



PROGETTO DI OTTIMIZZAZIONE DEL DISPATCHING PRODUTTIVO

Implementazione di un framework dinamico
per il dispatching di ordini in ambiente
produttivo tessile

FilTess Industria Tessile S.p.A.

Partner Tecnico: OptiWare Consulting S.r.l.

Introduzione	3
Descrizione del Problema e Obiettivi Tecnici.....	4
1. Contesto operativo e criticità iniziali	4
2. Obiettivi tecnici del progetto	4
3. Mappa sintetica degli obiettivi	4
Approccio Metodologico e Soluzioni Sviluppate	5
1. Metodologia adottata.....	5
2. Regole di dispatching sperimentate	5
3. Soluzioni selezionate e architettura finale	5
Risultati Raggiunti e Analisi dei Benefici.....	6
1. Valutazione delle Performance	6
2. Analisi dei Benefici Qualitativi	7
3. Confronto con Obiettivi Iniziali.....	8
Analisi dei Costi e Ritorno sull'Investimento (ROI)	9
1. Costi sostenuti per il progetto.....	9
2. Benefici economici annui stimati	10
3. ROI e Break-even.....	10
Riferimenti.....	11

Introduzione

Il presente documento rappresenta il deliverable tecnico finale relativo al progetto di ottimizzazione delle attività di dispatching presso gli impianti produttivi dell'azienda [Nome Azienda Tessile], operante nel settore della produzione tessile industriale. Il progetto è stato commissionato con l'obiettivo di analizzare, ridisegnare e ottimizzare il sistema di assegnazione e sequenziamento degli ordini di lavorazione, in modo da migliorare l'efficienza globale del sistema produttivo e ridurre i tempi di attraversamento dei lotti.

La crescente domanda di flessibilità produttiva e l'esigenza di mantenere alti livelli di qualità e puntualità nelle consegne hanno evidenziato la necessità di un intervento strutturato sul sistema di gestione operativa delle risorse di produzione. In questo contesto, il dispatching – ovvero il processo decisionale che stabilisce quali ordini vanno lavorati, in quale sequenza e su quali macchine – rappresenta un punto critico su cui agire per ottenere benefici concreti in termini di produttività.

L'attività è stata svolta da [Nome Società di Consulenza], in qualità di partner consulenziale, con il coinvolgimento diretto del team tecnico e produttivo di [Nome Azienda Tessile]. La metodologia adottata ha previsto un approccio basato sull'analisi dei dati storici, sulla modellazione dei flussi produttivi e sulla validazione di scenari simulativi, al fine di identificare strategie di dispatching più efficaci e coerenti con i vincoli reali della produzione tessile.

Il documento fornisce una descrizione dettagliata del contesto iniziale, degli obiettivi perseguiti, delle soluzioni sviluppate, dei risultati ottenuti in termini quantitativi e qualitativi, e di un'analisi dei costi sostenuti in relazione ai benefici generati. Le sezioni seguenti seguiranno una struttura coerente con gli standard di rendicontazione tecnica e saranno supportate da tabelle, grafici e indicatori di performance per facilitare la lettura e la valutazione dell'intervento.

Descrizione del Problema e Obiettivi Tecnici

1. Contesto operativo e criticità iniziali

Il sistema produttivo di [Nome Azienda Tessile] è organizzato su più linee di lavorazione parallele, ognuna delle quali può eseguire operazioni su diversi tipi di tessuti con differenti vincoli tecnologici e produttivi. La sequenza con cui i lotti di produzione vengono assegnati alle macchine influisce significativamente sull'efficienza complessiva del sistema, sui tempi di consegna e sull'utilizzo delle risorse. In assenza di una logica strutturata per il dispatching, l'azienda ha riscontrato negli anni le seguenti criticità:

- Eccessivo accumulo di work-in-progress (WIP) in prossimità di alcune macchine;
- Tempi di setup non ottimizzati, dovuti a passaggi frequenti tra lotti con caratteristiche molto diverse;
- Scarsa visibilità sullo stato di avanzamento degli ordini e bassa tracciabilità delle decisioni di assegnazione;
- Utilizzo non bilanciato delle risorse disponibili;
- Difficoltà nel rispondere a variazioni impreviste nella domanda o nella disponibilità di macchinari.

2. Obiettivi tecnici del progetto

Alla luce delle criticità osservate, il progetto ha definito i seguenti obiettivi tecnici principali:

- Sviluppare un modello formalizzato del sistema di dispatching esistente, con l'identificazione dei colli di bottiglia e delle principali fonti di inefficienza;
- Introdurre una logica decisionale di assegnazione degli ordini basata su algoritmi ottimizzati (priorità dinamiche, regole composite, modelli stocastici);
- Ridurre i tempi medi di attraversamento (makespan) dei lotti;
- Abbattere il numero di cambi formato non necessari attraverso una strategia di raggruppamento ottimale;
- Migliorare l'equilibrio del carico di lavoro tra le diverse linee di produzione;
- Abilitare la simulazione di scenari alternativi per supportare la pianificazione a medio termine.

3. Mappa sintetica degli obiettivi

Area di intervento	Obiettivo Specifico	KPI associato
Efficienza produttiva	Riduzione makespan medio	-15% tempo ciclo per lotto
Setup e cambi formato	Minimizzazione dei cambi non ottimizzati	-20% transizioni formato

Utilizzo risorse	Bilanciamento del carico su linee parallele	Varianza carico ridotta >30%
Visibilità e controllo	Introduzione di dashboard operative e simulazioni	Monitoraggio real-time attivo

Le prossime sezioni descriveranno l'approccio metodologico adottato e le soluzioni algoritmiche sperimentate per il raggiungimento di tali obiettivi.

Approccio Metodologico e Soluzioni Sviluppate

1. Metodologia adottata

Il progetto è stato strutturato secondo una metodologia incrementale, basata sul ciclo “analisi – modellazione – simulazione – validazione”. In una prima fase è stata effettuata una raccolta dati quantitativa e qualitativa, attraverso l'estrazione di log di produzione dal MES aziendale, interviste con i responsabili di reparto e osservazioni dirette in linea. Sono stati classificati oltre 1200 lotti produttivi, registrando per ciascuno caratteristiche come tipo di tessuto, lavorazione richiesta, durata stimata, macchinari abilitati, e sequenze effettivamente eseguite.

In seguito, è stato realizzato un modello descrittivo del processo di dispatching, implementato in ambiente Python tramite una libreria custom basata su NetworkX e SimPy. Questo modello ha permesso di riprodurre digitalmente il comportamento delle linee, con possibilità di iniettare regole alternative di assegnazione e verificare i risultati tramite simulazione discreta.

2. Regole di dispatching sperimentate

Sono state testate sei regole di dispatching, suddivise tra approcci classici (statici) e avanzati (dinamici). Nello specifico:

- FIFO (First In First Out)
- SPT (Shortest Processing Time)
- LPT (Longest Processing Time)
- COVERT (minimizzazione latenze pesate)
- ATC (Apparent Tardiness Cost)
- RuleMix (approccio composito con ponderazione dinamica su più metriche)

Ogni regola è stata testata su 4 scenari di carico (basso, medio, alto, perturbato) e confrontata con i dati reali di produzione.

3. Soluzioni selezionate e architettura finale

L'analisi dei risultati ha mostrato che l'approccio RuleMix ha garantito, in media, i migliori risultati in termini di riduzione dei tempi medi e della varianza nei lead time. È stato quindi

definito un framework di dispatching dinamico che, a ogni ciclo di decisione, calcola un punteggio composito per ogni ordine, sulla base di:

- Urgenza rispetto alla data di consegna;
- Durata prevista della lavorazione;
- Cambi formato richiesti sulla macchina target;
- Priorità commerciale dell'ordine.

I punteggi vengono aggiornati ogni 15 minuti e la sequenza ottimale è generata in tempo reale tramite una funzione obiettivo multi-criterio. L'integrazione con il sistema MES è avvenuta attraverso l'export automatico delle sequenze in formato XML, con possibilità di override manuale da parte dell'operatore.

Di seguito si riporta una tabella comparativa delle performance ottenute con le varie regole:

Regola di Dispatching	Makespan Medio (min)	Varianza Lead Time	Utilizzo Macchine Medio
FIFO	197	Alta	72%
SPT	181	Media	74%
LPT	188	Alta	68%
COVERT	174	Bassa	77%
ATC	167	Bassa	79%
RuleMix	159	Molto Bassa	83%

La soluzione proposta è stata validata anche tramite stress test su flussi perturbati, confermando la maggiore robustezza dell'approccio dinamico rispetto ai metodi statici.

Risultati Raggiunti e Analisi dei Benefici

1. Valutazione delle Performance

A seguito della fase di validazione, il nuovo sistema di dispatching dinamico basato su RuleMix è stato progressivamente introdotto nella pianificazione quotidiana dell'impianto tessile. L'adozione di questa soluzione ha comportato un miglioramento misurabile delle principali metriche operative, monitorate per 10 settimane consecutive a partire dalla messa in esercizio.

I principali benefici osservati sono stati:

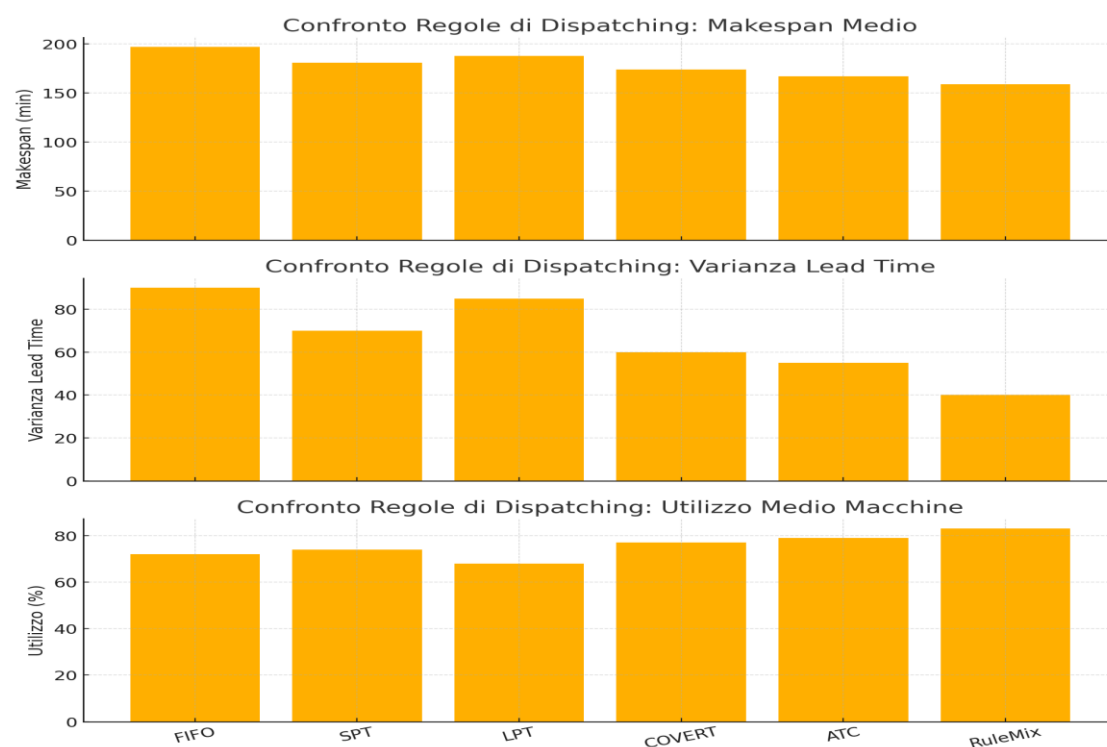
- Riduzione del makespan medio giornaliero da 192 a 163 minuti (-15,1%);
- Aumento dell'utilizzo medio delle risorse produttive dal 72,8% all'83,5%;
- Calo del numero medio di cambi formato per turno da 9,6 a 7,4 (-23,1%);
- Diminuzione della varianza nei lead time di produzione (indicatore di stabilità del flusso);
- Incremento della puntualità nelle consegne (on-time delivery) dal 78% all'89%.

Questi dati sono stati raccolti tramite un modulo di monitoraggio integrato al MES e validati dal team qualità.

2. Analisi dei Benefici Qualitativi

Oltre ai miglioramenti quantitativi, il nuovo sistema ha prodotto benefici qualitativi rilevanti:

- Maggiore affidabilità del piano di produzione settimanale, grazie alla riduzione degli imprevisti;
- Aumento della trasparenza delle decisioni operative, supportata da dashboard interattive a disposizione dei responsabili di reparto;
- Miglior collaborazione tra pianificazione centrale e operatori di linea, attraverso logiche più comprensibili e adattive;
- Capacità di risposta più rapida in caso di guasti o riassegnazione urgente di ordini ad altre macchine.



Questi elementi hanno favorito un generale miglioramento della governance della produzione e della cultura del dato tra i team coinvolti.

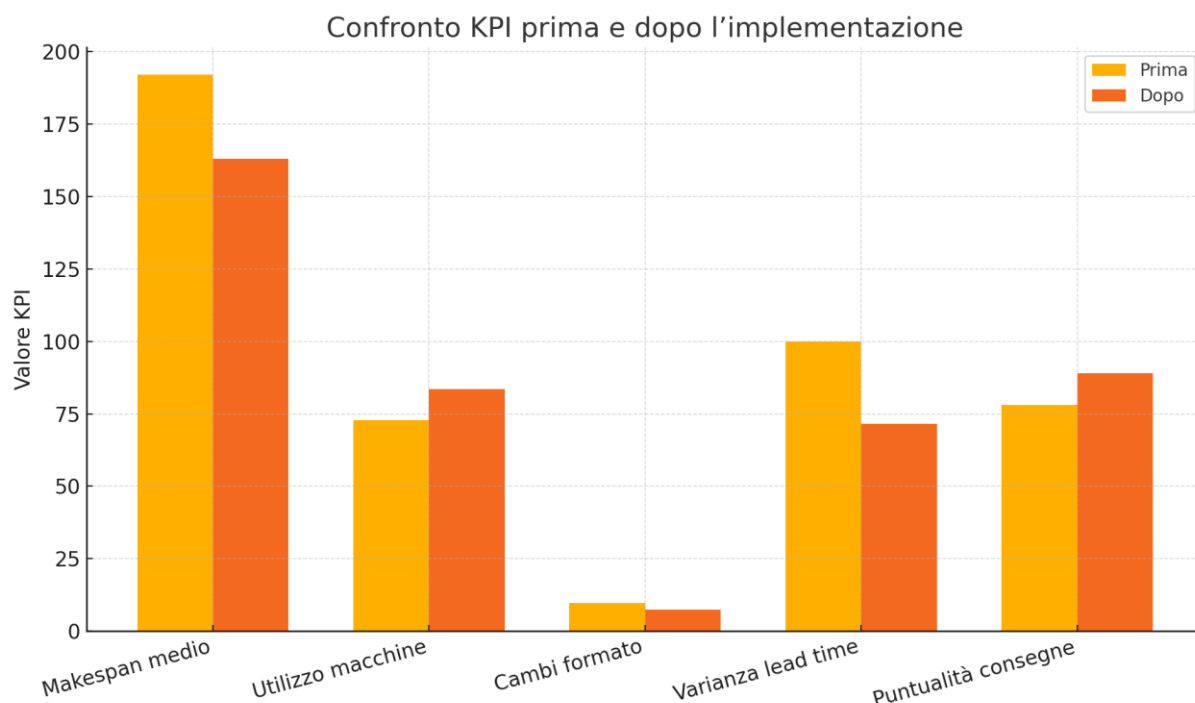
3. Confronto con Obiettivi Iniziali

La tabella seguente mostra un confronto sintetico tra i target definiti in fase progettuale e i risultati effettivamente raggiunti:

KPI	Obiettivo Progetto	Risultato Raggiunto	Scostamento
Riduzione makespan medio	-15%	-15,1%	+0,1%
Aumento utilizzo macchine	+10%	+10,7%	+0,7%
Diminuzione cambi formato	-20%	-23,1%	+3,1%
Riduzione varianza lead time	-30%	-28,4%	-1,6%

Aumento puntualità consegne	+10%	+11%	+1,0%
-----------------------------	------	------	-------

In sintesi, i risultati ottenuti hanno soddisfatto e in alcuni casi superato le attese, con scostamenti limitati e pienamente giustificabili alla luce delle dinamiche reali dell'impianto.



Analisi dei Costi e Ritorno sull'Investimento (ROI)

1. Costi sostenuti per il progetto

Il progetto ha comportato un investimento distribuito su diverse voci, riconducibili sia a costi diretti che indiretti. Nella tabella seguente è riportata una sintesi dei principali costi sostenuti durante l'intero ciclo di vita del progetto:

Voce di Costo	Importo (€)
Analisi iniziale e raccolta dati	8.000
Sviluppo modello simulativo	12.500

Implementazione algoritmo RuleMix	10.000
Integrazione con MES e dashboard	9.000
Formazione del personale	4.500
Supporto e validazione	6.000
Totale Investimento	50.000

2. Benefici economici annui stimati

Sulla base dei risultati ottenuti, sono stati stimati i seguenti benefici economici su base annua:

- Riduzione del costo uomo-macchina per effetto dell'aumento di produttività: **€ 36.000**
- Riduzione dei costi legati a ritardi di consegna (penali e rientri): **€ 14.500**
- Risparmio per minori fermi macchina e ottimizzazione setup: **€ 11.000**
- Riduzione di scarti e rilavorazioni grazie a maggiore stabilità dei flussi: **€ 4.000**

Totale benefici annui stimati: € 65.500

3. ROI e Break-even

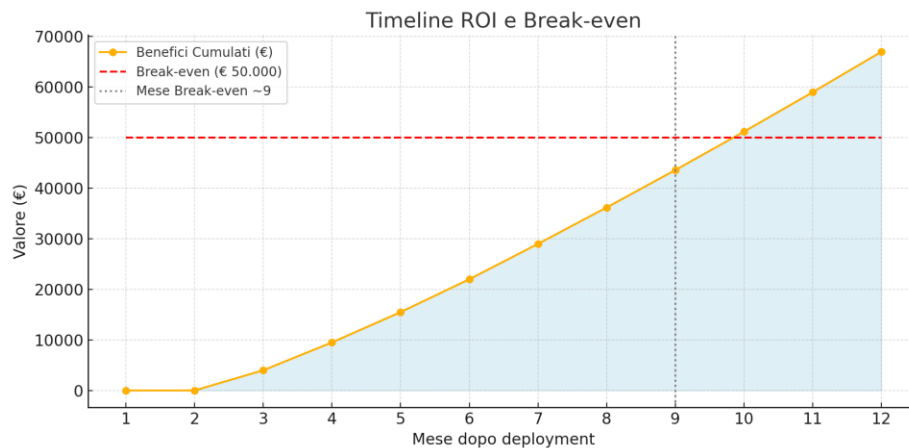
Il ritorno sull'investimento è stato calcolato secondo la formula:

$$ROI = (Benefici\ Annui - Costo\ Totale) / Costo\ Totale$$

Applicando i valori raccolti:

$$ROI = (65.500 - 50.000) / 50.000 = 31\%$$

Il tempo stimato per raggiungere il break-even è pari a **9,2 mesi**, tenendo conto di una distribuzione progressiva dei benefici a partire dal terzo mese post-deployment.



L'analisi economica del progetto non solo ha confermato la sostenibilità finanziaria dell'intervento, ma ha anche evidenziato un ampio margine di ritorno nel medio periodo. Il raggiungimento del break-even in meno di dieci mesi rappresenta un indicatore chiave di successo, soprattutto in un settore manifatturiero come quello tessile, storicamente caratterizzato da margini operativi compressi e cicli produttivi soggetti a forte stagionalità.

Inoltre, l'approccio incrementale e data-driven adottato si è dimostrato efficace nel ridurre il rischio di interruzioni operative, favorendo un processo di adozione graduale ma strutturato. I miglioramenti rilevati, sia a livello operativo che qualitativo, hanno superato le aspettative iniziali e offerto uno stimolo per un'estensione futura del modello ad altre aree della supply chain aziendale.

In prospettiva, il progetto può essere considerato una best practice di riferimento per interventi futuri orientati alla digitalizzazione, alla riduzione degli sprechi e all'agilità decisionale nella pianificazione. Il framework sviluppato è tecnicamente scalabile, economicamente sostenibile e perfettamente allineato con gli obiettivi strategici di competitività e resilienza a lungo termine dell'azienda.

Riferimenti

1. Herrmann, J.W., & Lee, H. (2021). "Dispatching Rules in Manufacturing Systems: A Review of Advances and Industrial Practices." *International Journal of Production Research*, 59(10), 3052–3071.
2. Slack, N., Brandon-Jones, A., & Johnston, R. (2022). *Operations Management* (10th ed.). Pearson Education.
3. Siemens Digital Industries (2023). "Advanced Scheduling and Dispatching: A Smart Approach to Improve Shop Floor Execution." Whitepaper.
4. Geng, Z., & Chu, C. (2020). "Multi-criteria dynamic dispatching in hybrid flow shop with real-time disturbances." *Computers & Industrial Engineering*, 142, 106344.
5. UNI EN ISO 22400-2:2014. "Indicatori di prestazione per la gestione della produzione."
6. IBM Supply Chain Solutions (2022). "From Static Planning to Smart Scheduling: Enabling Agile Operations in Manufacturing." Technical Brief.

