è stata chiara e inequivocabile.

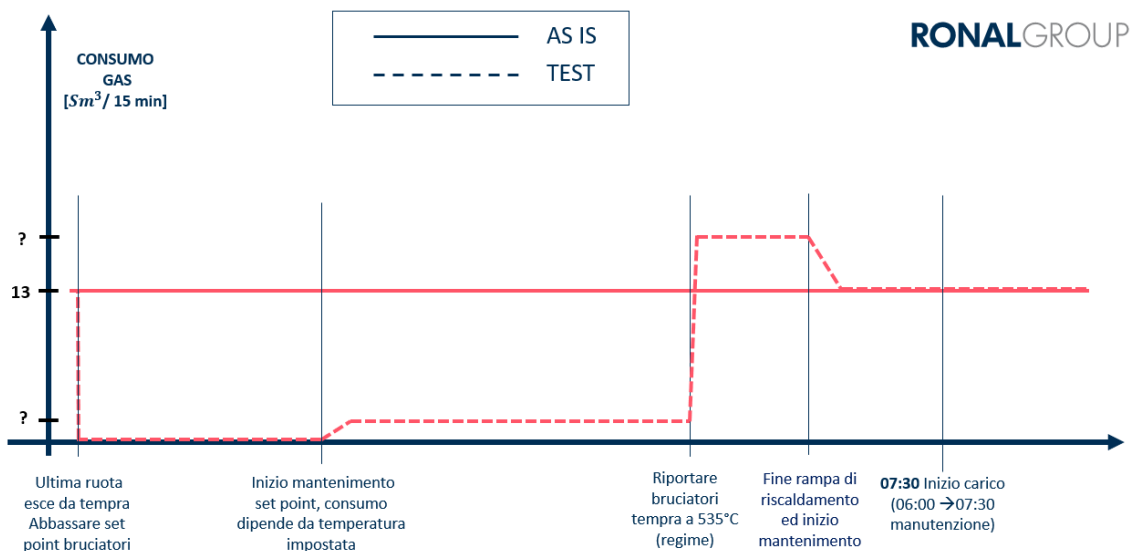


Fig. 5.10 – Andamento del consumo di gas durante i test

Come visibile dal grafico, il consumo di gas si azzerava non appena il set point della temperatura viene impostato ad un valore molto più basso; questa fase si prolunga nel tempo grazie all'ottimo isolamento del quale il forno è dotato quando staziona con le porte chiuse, fino a quando i bruciatori non si riaccendono con un consumo minimo per mantenere la nuova temperatura impostata. Come si vede dalle tabelle riassuntive, negli ultimi test con temperature di stazionamento particolarmente basse quest'ultima fase non ha nemmeno luogo, poiché il calore mantenuto dalla coibentazione del forno fa sì che i 100/120°C si possano tenere senza bisogno di riattivare i bruciatori. L'unica fase in cui il consumo per forza di cose è maggiore rispetto al mantenimento a 535°C è quella della rampa di rialzo; tuttavia, come dimostrato a livello qualitativo dal grafico e quantitativo dai numeri, il beneficio nell'abbassare le temperature durante il fine settimana è cospicuo, l'area sottesa alla spezzata ottenuta con i test è molto minore rispetto a quella sottesa alla linea retta orizzontale del mantenimento usuale.

5.8.5 LA NUOVA PRATICA STANDARDIZZATA

A seguito delle evidenze raccolte nei test, si è deciso di rendere standard questa pratica che con poche e semplici accortezze consente di risparmiare una quantità non indifferente di gas, e quindi anche di denaro, ogni fine settimana. Per fare ciò si è proceduto a mettere nero su bianco la procedura operativa (ancora una volta sotto forma di JES) per modificare i set point dei vari bruciatori interessati, e a produrre una tabella che serva a guidare gli interventi dei turnisti o degli operatori, con anche una traccia che testimoni l'avvenuta operazione nei tempi e nei modi stabiliti.

Simboli Operazioni:		Sicurezza per l'Operatore		Controllo Qualità		Omnirecine Critica		Sequenza obbligatoria	
Reparto: Flow Forming		Area: TT Eisenmann		Fase di Processo: Rampe Temperatura bruciatori		Fase Operativa: Abbassamento/Innalzamento Temperature Bruciatori		JES- Documento n°	
Scritto da: Stevanato Marco					Approvato da: Favaro Marco				
Ruolo: Caporeparto					Data emissione: 05/12/2022				
Op. n°	Simbolo	Operazione (Cosa)	Punti fondamentali (Come)	Motivo (Perché)					
1		Apertura schermata di controllo	Nella schermata Parametri generale (Home) , selezionare il comando Controllo in basso .	Accedere alla schermata di controllo dei parametri del forno					
2		Apertura sportello contenente tastiera fisica	Aprire lo sportello contenente la tastiera dotata di mouse a sfioramento posizionata sotto allo schermo	Utilizzare la tastiera collegata al monitor					
3		Apertura schermata controllo maestro	Nella schermata Controllo parametri , selezionare il comando Controllo Maestro User in alto a sx.	Accedere alla schermata di controllo maestro					
4		Apertura schermata inserimento utente	Nella finestra che appare selezionare la penultima icona, relativa all' inserimento dell'utente (simbolo del poliziotto)	Accedere alla possibilità di intervento sui parametri del forno					
5		Inserimento username e password	Inserire utente e password per permettere le modifiche sulle impostazioni del sistema.	Sbloccare le modifiche delle impostazioni del forno					
6		Individuazione bruciatori da abbassare	I parametri che possono essere modificati risultano evidenziati in azzurro. Si riferiscono alla temperatura bruciatori con bordo rosso, e all'invecchiamento quelli con bordo blu. Premendo sui numeri evidenziati si apre la schermata "Single Tab Input".	Individuare i bruciatori su cui intervenire per abbassare le temperature e quindi i consumi					
7		Abbassamento bruciatori temprà	Per i bruciatori della temprà, inserire con la tastiera nello spazio "New Value" il valore 120 , quindi premere prima Apply e poi Exit	Abbassare le temperature di stationamento della temprà da 535° a 120°					
8		Abbassamento bruciatori invecchiamento	Per i bruciatori dell'invecchiamento, inserire con la tastiera nello spazio "New Value" il valore 50 , quindi premere prima Apply e poi Exit	Abbassare le temperature di stationamento della temprà da 150° a 50°					
9		Controllo temperature	Una volta modificati i valori per tutti i bruciatori, verificare l'effettivo inserimento controllando i numeri evidenziati in azzurro.	Verificare che la modifica sia andata a buon fine ed evitare errori dalle conseguenze molto impiantanti					
10		Innalzamento temperature	Per risalire le temperature, eseguire nuovamente la procedura dal punto 1, al punto 6, inserendo nei rispettivi bruciatori le temperature di esercizio (535° per la temprà e 150° per l'invecchiamento)	Ripartire i bruciatori alle temperature normali di esercizio					
Note									
Sicurezza									

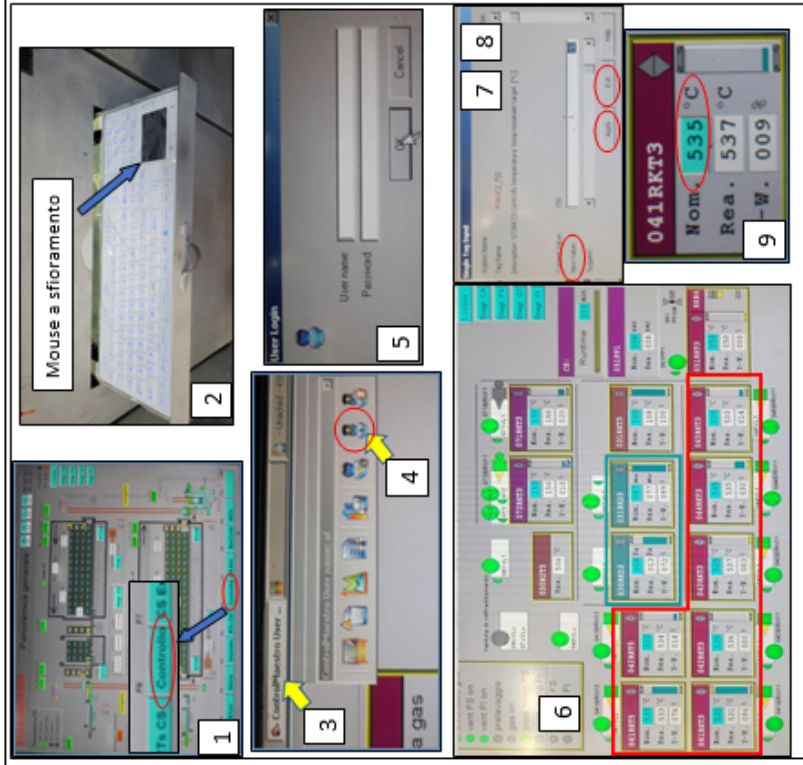


Fig. 5.11 – JES sulla modifica della temperatura dei bruciatori

FO – Rampa Temperature TT Eisenmann

Pagina 1 / 1

RAMPA DISCESA TEMPERATURE (FINE SETTIMANA)

N. OPERAZ.	DESCRIZIONE OPERAZIONE	ORARIO PREVISTO	SET POINT TEMPERATURA	CHI	ORARIO ESECUZIONE	FIRMA
1.	ABBASSAMENTO TEMPERATURA TEMPRA	USCITA ULTIMA RUOTA	100°	OPERATORE FF		
2.	ABBASSAMENTO TEMPERATURA INVECCHIAMENTO	USCITA ULTIMA RUOTA	50°	OPERATORE FF		

RAMPA SALITA TEMPERATURE (RIPARTENZA)

N. OPERAZ.	DESCRIZIONE OPERAZIONE	ORARIO PREVISTO	SET POINT TEMPERATURA	CHI	ORARIO ESECUZIONE	FIRMA
1.	RIALZO TEMPERATURA TEMPRA	01:00 (23.30*)	535°	TURNISTA		
2.	RIALZO TEMPERATURA INVECCHIAMENTO	INIZIO TURNO	150°	OPERATORE FF		

***: SE NON VIENE EFFETTUATA LA MAN. PREVENTIVA AL LUNEDÌ MATTINA, LA RAMPA DI RISALITA VA ANTICIPATA DI 1,5H.**

N.B.: NEL CASO CI SIA UNA RIPARTENZA AD UN QUALSIASI ORARIO DIVERSO DA QUELLO MATTUTINO, LA RAMPA DI RISALITA DEVE INIZIARE ALMENO 6 ORE PRIMA DELL'ORARIO DI INIZIO CARICO DELLE RUOTE.

DATA ABBASSAMENTO	TURNO ABBASSAMENTO	FIRMA OPERATORE/CODICE

DATA INNALZAMENTO	TURNO INNALZAMENTO	FIRMA OPERATORE/CODICE

Fig. 5.12 – Foglio operativo per la gestione delle rampe di temperatura

CAPITOLO 6. I RISULTATI OTTENUTI

Il sesto capitolo espone nel dettaglio i risultati emersi dall'avanzamento della produzione ed evidenzia in maniera parziale e preliminare i benefici che le azioni intraprese hanno portato alla risorsa, specificando anche come esse fossero in linea con le priorità e i principi che l'azienda si dà.

6.1 COERENZA CON LE PRIORITÀ AZIENDALI

È importante, nell'aprire la parte dedicata alla presentazione dei risultati ottenuti, sottolineare come gli interventi effettuati, e di conseguenza i miglioramenti apportati alla risorsa e alla sua gestione, siano fortemente in sinergia con la matrice delle priorità aziendali presentata nel paragrafo 2.3.4. Infatti, nel quadrante in alto a destra della matrice dedicato alle "strategie prioritarie", che godono di alta urgenza e importanza, troviamo la dicitura riportate sotto.

- "Mantenimento delle competenza e conoscenza dei processi": questo obiettivo, assolutamente prioritario nella strategia aziendale, è stato pienamente centrato nell'ambito dell'attività informatica con Sintex S.r.l. sul software di governo del forno, poiché prima ancora delle ottimizzazioni fatte è stato fondamentale rientrare in possesso del programma e crearne un backup in caso di emergenza. Questo intervento ha consentito quindi un importante mantenimento del know-how aziendale che era andato momentaneamente perso, consentendo di avere sotto controllo l'intero processo di trattamento termico e di poterne modificare parametri o logiche a seconda delle necessità.

Leggermente meno urgenti ma comunque molto importanti sono le cosiddette "strategie di supporto", di colore giallo nella matrice, ossia quell'insieme di attività che non sono cruciali per la sopravvivenza dell'azienda ma servono a garantirne la salute, l'efficienza e la sostenibilità, oppure ne determinano buoni benefici a livello di miglioramenti ed ottimizzazioni. A tal proposito troviamo diverse voci.

- Riduzione costi – gestione prezzi energia: il buon lavoro svolto nello studio delle rampe di temperatura da mettere in pratica

durante le fermate dei fine settimana è andato nella direzione indicata da questi due concetti di supporto; si è cercato di ridurre i costi di gestione nel tempo non produttivo in reazione all'aumento corposo dei prezzi dell'energia, i quali sono una variabile non controllabile ed estremamente fluttuante in relazione agli eventi esterni.

- Aumentare efficienza/flessibilità con volumi variabili: in fin dei conti, l'aumento della disponibilità (e quindi della capacità produttiva) del forno ed un affinamento della sua gestione consentono di essere più flessibili e immuni da problemi dovuti alla variabilità del mercato. Nei momenti di picco della domanda la capacità aumentata del collo di bottiglia consente di non andare in sofferenza, evitando di ricorrere a turni straordinari come già successo in passato (i quali rappresentano un costo aggiuntivo) o ancor peggio di ritardare la produzione e le consegne ai clienti rispetto ai tempi previsti; viceversa, nei momenti in cui il forno è più scarico si può scegliere di rinunciare ad altro tempo produttivo, riducendo ulteriormente i costi dell'energia e potendo dedicare la manodopera ad altre attività.

6.2 AUMENTO DELLA DISPONIBILITÀ

Come detto nel paragrafo 4.7.2, tutte le inefficienze che abbassano il valore dell'OEE del forno sono racchiuse nel parametro della disponibilità, e sebbene questo possa essere discutibile e formalmente non del tutto corretto ciò non toglie che ci sia stato un notevole miglioramento del valore (in assoluto già alto) di tale numero. È stato calcolato manualmente il valore percentuale medio della disponibilità nel periodo dalla settimana 30esima alla 43esima, in base a tutte le varie voci di guasti, fermate ecc.. registrate dagli operatori; tale risultato è stato poi confrontato con quello registrato nel software di data analysis "Qlik Sense" che ne ha confermato la bontà. La *Tabella 6.1* illustra quanto emerso dall'indagine in questione.

WEEK	TEMPO PERSO (h)	DISP.
43	5,67	95,5%
42	15	88,1%
41	2,75	97,8%
40	6,16	95,1%
39	6,83	94,6%
38	8,33	93,4%
37	23	81,7%
36	12,66	90,0%
35	7,33	94,2%
34	6	95,2%
33	2,58	98,0%
32	6,75	94,6%
31	4,91	96,1%
30	3	97,6%
MEDIA	7,93	93,7%

Tabella 6.1 – Calcolo della disponibilità settimanale nel periodo di analisi

Se si prende in esame il solo mese di settembre, ad esempio, che è stato quello di apertura vera e propria del progetto, la situazione era ancora peggiore.

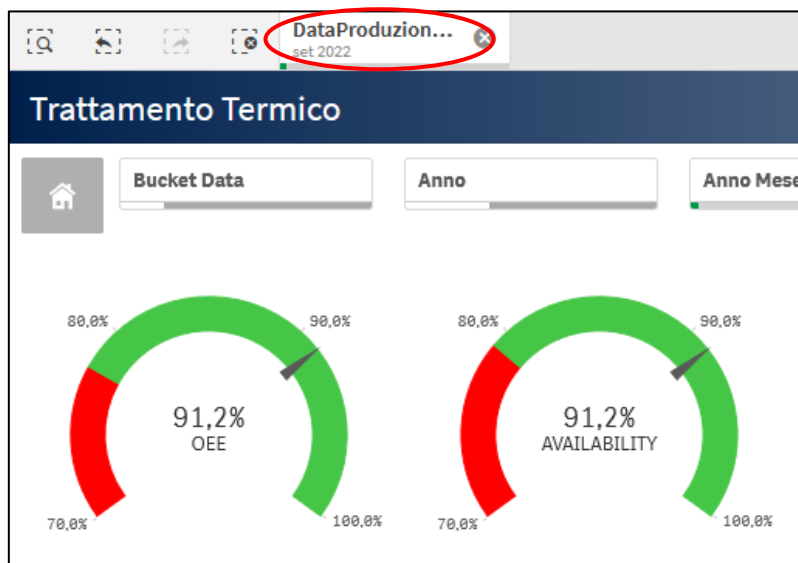


Fig. 6.1 – OEE del forno nel mese di settembre

Già nel mese di novembre, nel quale le azioni correttive erano ancora in corso e solo alcune erano già state completate, la situazione ha visto già un netto miglioramento, supportato dai valori dei medesimi dati.

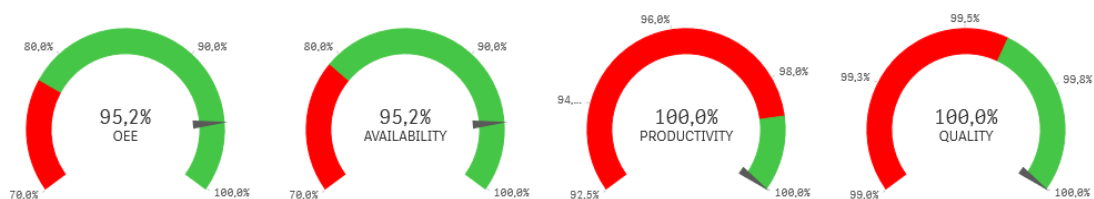


Fig. 6.2 – OEE del forno nel mese di novembre

L'OEE nel mese di novembre è stato del 95,2%, toccando in data 29/11 il simbolico picco del 100% che indica totale assenza di perdita di capacità per qualsiasi motivo.



Fig. 6.3 – OEE del forno in data 29/11/2022

Grazie al progressivo affinamento delle misure messe in atto per aumentare la disponibilità del forno, i parametri hanno visto un miglioramento sempre maggiore, arrivando alla fine del mese di gennaio 2023 a dei livelli più che soddisfacenti, come dimostrato dalle figure che seguono.

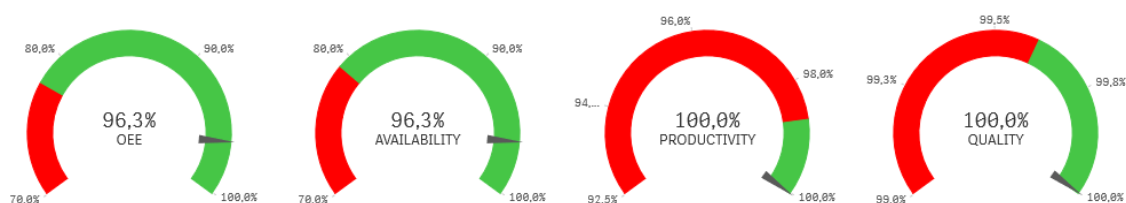


Fig. 6.4 – OEE del forno nel mese di gennaio 2023

Il parametro dell'O.E.E. si è attestato al 96,3%, un valore estremamente positivo e superiore di quasi tre punti rispetto alla media delle settimane antecedenti l'inizio del progetto, di quasi cinque punti rispetto al mese di settembre dove gli effetti del cambio di turnistica si facevano sentire in modo importante. Dalle figure 6.5 e 6.6 si può apprezzare nel dettaglio, con le colonnine dell'OEE giornaliero all'interno dei due mesi in

questione, come il livello di disponibilità si sia mantenuto con costanza su livelli molto più alti dopo gli interventi eseguiti, eliminando il problema dell'altalena tra valori buoni e meno buoni che sono tipici di una produzione intermittente, spesso interrotta e non ottimizzata per la nuova organizzazione.

L'altro segnale di miglioramento messo in evidenza da questo confronto è il numero notevolmente maggiore di giorni all'interno del mese di gennaio 2023 con OEE al 100%, che testimoniano se non altro una totale assenza di perdite di disponibilità per imprevisti, interventi vari o altre necessità.

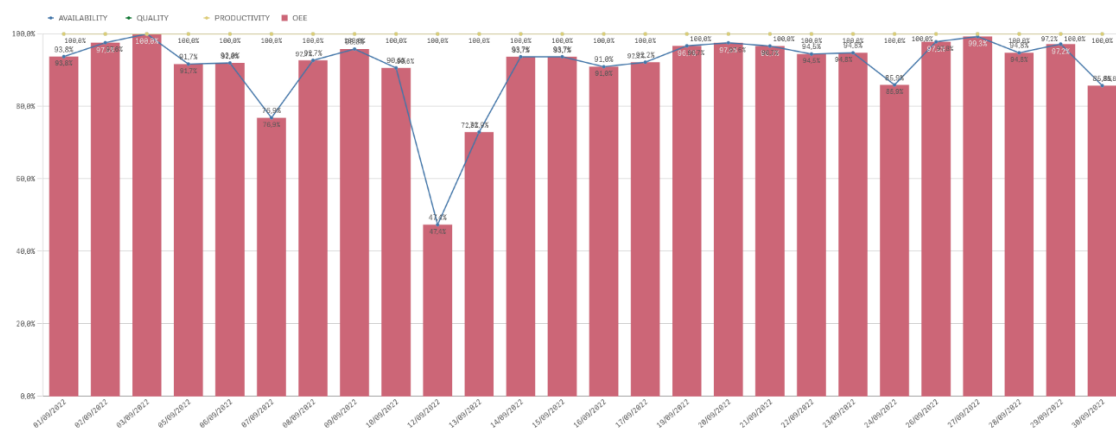


Fig. 6.5 – OEE giornaliero del trattamento termico nel mese di novembre 2022

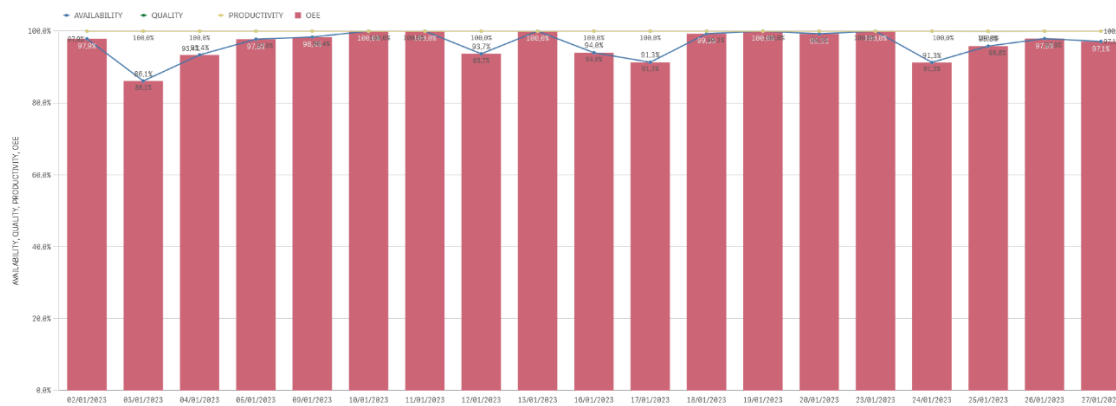


Fig. 6.6 – OEE giornaliero del trattamento termico nel mese di gennaio 2023

6.3 RAGGIUNGIMENTO DEGLI OBIETTIVI

Non bisogna dimenticare che tutti gli interventi svolti sono stati attuati per consentire alla risorsa di raggiungere i target mensili prefissati di produzione, cosa che prima non avveniva quasi mai. Sempre nel mese di

gennaio, come conseguenza dell'aumento di disponibilità del forno, anche questo obiettivo è stato raggiunto, poiché per la prima volta dopo la riorganizzazione dei turni di lavoro il forno ha soddisfatto il target di pezzi medi giornalieri, posizionato a quota 2900.



Fig. 6.7 – Indicatore dei pezzi giornalieri lavorati

L'importante aumento della capacità produttiva del forno è evidente in *Figura 6.8*, con la rappresentazione tramite istogramma dei pezzi giornalieri trattati. Tale schermata fa comprendere come sia necessario contrastare la bassa produttività dei lunedì di ripartenza dopo la fermata del fine settimana, nei quali un turno intero viene sostanzialmente perso; per fare ciò si è dovuto incrementare notevolmente la capacità produttiva del forno nei giorni a piena attività, nei quali si vede come il numero di pezzi trattati sia ampiamente superiore alla media richiesta dai target, con picchi di oltre 3500 ruote al giorno.



Fig. 6.8 – Istogramma dei pezzi prodotti ogni giorno nel mese di gennaio 2023

6.4 IL RISPARMIO DI ENERGIA

Durante i tentativi di applicazione di rampe sempre più ripide alle temperature del forno per le fermate, l'andamento dei consumi di energia è stato monitorato e tradotto in risparmio effettivo in termini di denaro, come presentato dagli energy report mensili redatti dall'energy manager dello stabilimento.

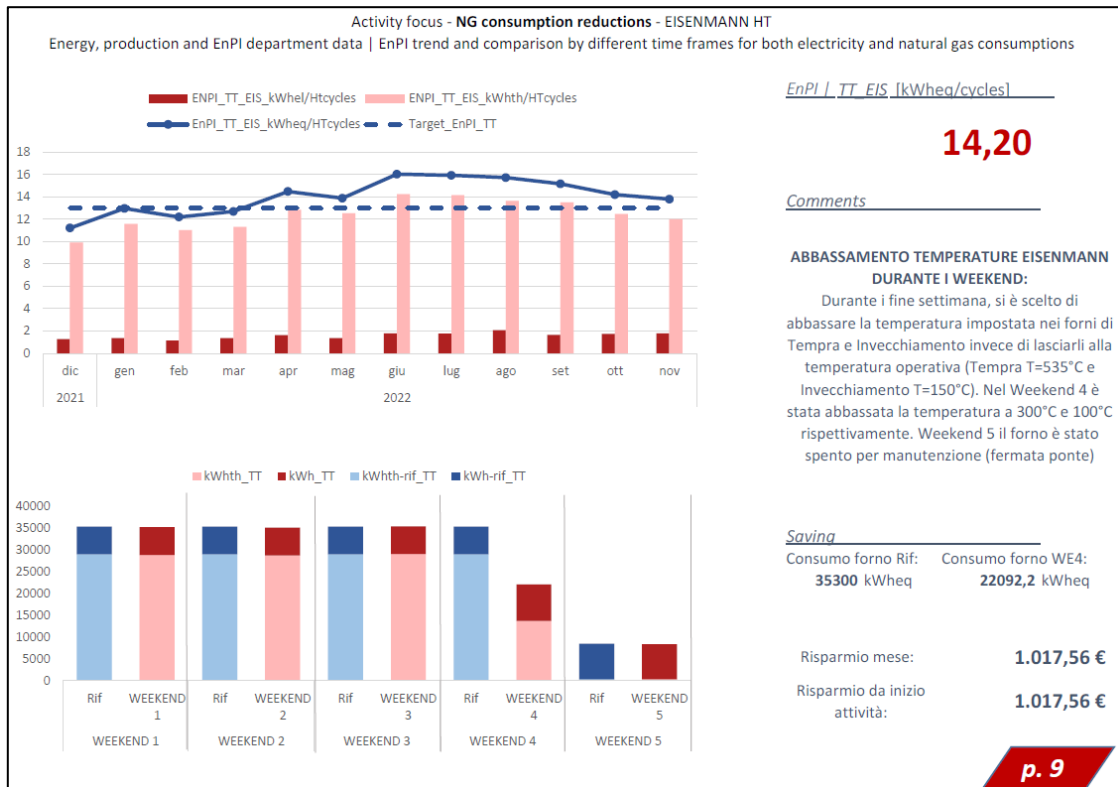


Fig. 6.9 – Energy report di ottobre 2022

Sebbene il primo tentativo fosse molto conservativo e con set point di temperature piuttosto alte, il risparmio è stato di oltre mille euro, con una diminuzione dei kilowattora consumati già ampiamente visibile nel grafico in figura 6.9; il weekend interessato dal tentativo in questione è il numero 4.

La maggior parte dei tentativi è stato effettuato e registrato nel mese di novembre, con temperature sempre decrescenti che hanno portato risultati ancora migliori.

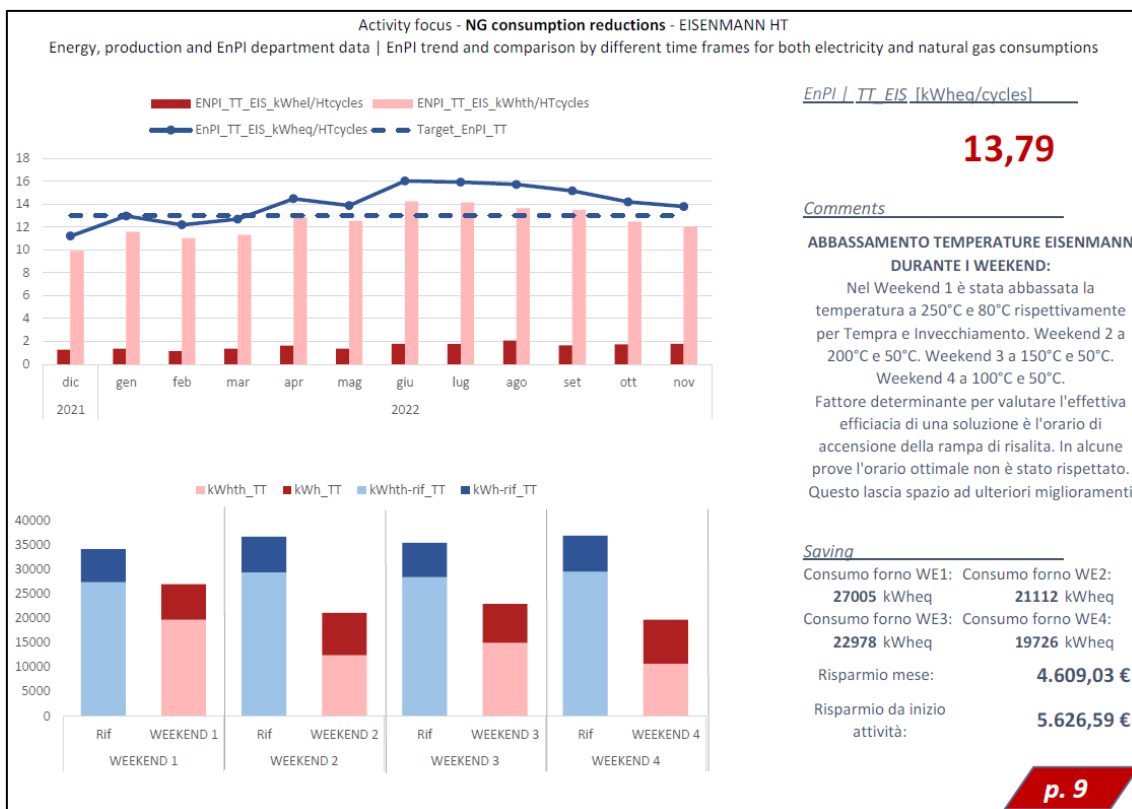


Fig. 6.10 – Energy report novembre 2022

Salvo una piccola anomalia nel weekend 3 del mese, dove i consumi sono stati leggermente maggiori rispetto al precedente nonostante le temperature più basse, la tendenza è evidente; in quel caso specifico c'era stato un rialzo del set point dei bruciatori ai livelli di servizio troppo anticipato rispetto a quanto indicato e raccomandato per minimizzare il consumo di gas.

Il mese di dicembre è stato quello che ha visto eseguire l'ultimo test sui consumi del forno, nel quale si è cercato di spingersi un po' più in alto con i set point dei bruciatori della tempra, a 120°C (più o meno a metà tra i due tentativi precedenti). Questo poiché si è cercato di tenere le temperature più alte possibili a parità di consumi, in modo da evitare il rischio di un blocco dei bruciatori causato da una prolungata inattività; tale inconveniente, verificatosi in altre occasioni nel passato, comporterebbe una perdita di tempo produttivo importante, causando un danno superiore al beneficio del risparmio di energia. Il risultato del tentativo non è stato ottimale, poiché il consumo verificatosi è stato

superiore al weekend precedente, quindi si è deciso di prendere come standard il set point per la tempra di 100°C.

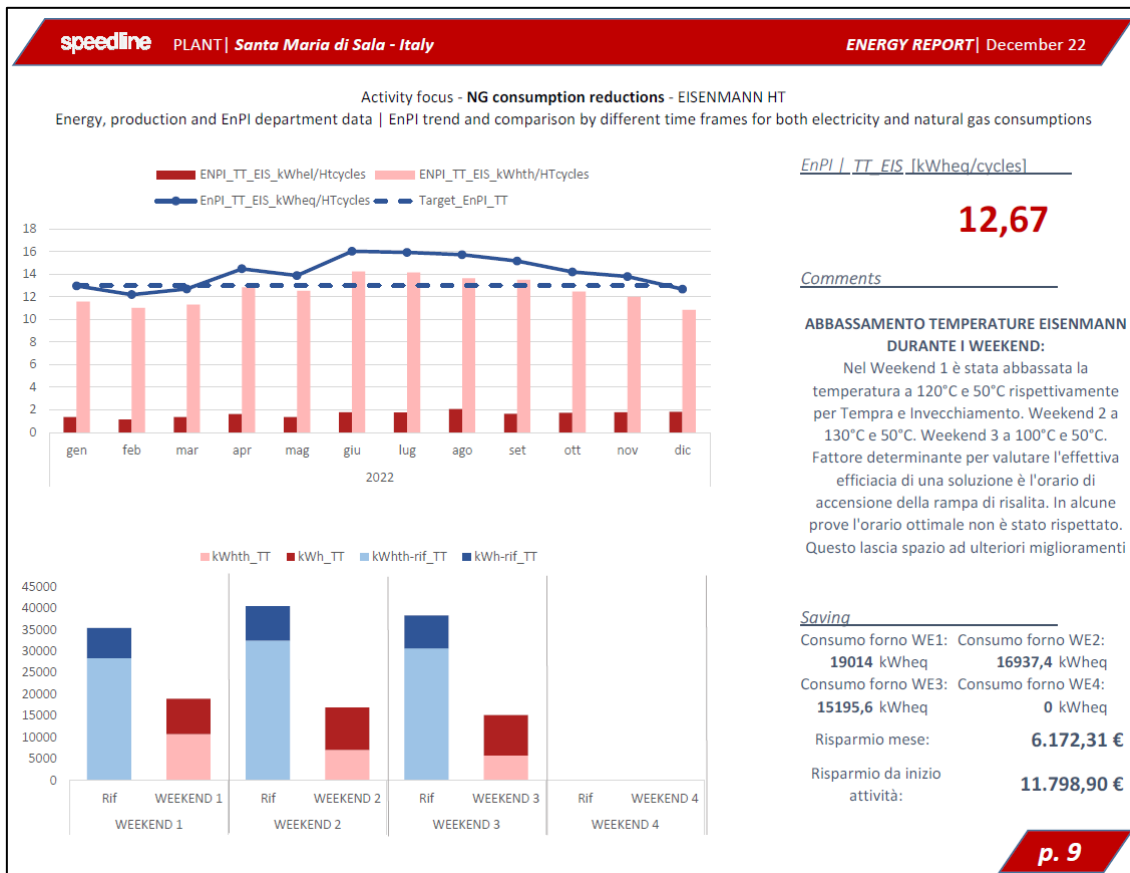


Fig. 6.11 – Energy report dicembre 2022

Come si può apprezzare dagli istogrammi in basso a sinistra, rappresentativi dei consumi totali attuali (nelle tonalità del rosso) confrontati con quelli di riferimento dell'anno precedente (nelle tonalità del blu), la differenza tra il primo fine settimana con tempra a 120°C e i due seguenti a 100°C seppur minima c'è; la cosa che più è evidente e significativa, tuttavia, è la differenza di consumi tra le due annualità nell'arco dell'intero fine settimana, con numeri più che dimezzati ed un risparmio quantificabile in circa 2000€ ciascuno.

L'altro elemento del report che certifica la bontà e l'efficacia del lavoro svolto è il grafico in alto a sinistra di Figura 6.11, dove si vede che il cumulativo dei consumi del forno è ritornato nel mese di dicembre sotto al target ottimale per la prima volta da marzo del medesimo anno; è evidente come l'ottimizzazione apportata sia stata fondamentale per

combattere e bilanciare l'aumento incontrollato dei prezzi dell'energia, ed abbia reso più efficiente la gestione di una risorsa che di per sé è molto dispendiosa.

Nel mese di gennaio (Figura 6.12), dedicato all'affinamento di tutte le buone pratiche messe in atto ed al monitoraggio del consumo una volta stabilizzato il tutto, vengono confermate tutte le conseguenze positive che l'intervento aveva mostrato già in corso d'opera; i livelli di consumo di gas si sono mantenuti sui livelli di dicembre e leggermente sotto il target.

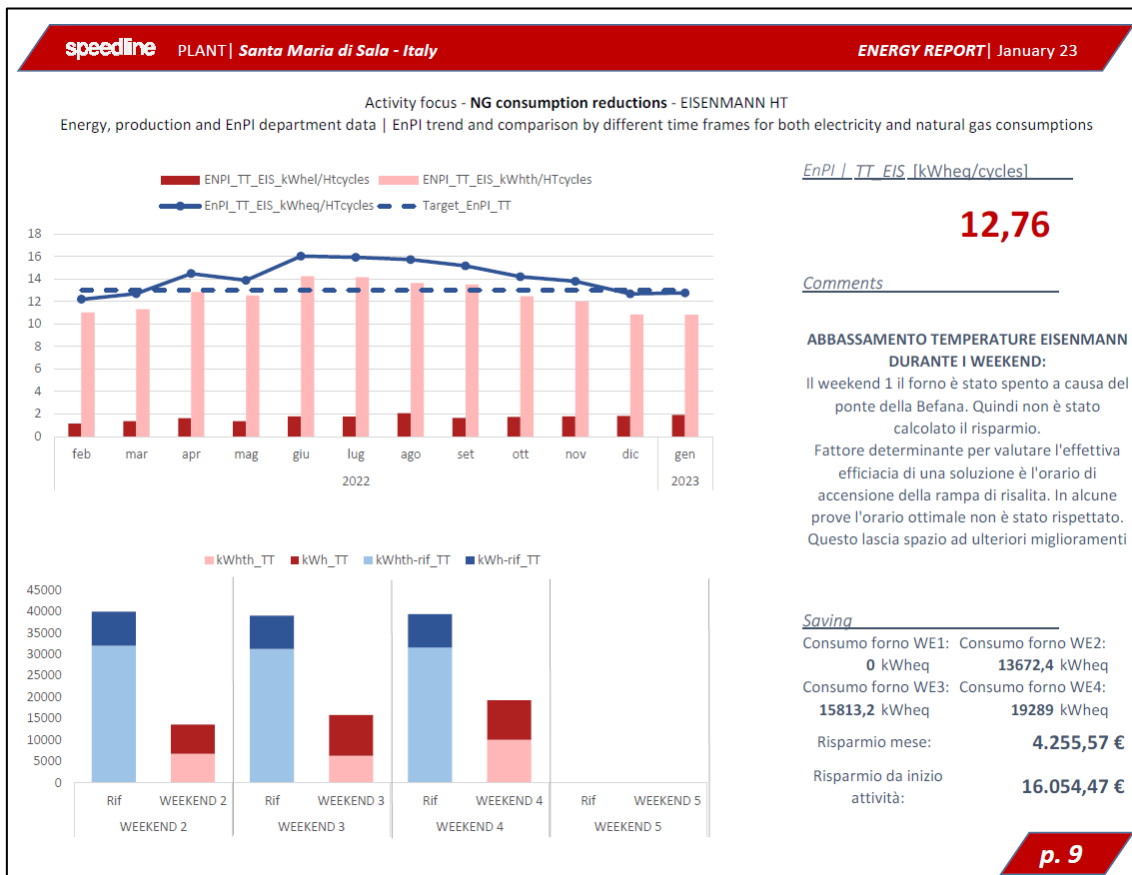


Fig. 6.12 – Energy report gennaio 2023

Sempre dagli Energy Report mensili si vede come, nel computo totale del consumo di gas della fabbrica, la percentuale dedicata al trattamento termico sia calato progressivamente con il passare dei mesi, man mano che sono stati effettuati i tentativi con temperature di stazionamento sempre minori e si sono limati tutti gli sprechi.

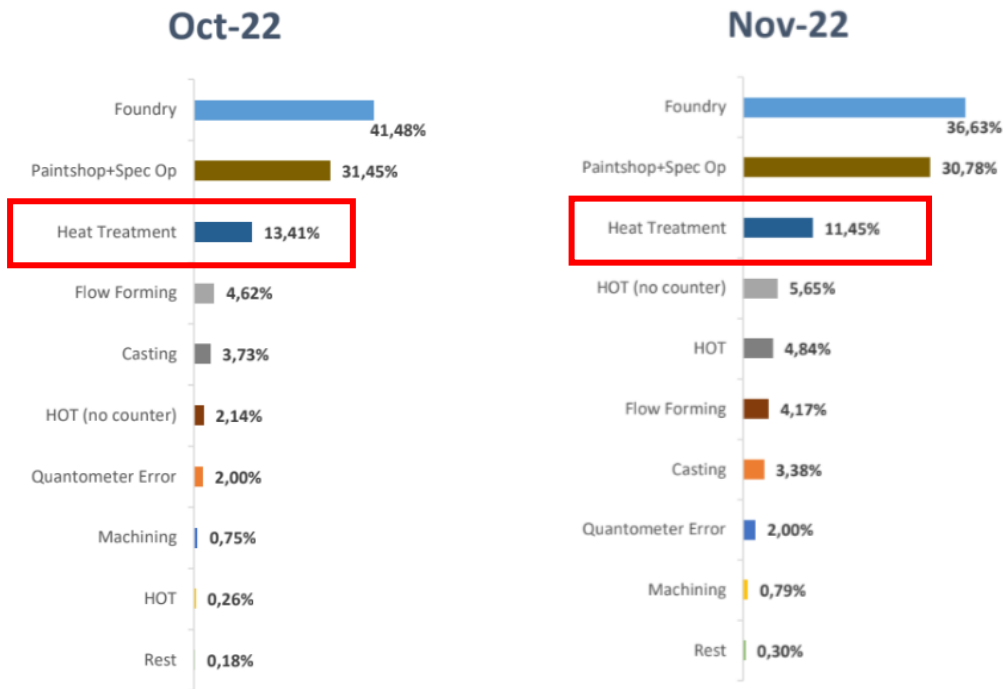


Fig. 6.12 – Suddivisione percentuale del consumo di gas di ottobre e novembre 2022

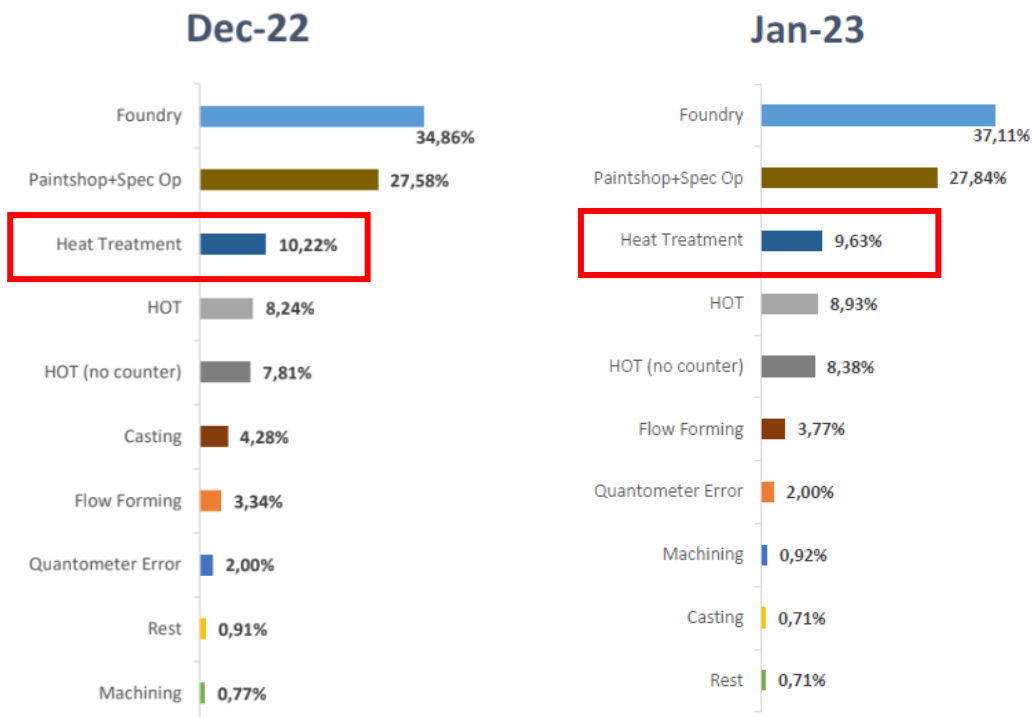


Fig. 6.13 - Suddivisione percentuale del consumo di gas di dicembre e gennaio 2022

6.5 CHIUSURA DEL PROGETTO

Il raggiungimento dell'obiettivo che era stato prefissato all'inizio del progetto consente di compilare anche l'ultima sezione del foglio A3, dedicata alla testimonianza dei risultati ottenuti ed al monitoraggio del mantenimento degli stessi nel tempo. Dal momento che tutte le attività aperte sono state chiuse entro i limiti di tempo preventivati, si può considerare il progetto concluso con successo, riportando i KPI fondamentali che ne attestano la bontà e relativi grafici; il supporto e monitoraggio del miglioramento è garantito invece dalla materiale operativo prodotto (istruzioni di lavoro, checklist da compilare, software migliorato). Viene riportato in *Figura 6.14* il foglio A3 completato al termine del progetto, che racchiude tutte le informazioni fondamentali per tenere traccia di tutti i passaggi.

CPI A3 - Miglioramento Capacità ed Efficienza del Trattamento Termico

1. Background / Problem Statement / Schedule

Problem Statement: Il trattamento termico delle ruote provenienti da flowforming e fonderia ciclicamente è il collo di bottiglia dello stabilimento, spesso non raggiunge i target di produzione stabiliti ed è estremamente energivoro

Project Scope: massimizzare lo sfruttamento della capacità del forno Eisenmann di trattamento termico e renderne più efficiente la gestione sotto tutti i punti di vista

Current situation	Mese	SET	OTT	NOV	DIC	GEN	FEB
What is the current Situation of the Process	2600 pz/fgg						
gap	300 pz/fgg						
Ideal situation	2900 pz/fgg						

What is the ideal situation

2. Objectives / Customer oriented Target/ benefits

OBIETTIVI:

- AUMENTARE LE RUOTE TRATTATE QUOTIDIANAMENTE
- AUMENTARE LA DISPONIBILITA' DEL FORNO
- DIMINUIRE QUANDO POSSIBILE IL CONSUMO DI ENERGIA

3. Problem Break Down

OUTPUT = C x Tp x D x P x Q

CAPACITA': IL FORNO VA GIA' ALLA MASSIMA TEMPERATURA, E TUTTI I PARAMETRI SONO AI MASSIMI CONSENTITI

TEMPO PIANIFICATO: SU 21 TURNI SETTIMANALI POSSIBILI, NE SONO DISPONIBILI SOLO 15

DISPONIBILITA': NON OTTIMALE, GUASTI, MICROFERMATE E INTERVENTI MANUTENTIVI VARI DIMINUISCONO IL TEMPO PRODUTTIVO

QUALITA': GIA' PROSSIMA AL 100%

PRODUTTIVITA': NON OTTIMALE, NON VIENE SEMPRE SATURATA LA CESTA DI CARICAMENTO RUOTE NEL FORNO DI TRATTAMENTO

4. Root Cause Analysis

Site: W11
Project Owner: Stevanato Marco
Project Leader: Stevanato Marco
Team: Stevanato Marco, Favaro Marco, Civin Stefano, Menegazzi Marco

Overall time committed
Project start: 05-SET-2022
Project end: 28-FEB-2022

Current situation

Problem Statement: Il sistema di carico del forno non ha nessuna logica/criterio di ottimizzazione

MACHINE

MATERIAL

METHOD

ENVIRONMENT

MEASURE

SCARSA SATURAZIONE TRATTAMENTO TERMICO

Il forno consuma molta energia e non c'è nessun piano dopo il cambio turazione

Il lettore di barcode non rileva alcune ceste, mandandole in ritrattamento automatico

La variabilità della domanda non consente di avere sempre ruote pronte da trattare

La pianificazione delle macchine FF non favorisce la saturazione delle ceste

Si verificano microfermate con cause ripetitive ed irrisolte

I manutentori interni non sono in grado di effettuare le preventive in autonomia

5.6. Counter Measures/ Action Plan

#	Countermeasure	Resp	Due date	Status
1	MANUTENZIONE PREVENTIVA NEL TEMPO NON PIANIFICATO	Menegazzi M. Stevanato M.	31/12/2022	D
2	INTERVENTI MIGLIORATIVI SUL SOFTWARE DEL FORNO	Stevanato M. Favaro M.	15/01/2023	A
3	ELIMINAZIONE ERRORI DI LETTURA TARGHETTE	Stevanato M. Favaro M.	28/02/2023	D
4	RISPARMIO ENERGETICO DURANTE IL FINE SETTIMANA	Stevanato M. Civin S.	28/02/2023	A

7. Evaluation Project Results

8. Standardization Processes

Fig. 6.14 – Foglio A3 completato del progetto

CONCLUSIONI

In questo elaborato di tesi è stato esposto il lavoro prodotto nell'ambito di un progetto di tirocinio curricolare svolto presso l'azienda automotive Speedline S.r.l. (parte del gruppo Ronal AG), produttrice di ruote in lega di alluminio di alta gamma. Lo scopo del progetto era quello di migliorare e potenziare il flusso produttivo, in modo da riuscire a raggiungere il target prefissato di pezzi prodotti ed evasi ogni mese. Dopo un'attenta analisi del contesto è emerso che, in seguito al cambio di organizzazione della turnistica avvenuto in estate a causa della diminuzione dei volumi produttivi, il collo di bottiglia della produzione (cioè la risorsa più lenta e che condiziona l'intero processo) era rappresentato dal forno di trattamento termico delle ruote. Una volta deciso di intervenire sulla risorsa, secondo lo schema previsto dal reparto C.P.I. aziendale (*Continuous Process Improvement*, miglioramento continuo di processo) si è valutato quale tipo di progetto fosse più adatto alla situazione; la scelta è ricaduta sul metodo A3 Kaizen, noto per riuscire a racchiudere al suo interno in un'unica facciata tutte le informazioni essenziali e la sintesi delle fasi di un'attività.

La prima fase del progetto è stata spesa nell'osservazione della situazione corrente, detta "As-Is", e si è riportata una fotografia attuale dei vari aspetti di funzionamento della risorsa. A questo punto si è svolta una riunione di inizio del progetto, con una sessione creativa di generazione di idee che ha coinvolto molteplici enti aziendali, tra cui i vertici di stabilimento; tutte le idee emerse sono state accolte, discusse, valutate e priorizzate sulla base dell'importanza potenziale del miglioramento ottenibile e della fattibilità nel metterle in pratica.

Nella seconda fase del progetto si è passati alla realizzazione delle idee con la combinazione migliore tra importanza e fattibilità, le quali erano state valutate singolarmente in modo qualitativo e concordato tra tutti gli enti coinvolti nel progetto e nelle decisioni da prendere. Sono state privilegiate, per quanto possibile, le attività a basso impatto economico e con un beneficio anche minimo ma certo o comunque stimato in modo affidabile. Successivamente, per riuscire a guadagnare la quantità di ruote

lavorate necessaria a raggiungere l'obiettivo prefissato, si è passati anche ad attività che hanno comportato un investimento economico, come ad esempio l'intervento in collaborazione con un'azienda esterna di software ed automazione per entrare nel programma che governa le logiche di funzionamento e gli automatismi della risorsa. Quest'attività ha portato alla correzione di alcune inesattezze presenti nel programma e all'ottimizzazione di alcuni parametri, variazioni sufficienti per incrementare sensibilmente la capacità di caricamento del forno che si è tradotto in un numero visibilmente più elevato di ruote trattate al giorno.

Durante lo sviluppo del progetto, complici gli eventi esterni capitati negli ultimi tempi (emergenza COVID, conflitto in Russia e Ucraina...), i prezzi delle principali fonti di energia, elettricità e gas su tutti, sono aumentati esponenzialmente, diventando un serio problema per la gestione della fabbrica e rendendo estremamente onerosa la produzione. Si è aggiunta quindi alle attività già pianificate per l'aumento della capacità, anche uno studio per ridurre i consumi di energia del forno di trattamento termico il più possibile; si è presto capito che da questo punto di vista l'unica fase che poteva essere gestita meglio era quella del fine settimana, dove il forno veniva semplicemente lasciato acceso con le porte chiuse alle temperature di esercizio. Dopo una serie di studi e tentativi effettuati, si è arrivati a definire una nuova procedura resa standard di abbassamento e innalzamento delle temperature nei vari momenti del fine settimana, con dei set point impostati ad hoc per far sì che le rampe siano più graduali possibile e minimizzare il gas consumato dai bruciatori. Anche questa attività è stata portata a termine con successo, riuscendo a risparmiare in media circa duemila euro ogni fine settimana standard.

Gli interventi fatti dal punto di vista della capacità e della disponibilità del forno hanno portato gli effetti sperati, con il mese di gennaio che ha visto il raggiungimento dei target produttivi pianificati e sperati per la prima volta dal cambio di turnistica che tanto era stato penalizzante per il trattamento termico.

Il fatto che l'obiettivo iniziale sia stato raggiunto, e che quindi il progetto si sia concluso con lo svolgimento delle sole attività selezionate, lascia comunque spazio a possibili sviluppi futuri; se un domani il trattamento

termico dovesse trovarsi nuovamente nella situazione di collo di bottiglia, magari a seguito di un aumento dei volumi produttivi o ulteriori revisioni dell'orario lavorativo, potrebbero essere implementate le soluzioni che in questa sede sono state considerate troppo onerose, poco fattibili o non sufficientemente impattanti, tra le quali ricordiamo un ipotetico buffer al carico, un sistema di rilevazione e selezione intelligente nel discensore automatico, o ancora una revisione delle strategie di pianificazione della produzione orientata alla saturazione della risorsa.

BIBLIOGRAFIA

- De Toni A. F., Panizzolo R., 2008, "Sistemi di Gestione della Produzione", ISEDI
- Ford H., 1922, "My Life and Work", Garden City, N.Y., Doubleday, Page & company
- Ohno T., 1988, Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production, Productivity Press
- Panizzolo R., 2022, Slide del corso di "Organizzazione della Produzione e dei Sistemi Logistici"
- Shingo S., 1985, "A Revolution in Manufacturing: The SMED System", Taylor & Francis Group
- Shook J., 2017, "Managing to Learn: Problem solving, consenso e leadership basati sul metodo A3", pag.117, Istituto Lean Management
- <https://www.campanaforni.it/>
- <https://www.factoryreproductions.com/it/>
- <https://www.ronalgroup.com/it/>