

POLITECNICO DI TORINO

Dipartimento di Ingegneria Gestionale e della Produzione

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale



**Politecnico
di Torino**

**Applicazione dei principi della Lean
Production nel settore orafa:
un'analisi bibliografica**

Relatrice:

Anna Corinna Cagliano

Candidata:

Serena Martino

Anno Accademico 2023/2024

Indice

Introduzione	1
Capitolo 1 – Il Lean Thinking e il settore orafo	3
1.1 Le origini del pensiero Lean	3
1.2 I principali obiettivi del Lean Thinking	5
1.3 Muda, Mura, Muri	6
1.4 I principi del Lean Thinking	10
1.5 Gli elementi del pensiero del TPS	12
1.5.1 Toyota Way Philosophy	13
1.5.2 Visual Management	14
1.5.3 Stable and Standardized Processes	14
1.5.4 Heijunka	15
1.5.5 Just-In-Time	16
1.5.6 Jidoka	16
1.5.7 Waste Reduction	17
1.5.8 People & Teamwork	18
1.6 Gli Strumenti della Lean Production	19
1.6.1 Five Whys	19
1.6.2 Gemba Walk	20
1.6.3 Value Stream Mapping	20
1.6.4 5S	22
1.6.5 Kanban	24
1.6.6 Andon	26
1.6.7 Poka-Yoke	26
1.6.8 Total Productive Maintenance	27
1.6.9 Single Minute Exchange of Die (SMED)	27
1.6.10 Plan-Do-Check-Act	28
1.6.11 Lean Six Sigma	29
1.7 Il settore orafo	31
1.8 Applicazioni della Lean Production al settore orafo	34

Capitolo 2 – Analisi bibliografica e classificazione dei lavori	39
2.1 Il processo di ricerca bibliografica	40
2.2 Scelta dell'argomento di ricerca	41
2.3 Individuazione delle fonti di ricerca e definizione delle keywords	42
2.4 Criteri di screening e creazione del database bibliografico	44
2.5 Classificazione bibliografica e sintesi dei risultati	46
2.5.1 Production Processes and Workplace Improvement Practices	47
2.5.2 Defects and Gold Scraps Reduction and Quality Improvement Practices	57
2.5.3 Integration of Lean Thinking with Other Theories	66
Capitolo 3 – Analisi dei risultati	72
3.1 Trend emergenti	73
3.2 Principali strumenti e metodologie Lean utilizzate	83
3.3 Problemi e sfide affrontati	88
3.4 Riepilogo dei principali risultati dell'analisi	93
Capitolo 4 – Conclusioni	96
4.1 Benefici del lavoro di tesi	96
4.2 Limiti e sviluppi futuri	97
Bibliografia	102
Sitografia	108
Appendice A – Keywords e Research Queries	109
Appendice B – Tabella bibliografica	110

Indice delle tabelle

Tabella 1. Esportazioni in argento, oro e altri metalli preziosi. Fonte: Intesa Sanpaolo, 2023 32

Tabella 2. Le esportazioni di oreficeria italiana per mercati (milioni di € e variazione %). Fonte: Intesa Sanpaolo, 2023 33

Tabella 3. Sprechi nella produzione di gioielli. Fonte: Chandrasekaran, 2011 36

Indice delle figure

Figura 1. 7+1 Muda Fonte:Sharma and Khatri, 2021	6
Figura 2. Principi Lean Fonte: Womack and Jones, 1996	10
Figura 3. The House of Lean Fonte: Liker, 2003	12
Figura 4. Fasi della metodologia 5S Fonte: Sharma and Khatri, 2021	22
Figura 5. Indice del fatturato e della produzione del settore oreficeria e bigiotteria (medie mobili a 12 termini, 2015=100) Fonte: Intesa Sanpaolo, 2023	32
Figura 6. Fasi del processo di fusione a cera persa Fonte: [7]	35
Figura 7. Distribuzione del numero di articoli tra le macroclassi individuate	46
Figura 8. Prima e dopo l'implementazione del metodo 5S Fonte: Hill, 2003	48
Figura 9. Gerarchia di metodi alternativi selezionati per migliorare la produttività Fonte: Lukitaputri and Dachyar, 2015	50
Figura 10. Kanban Board System (sulla destra il dettaglio della Kanban Card progettata) Fonte: Rocha et al., 2018	52
Figura 11. Implementazione della metodologia 5S nella preparazione del settore materie prime Fonte: Rocha et al., 2018	52
Figura 12. Comprehensive Management Model. Fonte: Mejia-Pajuelo et al., 2020	55
Figura 13. Principali risultati derivanti dall'indagine sul livello di implementazione della Lean production nelle fonderie polacche Fonte: Janerka and Jezierski, 2013	58
Figura 14. Diagramma causa-effetto dei difetti sulle resine. Fonte: Chartmongkoljaroen et al., 2019	59
Figura 15. Current Value Stream Map Fonte: Kaspin, Khairi and Hassan, 2021	61
Figura 16. Consapevolezza delle perdite di oro durante la fase di fabbricazione Fonte: Kaspin, Khairi, Hassan, et al., 2021	63
Figura 17. Azioni intraprese per ridurre al minimo le perdite. Fonte: Kaspin, Khairi, Hassan, et al., 2021	63

Figura 18. Pratiche di gestione degli scarti d'oro. Fonte: Kaspin, Khairi, Hassan, et al., 2021	63
Figura 19. Quantità di oro utilizzata per produrre un prodotto di gioielleria in una settimana. Fonte: Kaspin, Khairi, Hassan, et al., 2021	63
Figura 20. Quantità di oro persa dopo ogni fase di fabbricazione. Fonte: Kaspin, Khairi, Hassan, et al., 2021	64
Figura 21. Pratiche Lean e Green. Fonte: Prasad et al., 2016	68
Figura 22. Analisi di regressione. Fonte: Younnes, 2023	70
Figura 23. Distribuzione degli articoli tra le macroclassi individuate	73
Figura 24. Analisi delle metodologie di ricerca	75
Figura 25. Andamento temporale degli articoli appartenenti alla macroclasse "Production Processes and Workplace Improvement Practices"	77
Figura 26. Andamento temporale degli articoli appartenenti alla macroclasse "Defects and Gold Scraps Reduction and Quality Improvement Practices"	77
Figura 27. Andamento temporale degli articoli appartenenti alla macroclasse "Integration of Lean Thinking with Other Theories"	78
Figura 28. Andamento temporale complessivo degli articoli esaminati	79
Figura 29. Pubblicazioni sul Lean Manufacturing dal 1970 al 2020. Fonte: Ramkumar et al., 2021	79
Figura 30. Distribuzione del numero di articoli in base alla nazionalità degli autori	80
Figura 31. Distribuzione degli strumenti Lean riscontrati negli articoli per ciascuna macroclasse individuata	83

Introduzione

Il settore orafa italiano occupa una posizione di rilievo a livello internazionale, confermandosi come uno dei settori tradizionali di eccellenza del *Made in Italy*. La sua identità distintiva si concretizza attraverso la produzione di gioielli caratterizzati da un'impronta artigianale. Questi manufatti incarnano abilità manuali di altissimo livello, intrise del "gusto italiano" che affonda le sue radici in una lunga tradizione culturale.

Il tessuto imprenditoriale che caratterizza il comparto si distingue per un marcato grado di frammentazione, intrinsecamente legata al profondo carattere artigianale che permea le produzioni orafe, conferendo loro unicità e un tocco distintivo.

La presenza di distretti orafi, tra i quali spiccano quelli di Vicenza, Arezzo e Valenza, rappresenta una peculiarità del settore. In tali distretti, le economie esterne e di agglomerazione giocano un ruolo rilevante, fungendo da catalizzatori per la cooperazione e la competizione sui mercati. Le *economie esterne* sono relative ai vantaggi che un'azienda può ottenere a causa dell'attività di altre aziende nel medesimo settore o nella stessa area geografica. Questi benefici possono includere l'accesso a fornitori specializzati, la disponibilità di manodopera qualificata, la condivisione di infrastrutture, la presenza di un mercato del lavoro efficiente e altre forme di sinergie che si verificano quando le imprese sono vicine l'una all'altra. In tal modo, è possibile ridurre i costi di produzione e migliorare l'efficienza complessiva di un'area o di un settore industriale.

Una particolare forma di economie esterne sono le *economie di agglomerazione*, che sono il risultato della concentrazione di attività economiche simili o complementari in uno spazio geografico limitato (Carlino, 1978).

Attualmente, i distretti orafi italiani sono giunti a uno stadio di maturità e seguono una strategia di ampliamento della specializzazione, orientandosi verso la produzione di varie tipologie di prodotti.

L'orientamento del settore all'export è un altro elemento distintivo, evidenziando una notevole penetrazione sui mercati internazionali. L'abilità nell'esportare si basa su un patrimonio di conoscenze radicato nella tradizione artigianale e nella capacità di interpretare le esigenze dei mercati globali, posizionando l'industria orafa italiana come un punto di riferimento in ambito internazionale.

Questo contesto è il terreno fertile in cui si inseriscono le prospettive del Lean Thinking. L'applicazione di strumenti e principi del Lean Manufacturing al settore orafa può

rappresentare un'opportunità significativa per affrontare le sfide attuali e valorizzare ulteriormente le sue caratteristiche distintive. In tale ambito, è fondamentale comprendere in che modo la Lean Production possa essere adattata e implementata all'interno di un settore fortemente caratterizzato da tradizione, artigianalità e complessità produttiva. Il Lean Thinking, nato in Giappone e reso celebre dalla Toyota Production System, si concentra sull'eliminazione degli sprechi e sull'ottimizzazione dei processi, con l'obiettivo di massimizzare il valore per il cliente.

Il presente lavoro si propone di condurre una ricerca bibliografica in relazione all'applicazione dei principi e strumenti più diffusi del Lean Thinking nel settore orafa, esaminando gli studi e le esperienze di implementazione con particolare attenzione ai casi di successo. Il Capitolo 1 si propone di avviare l'analisi dalle origini del pensiero Lean, discutendo gli obiettivi chiave e gli elementi distintivi di questa filosofia. Saranno descritti in modo dettagliato vari strumenti Lean e verrà analizzato il contesto economico del settore orafa, fornendo una panoramica delle applicazioni della Lean Production. Il Capitolo 2, invece, concentrerà l'attenzione sull'analisi bibliografica e la classificazione dei lavori in relazione all'argomento di ricerca da essi trattato, condotte mediante un processo di ricerca articolato in diverse fasi, che includono la selezione dell'area di ricerca, l'identificazione delle fonti, l'applicazione di criteri di screening e la creazione di un database bibliografico per organizzare le informazioni raccolte.

Il Capitolo 3 è dedicato all'analisi dettagliata dei risultati emersi dall'analisi bibliografica condotta. Verranno esaminati i trend emergenti negli articoli esaminati, evidenziando la distribuzione nelle tre macroclassi identificate nel processo di ricerca. Si approfondiranno le metodologie di ricerca più utilizzate dagli autori e si esaminerà l'andamento temporale degli articoli in ciascuna macroclasse, oltre alla distribuzione geografica delle pubblicazioni selezionate. Saranno esplorate i principali strumenti e metodologie Lean utilizzati, mostrando come possano essere applicati in contesti aziendali di diversi paesi. Infine, saranno discusse le principali criticità e sfide affrontate nel settore orafa emersi dall'analisi bibliografica condotta.

Il Capitolo 4, infine, illustrerà i benefici derivanti dal lavoro svolto, identificando anche i limiti e delineando possibili direzioni future per la ricerca.

Capitolo 1

Il Lean Thinking e il settore orafa

Il presente lavoro di tesi si propone di esplorare l'applicazione dei principi e strumenti del Lean Thinking, anche chiamato Toyota Production System (TPS), nel settore orafa. Partendo dall'analisi delle origini del pensiero Lean, in questo capitolo verranno approfonditi i principali obiettivi di questa filosofia e i concetti chiave di Muda, Mura, Muri. Successivamente, saranno presentati i principi fondamentali del Lean Thinking e gli elementi che caratterizzano il pensiero del Toyota Production System. Saranno poi presentati vari strumenti Lean e verrà introdotto il contesto economico del settore orafa, con un focus sull'applicazione di principi e strumenti Lean.

1.1 Le origini del pensiero Lean

Il celebre libro “*The Machine that Changed the World*” pubblicato nel 1990 da James P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Roos è considerato il manifesto del *Lean Thinking*. Esso segna la transizione dal pensiero tradizionale di sistema produttivo, basato su grandi volumi, economie di scala ed elevato controllo direzionale e funzionale, al pensiero basato sulle logiche del just-in-time, della massimizzazione del valore per il cliente e della focalizzazione sui processi. Questo volume presenta i risultati di uno studio condotto nel 1984 dal Massachusetts Institute of Technology (MIT) nell'ambito dell'International Motor Vehicle Program (IMVP), che aveva l'obiettivo di esaminare l'innovativo paradigma di produzione giapponese (Marsilio and Rosa, 2020).

A partire dal confronto delle tecniche di produzione giapponesi, ispirate ai sistemi di produzione di massa dell'industria automobilistica nordamericana ed europea, il ricercatore dell'IMVP John Krafcik coniò il termine “*Lean Production*” (Womack *et al.*, 1990). Il modello di produzione giapponese preso come riferimento fu quello implementato presso la *Toyota Motor Company* e sviluppato da Taiichi Ohno, considerato il pioniere del concetto di produzione Lean. Secondo Ohno, l'obiettivo del *Toyota Production System* (TPS) era quello di ridurre gli sprechi, ovvero le *attività non a valore aggiunto*, lungo la linea temporale che va dall'ordine del cliente fino al pagamento (Ohno, 1988).

Nell'ambito del Lean Manufacturing, è possibile classificare le attività in tre categorie: *attività a valore aggiunto*, *attività necessarie non a valore aggiunto* e *attività non a valore aggiunto*. Le attività a valore aggiunto contribuiscono direttamente alla trasformazione delle materie prime in prodotto finito, aumentandone il valore per il cliente e per le quali il cliente è disposto a pagare. Le attività necessarie non a valore aggiunto includono attività per le quali i clienti non sono disposti a pagare nella misura in cui non incrementano il valore del prodotto, ma sono comunque necessarie per il corretto svolgimento dei processi. Infine, le attività non a valore aggiunto non apportano valore al prodotto e non sono richieste dal cliente, ma incrementano solamente i costi e i tempi del processo produttivo [1].

Il modello TPS si sviluppò nella prima metà degli anni Cinquanta in Giappone, dopo la Seconda Guerra Mondiale, in un contesto di profonda crisi finanziaria, in cui le imprese non disponevano di risorse economiche e umane per rientrare sul mercato. Pertanto, il concetto chiave su cui si basava era la "lotta agli sprechi". Proprio su questo pensiero, nel loro secondo bestseller, "*Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*", Womack e Jones affermano che «nel caso di una società povera, come era quella giapponese fino a qualche decennio fa, lo spreco è molto più di un inconveniente, è qualcosa di intrinsecamente negativo che va combattuto ed eliminato» (Womack and Jones, 1996).

Questi studi hanno evidenziato che le industrie che applicavano i principi del TPS, cioè le pratiche Lean, ottenevano risultati come minori sforzi umani, tempi e spazi di assemblaggio per veicolo, nonché meno scorte medie di materia prima e semilavorati, insieme a una maggiore varietà di prodotti e tassi di difettosità inferiori rispetto alle tradizionali fabbriche di produzione di massa (Womack *et al.*, 1990). Da qui deriva il pensiero comune: "essere Lean significa fare di più con meno".

1.2 I principali obiettivi del Lean Thinking

La Lean Production è contraddistinta da due obiettivi principali: la profittabilità e la soddisfazione del cliente.

Dal punto di vista Lean, il profitto è calcolato come la differenza tra il prezzo di vendita e i costi, quindi per aumentare il profitto è fondamentale concentrarsi sulla riduzione dei costi. Allo stesso modo, l'attenzione alla soddisfazione del cliente è centrale, e questo concetto è strettamente collegato all'eliminazione degli sprechi, che rappresenta una delle principali aree di focus del TPS. Infatti, la soddisfazione delle esigenze del cliente può essere raggiunta solo comprendendo a fondo ciò per cui è disposto a pagare e quindi organizzando un processo costituito solo da attività a valore aggiunto, con l'obiettivo finale di massimizzare il valore per il cliente (Ohno, 1973).

È importante sottolineare che dietro la Lean Production ci sono una mentalità e un modo di pensare specifici. Pertanto, l'implementazione di questo sistema produttivo è possibile solo se l'intera organizzazione è disposta ad abbracciare tale modo di pensare e ad integrarlo nella propria cultura e mentalità. In effetti, l'impegno e il coinvolgimento dei dipendenti, nonché la loro predisposizione al cambiamento, rappresentano gli elementi fondamentali per il successo della Lean Production (Pettersen, 2009).

1.3 Muda, Mura, Muri

L'eliminazione delle attività senza valore aggiunto richiede un processo che inizia con l'identificazione dei diversi tipi di sprechi, noti anche col termine giapponese di *Muda*. A tal proposito, Taiichi Ohno ha identificato sette fonti di spreco (Liker, 2003), rappresentate visivamente in Figura 1. Successivamente, negli anni '90 le industrie occidentali hanno introdotto un ottavo tipo di spreco, che riguarda la mancata utilizzazione delle abilità dei lavoratori [2].

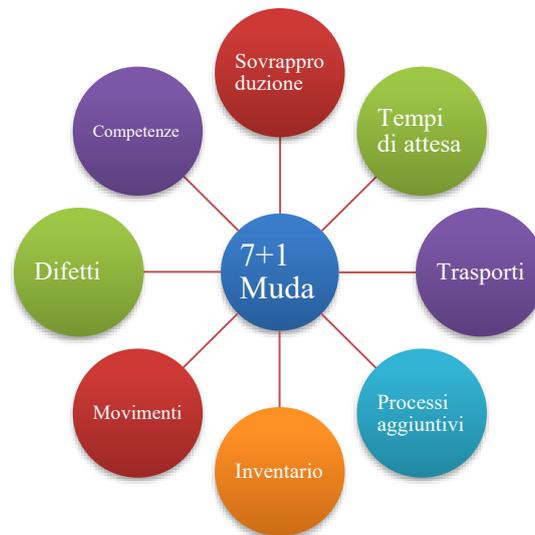


Figura 1. 7+1 Muda
Fonte: (Sharma and Khatri, 2021)

Vengono, quindi, descritte le otto tipologie di spreco e alcune contromisure proposte per ridurli/eliminarli (Sharma and Khatri, 2021):

- **Sovrapproduzione:** eccesso di produzione rispetto alla domanda. Questo avviene quando le imprese producono più di quanto richiesto al fine di ridurre i costi di produzione, nonostante la domanda di mercato sia inferiore rispetto al consumo effettivo. Ciò comporta un aumento dei costi di inventario, costi di manodopera e costi di trasporto per gestire il prodotto eccedente, oltre all'utilizzo di materie prime e alla necessità di installare capacità produttiva in eccesso. In altre parole, sovrapproduzione significa produrre beni aggiuntivi attraverso un meccanismo di produzione *Push*. Per ridurre questo tipo di spreco, sono state proposte tre contromisure: 1) l'utilizzo del *Takt-Time* per garantire un ritmo di produzione

continuo tra le diverse postazioni di lavoro; 2) la riduzione dei tempi morti come il carico e lo scarico e i tempi di setup; 3) la riduzione del WIP attraverso l'implementazione di un sistema *Pull* o *Kanban*.

- **Tempi di attesa:** si tratta dei ritardi e dei tempi di inattività, durante i quali non viene aggiunto valore al prodotto. Il fatto che macchine, uomini e materiale debbano aspettare rappresenta uno spreco di risorse e può demoralizzare i dipendenti. Questo spreco può includere sia il fatto che gli operatori debbano attendere il proprio turno senza ricevere il materiale in tempo, sia il fatto che le macchine siano inattive a causa di uno squilibrio nella linea di produzione.
- **Trasporti:** ogni movimento di prodotti o materiali che non contribuisce direttamente all'esecuzione delle attività a valore aggiunto è considerato uno spreco. Ciò è dovuto ad un'errata progettazione del layout produttivo e allo spostamento non necessario del prodotto da una postazione di lavoro all'altra. Questo tipo di spreco può causare affaticamento, usura del prodotto e delle attrezzature.
- **Processi aggiuntivi:** rappresenta il ricorso a un'elaborazione aggiuntiva che aumenta i tempi di lavorazione, i tempi di movimentazione del materiale e introduce ulteriori fasi nel processo. Questo comporta un aumento dei costi del prodotto, che ricadono sui clienti. Per ridurre questa tipologia di spreco, è importante considerare le specifiche lavorative standard per la produzione. Inoltre, è essenziale tenere sempre in considerazione il cliente, producendo solo la quantità di prodotto necessaria per soddisfare le sue esigenze e cercando di ridurre le operazioni non essenziali e le quantità prodotte quando richiesto.
- **Inventario:** rappresenta la sovrapproduzione o lo stock di prodotti semilavorati che deve essere poi convertito in prodotto finito. A volte, il cliente non riceve l'ordine o l'ordine viene annullato, il che comporta l'immagazzinamento di questi prodotti come scarti. Un eccessivo approvvigionamento di materie prime, la presenza di WIP o la produzione eccessiva rispetto alle richieste del cliente possono portare a un surplus di inventario. Questo comporta costi associati al mantenimento di un inventario di grandi dimensioni, come quelli legati a manodopera, negozi e potenziali danni ai prodotti. Alcune contromisure per mitigare questo tipo di spreco includono l'approvvigionamento delle materie

prime in quantità adeguate solo quando necessario, la riduzione dei buffer tra le fasi di produzione e l'implementazione di un sistema di code per evitare la sovrapproduzione.

- **Movimenti:** si riferisce a quando i lavoratori si spostano da una postazione di lavoro all'altra senza necessità, causando un aumento dei tempi di produzione. Questo tipo di movimento indesiderato è considerato spreco e può includere movimenti eccessivi di lavoratori, veicoli o macchinari. Correre, sollevarsi, allungarsi, piegarsi, allargarsi e spostarsi rientrano in questa categoria. Al fine di migliorare le condizioni di lavoro dei dipendenti e gli standard di salute e sicurezza, le attività motorie ripetitive dovrebbero essere eliminate. Alcune contromisure relative al movimento includono l'organizzazione degli utensili in modo che siano posizionati vicino ai macchinari in modo sistematico.
- **Difetti:** in questa categoria rientrano i prodotti che non sono fabbricati secondo le specifiche e le tolleranze indicate dal cliente. Questi prodotti vengono rifiutati dal controllo qualità e considerati scarti se non adatti all'uso previsto. A causa di ciò si verifica una perdita di denaro e il pezzo difettoso non può essere riutilizzato.
- **Competenze.** Questo spreco aggiuntivo non è stato originariamente proposto dalla Toyota, ma è noto come spreco delle competenze umane. Esso si riferisce all'incapacità di sfruttare l'esperienza, la creatività e gli sforzi dei lavoratori, che rappresentano una risorsa preziosa. Si verifica quando il management non riconosce le competenze dei dipendenti e quando questi ultimi si limitano ad eseguire gli ordini dei superiori senza contribuire attivamente con soluzioni e idee. È difficile ottimizzare i processi senza l'aiuto dei lavoratori in prima linea, in quanto sono loro che per primi riconoscono i problemi e possono proporre soluzioni.

Inoltre, ci sono due tipi di sprechi. La prima tipologia comprende le azioni che, sebbene non aggiungano valore, sono ritenute necessarie per alcune ragioni. Questi sprechi non possono essere eliminati immediatamente. L'altro tipo di spreco comprende le attività che non aggiungono valore e che non sono necessarie. Queste ultime sono le prime da eliminare (Liker, 2003).

Oltre alle forme generali di Muda, esistono anche altre due categorie correlate di sprechi, note come *Mura* e *Muri* (Liker, 2003). Analogamente ai Muda, l'obiettivo è rimuovere tali tipologie di spreco.

Il concetto di *Mura* si riferisce a situazioni in cui le attività non procedono in modo fluido o coerente, a causa di sprechi derivanti da variazioni nella qualità, nei costi o nelle consegne. Secondo Liker (2003), i Mura consistono in tutte le risorse che vengono sprecate a causa di previsioni errate sulla qualità. Ciò si traduce in costi aggiuntivi, come test, ispezioni, operazioni di contenimento, rilavorazioni, resi, straordinari, viaggi non pianificati presso il cliente, che richiedono l'uso di strumenti e metodi statistici come i diagrammi di Pareto e il Design of Experiments (DOE) (Shingo and Dillon, 1989).

Si potrebbe erroneamente ritenere che l'utilizzo di statistiche e analisi dei dati non sia parte integrante della filosofia Lean, ma tale ipotesi è errata. Shingo e Dillon (1989) sottolineano la necessità di studiare i dati al fine di ridurre sia i Mura che i Muda, in quanto misurando il processo prima e dopo si può valutare se si è ottenuto un miglioramento o meno.

Ohno ha descritto i *Muri* come sovraccarichi inutili o irragionevoli di persone, attrezzature o sistemi dovuti a richieste che superano la capacità di gestione (Ohno, 1988). Muri è la parola giapponese per "irragionevole, impossibile o esagerato". Dal punto di vista Lean, questo termine si riferisce al modo in cui vengono progettati il lavoro e le attività. Uno dei principi fondamentali del Lean è il rispetto per le persone. Se un'azienda continua a richiedere ai suoi dipendenti di eseguire movimenti dannosi, dispendiosi o superflui significa che non sta rispettando i propri dipendenti e, di conseguenza, non sta adottando un approccio Lean corretto (Cusumano and Nobeoka, 1998).

Oltre al sovraccarico fisico, chiedere alle persone di lavorare un numero eccessivo di ore è considerato una forma di Muri. Ohno ha dimostrato che richieste eccessive nell'ambiente lavorativo contribuiscono tutte alla formazione di Muri. Questi si manifestano attraverso elevati tassi di turnover dei dipendenti, assenze per malattia, interruzioni e tempi di inattività del sistema, nonché attraverso un processo decisionale inadeguato. L'individuazione precisa del lavoro non a valore aggiunto riveste un ruolo cruciale nell'individuazione dei presupposti alla base del processo lavorativo attuale e nel metterlo opportunamente in discussione al momento opportuno (Ohno, 1988).

1.4 I principi del Lean Thinking

Nel corso degli anni, la filosofia Lean è stata applicata con successo in diversi settori, dimostrando la sua efficacia nella riduzione degli sprechi e nella massimizzazione del valore per il cliente.

L'implementazione di questa metodologia può essere realizzata attraverso l'adozione dei *Principi Lean* (Womack and Jones, 1996), mostrati in Figura 2. Questi principi comprendono cinque azioni che devono essere svolte con continuità e ciclicità, in linea con il concetto di *Miglioramento Continuo*, un processo iterativo che consiste nell'apportare piccole modifiche incrementali alle pratiche esistenti [3].

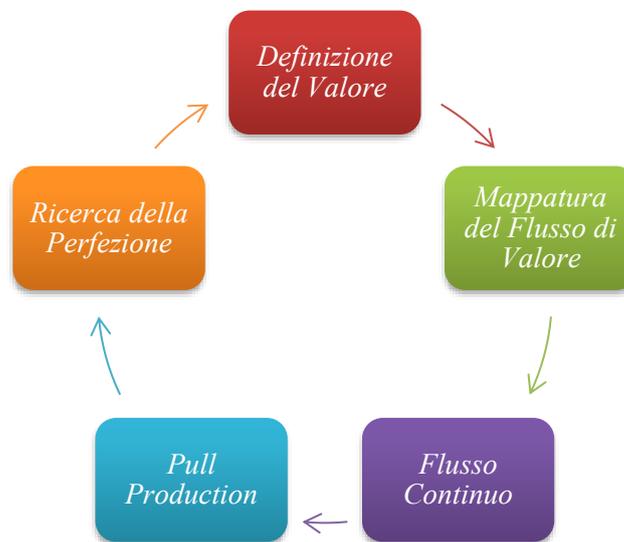


Figura 2. Principi Lean
Fonte: Womack and Jones, 1996

Il primo principio è la *Definizione del Valore*, che può essere sintetizzato nel concetto di “customer first” (Walker, 1990). Il focus principale del Lean è comprendere le esigenze dei clienti e cercare di soddisfarle. Il valore rappresenta ciò per cui il cliente è disposto a pagare e costituisce il fondamento della realizzazione di tutti i processi aziendali. Pertanto, le attività produttive devono aggiungere valore e devono essere eliminate tutte le cause di inefficienza, poiché gli sprechi sono gli elementi per cui i clienti sono meno disposti a pagare.

Questi concetti conducono al secondo principio: la *Mappatura del Flusso di Valore*. Rappresenta il processo di creazione di valore per il cliente, attraverso tutte le attività

interconnesse necessarie a trasformare la materia prima in prodotti finiti (Lovelley, 2001). L'obiettivo è eliminare tutte le fonti di spreco, creando quindi un flusso di attività fluido e di valore. Ciò può essere ottenuto solo analizzando il flusso del processo, identificando le attività a valore aggiunto, ottimizzando le attività necessarie senza valore aggiunto e rimuovendo le attività non necessarie senza valore aggiunto.

Il terzo principio prevede l'organizzazione delle attività risultanti dalla seconda azione in un *Flusso Continuo*. L'obiettivo principale è creare un processo che scorra senza ostacoli. Pertanto, tutto ciò che impedisce il suo corretto funzionamento viene considerato uno spreco e deve essere eliminato (Krafcik, 1988). In questo senso, il concetto di *Takt-Time* è molto utile. Rappresenta il ritmo di produzione necessario per soddisfare le richieste dei clienti (Myerson, 2012) ed è calcolato come rapporto tra il tempo totale necessario per consegnare un prodotto e il volume di prodotto da consegnare.

L'organizzazione del Flusso Continuo è al centro del quarto principio: *Pull Production*. Questo principio si riferisce al fatto che il sistema di produzione ideale dovrebbe essere "tirato" ("*Pulled*") dalla domanda effettiva dei clienti, il che significa che la produzione viene innescata dagli ordini dei clienti (Spearman and Zazanis, 1992). Questo principio è in linea con il concetto di *Just-In-Time*, poiché per evadere gli ordini dei clienti in tempi brevi, il sistema deve avere a disposizione i componenti giusti, al momento giusto e nel posto giusto. È essenziale sottolineare che un alto livello di visibilità sul processo è necessario per gestire l'enorme reattività associata alla produzione *Just-In-Time* (Myerson, 2012).

Mentre le prime quattro azioni mirano all'eliminazione degli sprechi e alla semplificazione dei flussi, la quinta azione – la *Ricerca della Perfezione* – è legata all'atteggiamento quotidiano che permette l'implementazione pratica della Lean Production. In particolare, il quinto principio sottolinea l'importanza di un forte impegno nell'operatività quotidiana con l'obiettivo finale di perseguire la perfezione. Questo obiettivo è rappresentato dal concetto di *Kaizen* (o *Miglioramento Continuo*), che coinvolge attivamente i membri dell'organizzazione nel miglioramento delle attività quotidiane, alla continua ricerca della perfezione. In altre parole, il processo di miglioramento continuo implica un coinvolgimento attivo di diverse esperienze, abilità e competenze dei soggetti coinvolti. Nella pratica, l'implementazione del *Kaizen* comporta l'applicazione di un approccio di lavoro ciclico caratterizzato dalla standardizzazione

delle attività e dei processi, dalla misurazione del tempo e delle risorse impiegate, dalla valutazione di possibili miglioramenti e dall'innovazione quando il processo raggiunge un punto di saturazione. Alla luce di ciò, diviene evidente la necessità di una precisa pianificazione del processo e di un elevato livello di controllo sul suo svolgimento.

1.5 Gli elementi del pensiero del TPS

La chiave del successo del Toyota Production System risiede nei principi fondamentali su cui si basa, ognuno dei quali è essenziale per raggiungere l'obiettivo di creare un'azienda senza sprechi. La filosofia del TPS viene spesso rappresentata come una casa (Figura 3), *The House of Lean*, in cui ogni elemento – le fondamenta, i pilastri e il tetto – è essenziale per garantire la stabilità e la solidità dell'intera struttura. Questa analogia è stata creata per sottolineare che l'implementazione delle logiche del TPS avrà successo solo se applicata come un sistema integrato di interventi organizzativi, gestionali e culturali (Liker, 2003; Marsilio and Rosa, 2020).

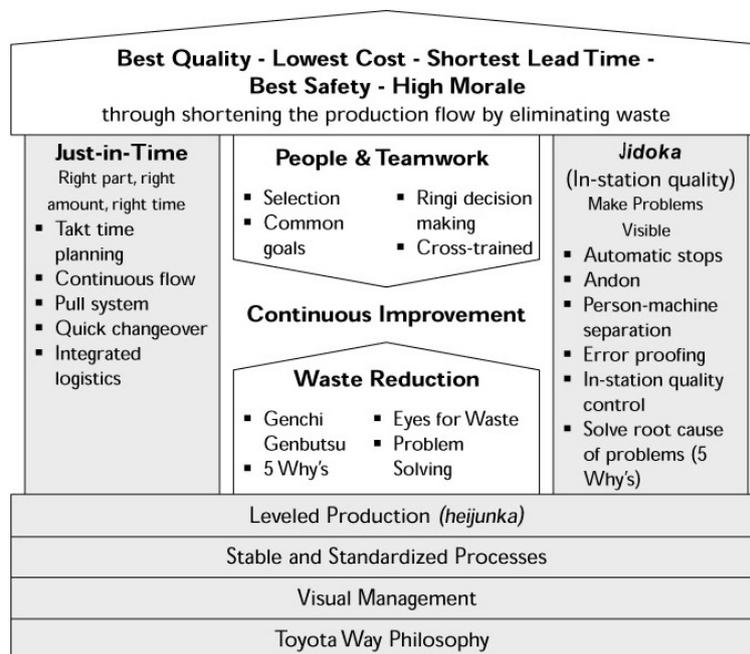


Figura 3. *The House of Lean*
Fonte: (Liker, 2003)

The House of Lean si basa su quattro principi fondamentali: *Toyota Way Philosophy*, *Visual Management*, *Stable and Standardized Work* e *Heijunka (Leveled Production)*. Questi principi costituiscono le solide fondamenta su cui sono costruiti i due pilastri: *Just-In-Time* e *Jidoka*. Tra questi pilastri, *People & Teamwork* e *Waste Reduction* contribuiscono al raggiungimento dell'obiettivo comune del *Continuous Improvement*. Infine, il tetto rappresenta i principali obiettivi che possono essere raggiunti attraverso un'implementazione Lean di successo: *Best Quality*, *Lowest Cost*, *Shortest Lead Time*, *Best Safety*, and *High Morale*.

Questa rappresentazione della Lean Production si rivela molto preziosa in quanto delinea le pratiche snelle prevalenti. Pertanto, di seguito ciascun elemento verrà spiegato dettagliatamente.

1.5.1 Toyota Way Philosophy

Lean non è solo un modo di lavorare, è un modo di pensare, una vera e propria filosofia (Pettersen, 2009). Questa filosofia, che si basa su due principi fondamentali, mira a promuovere un cambiamento culturale all'interno delle organizzazioni.

Il primo principio è il *Continuous Improvement (Miglioramento Continuo)*, che consiste nel perseguire costantemente l'obiettivo di perfezione attraverso l'adozione dell'atteggiamento *Kaizen*.

Il secondo principio è il *Rispetto per le Persone*, che sottolinea l'importanza di considerare la forza lavoro come il bene più prezioso dell'azienda e, di conseguenza, deve essere coinvolta attivamente nell'implementazione della filosofia [4]. In questo contesto, la filosofia Lean è progettata per riconoscere e sfruttare il potenziale delle persone nel perseguire il Miglioramento Continuo.

Oltre a questi due pilastri principali, ci sono altri tre valori fondamentali che vengono riconosciuti come essenziali nell'implementazione del modello Lean (Toyota Motor Corporation, 2003):

- La sfida (*Challenge*) si riferisce all'agire con una prospettiva di lungo termine e la capacità di affrontare gli ostacoli con coraggio e creatività.
- *Genchi Genbutsu* significa "andare alla fonte" e riguarda la ricerca delle cause profonde dei problemi al fine di affrontarli mediante l'attuazione di azioni correttive appropriate.

- Il lavoro di squadra (*Team-work*) è strettamente connesso alla crescita delle prestazioni del team, che viene stimolata dai miglioramenti personali dei singoli individui.

1.5.2 Visual Management

La *Gestione Visiva* si basa sull'impiego di strumenti visivi quali segnali di avvertimento, cartellini, strisce colorate, dispositivi grafici, al fine di comunicare in modo efficace le informazioni. Tali strumenti permettono agli operatori coinvolti in una specifica attività di avere una chiara comprensione dello stato attuale in ogni momento (Womack and Jones, 1996). Sebbene l'aumento del livello di visibilità rappresenti uno dei principali vantaggi del Visual Management, l'obiettivo non è solamente descrittivo. Infatti, avere chiari i risultati e l'avanzamento delle attività consente di rilevare le criticità e risolverle in tempo reale (Parry and Turner, 2006), nonché di identificare piani di miglioramento per il futuro.

Una pratica comune legata alla gestione visiva è la *metodologia 5S*, che promuove l'ottimizzazione della postazione di lavoro al fine di eliminare inefficienze nei processi (Michalska and Szewieczek, 2007). Riferendosi a cinque parole di origine giapponese, questo approccio suggerisce azioni, come la riorganizzazione della postazione di lavoro e la pulizia e il riordino della stessa, per garantire il rispetto degli standard predefiniti, ridurre i tempi necessari per trovare attrezzi e materiali, mantenere un ambiente di lavoro ordinato e sicuro, inculcare abitudini di pulizia e organizzazione tra il personale, e così via.

1.5.3 Stable and Standardized Processes

Nel contesto della metodologia Lean, la standardizzazione riveste un ruolo fondamentale alla luce degli obiettivi di creazione di un flusso continuo. Essa comprende la suddivisione sistematica del processo in un insieme organizzato di attività, che devono essere attentamente definite e successivamente eseguite in maniera ripetitiva ed uniforme. L'adozione di tale approccio consente di raggiungere elevati livelli di produttività, qualità e sicurezza (Pascal, 2002), oltre che migliorare la conoscenza e il controllo del processo

stesso. Pertanto, è di fondamentale importanza attenersi alla sequenza precisa di attività ed evitare ogni forma di variazione e problematica legata alla qualità.

Per raggiungere una standardizzazione del processo, è necessario coordinare tre elementi essenziali:

- Il *Takt-Time* ha come obiettivo principale l'allineamento dei ritmi di produzione con le richieste del mercato (Fekete and Hulvej, 2013). Tale sincronizzazione permette di evitare inutili inefficienze, sprechi e ritardi, riducendo il rischio sia di sovrapproduzione che di sottoproduzione.
- La *Work Sequence* è strettamente collegata al bilanciamento delle linee (Gurumurthy and Kodali, 2011), che garantisce che i lavoratori svolgano le proprie mansioni sempre nello stesso modo. In tal senso, va sottolineata l'importanza fondamentale dell'ergonomia.
- Lo *Standard Work in Process* si riferisce al mantenimento della minima quantità di inventario indispensabile per garantire uno one-piece flow.

1.5.4 Heijunka

Heijunka è un termine di origine giapponese che significa “livellamento della produzione”. La sua implementazione mira a creare un sistema costante, misurabile e allo stesso tempo flessibile. Questo approccio è totalmente allineato alla logica Just-In-Time, poiché riduce al minimo le interruzioni nel processo produttivo e la variabilità del carico di lavoro, garantendo la fornitura dei componenti giusti, al momento giusto e nella giusta sequenza. La riduzione della variabilità consente al sistema di essere flessibile in modo da mantenere la capacità di rispondere alla domanda, anche se si presentasse la necessità di modificare la sequenza produttiva. I principali benefici derivanti dall'adozione di Heijunka sono una migliore organizzazione della forza lavoro e la gestione di una produzione costante nel tempo (Hüttmeir *et al.*, 2009).

1.5.5 Just-In-Time

Il *Just-In-Time* si basa sulla produzione “dell’oggetto giusto, al momento giusto, nella giusta quantità, seguendo il Takt-Time” (Monden, 1993), con obiettivo principale di ridurre ed eliminare tutti i tipi di sprechi (Brown and Mitchell, 1991). Pertanto, promuove l’implementazione di un programma di lavoro ben pianificato e studiato per ottimizzare e snellire il flusso produttivo, riducendo i costi e gli sprechi di tempo, capacità e materiali. Inoltre, consente agli operatori di concentrarsi sulle proprie mansioni, migliorando la qualità del lavoro e la puntualità. Di conseguenza, questo approccio soddisfa entrambi gli obiettivi principali del Lean, vale a dire la soddisfazione del cliente e la redditività attraverso la riduzione dei costi.

Una pratica chiave associata al Just-In-Time è il *Kanban*, che consiste in tessere plastificate che contengono informazioni sullo stato di produzione corrente, nonché sulle fasi successive e tutto ciò che è necessario per completare il processo (Kumar and Panneerselvam, 2007). Queste tessere vengono inviate all’indietro nel processo, collegando le diverse fasi e consentendo un migliore controllo delle quantità e dei flussi dei componenti.

1.5.6 Jidoka

Jidoka, noto anche come “automazione con un tocco umano” (Liker, 2003), può essere definito come “la decisione di fermarsi e risolvere i problemi non appena si verificano anziché rimandarli per essere risolti in seguito” (Liker and Meier, 2005). Il suo obiettivo principale è dotare operatori e attrezzature della capacità di rilevare autonomamente i difetti e interrompere il lavoro. Inoltre, i dipendenti sono responsabili dei controlli di qualità prima della consegna dei prodotti alle fasi successive, in modo da evitare l’introduzione di problemi e difetti nel processo. Alla luce di ciò, Jidoka sostiene la logica Just-In-Time (Monden, 1983).

Tra le principali tecniche di Jidoka, vi sono:

- *Andon*, un pannello visibile che indica lo stato delle linee di produzione e segnala problemi e difetti rilevati dagli operatori;
- *Poka-Yoke*, una metodologia che consente di eliminare la possibilità di produrre prodotti difettosi (Dudek-Burlikowska and Szewieczek, 2009) attraverso sistemi

di avviso (notifiche quando qualcosa è diverso dallo standard) e controllo (le macchine si fermano automaticamente quando qualcosa è diverso dallo standard) (Shingo and Dillon, 1989);

- *Total Productive Maintenance*, una metodologia che mira ad eliminare i guasti (Willmott, 1994) e a ridurre i tempi di consegna al fine di garantire prodotti di elevata qualità a costi contenuti (Wireman, 2004). In conformità agli obiettivi dell'organizzazione, vengono definiti pilastri strutturati focalizzati su diverse categorie di sprechi, i quali vengono analizzati e gestiti da piccoli team di lavoro per conseguire il massimo livello di efficienza.

1.5.7 Waste Reduction

L'implementazione del Lean Manufacturing porta al notevole vantaggio di ridurre il tempo che intercorre tra l'acquisizione dell'ordine del cliente e la consegna dell'ordine stesso. Questo beneficio viene ottenuto con successo attraverso la costante ricerca ed eliminazione di ogni possibile fonte di spreco (Liker, 1997), un processo reso possibile grazie a un'attenta analisi della situazione da diverse prospettive.

Tale approccio orientato alla risoluzione dei problemi è ampiamente promosso dalla filosofia Lean e ha portato allo sviluppo di numerosi metodi per affrontarlo. Tra questi, il *Value Stream Mapping* è uno dei più noti e utilizzati. In particolare, viene impiegato per mappare la situazione attuale e individuare le fasi del processo in cui si crea effettivamente valore, eliminando contemporaneamente le attività che non ne aggiungono (Rother and Shook, 1999). Questo metodo è direttamente correlato a uno dei valori fondamentali del Lean, *Genchi Genbutsu*, che favorisce un'analisi completa dei problemi e l'identificazione delle loro cause profonde, al fine di intervenire su di esse (Haghirian, 2010).

1.5.8 People & Teamwork

Come precedentemente menzionato, il Lean Manufacturing è prima di tutto una mentalità, prima ancora di essere un modo di lavorare. Per ottenere i benefici associati a questa filosofia, è necessario che tutti i membri dell'organizzazione condividano l'atteggiamento *Kaizen*.

Un ostacolo principale nell'implementazione del Lean è infatti rappresentato dalla resistenza interna. Al fine di superarla, è necessario instaurare una cultura fortemente orientata alla filosofia Lean in tutta l'organizzazione (Bicheno and Holweg, 2016). Questo compito spetta al top management, il quale deve sostenere e promuovere questa cultura, coinvolgendo i dipendenti attraverso l'assegnazione di obiettivi specifici e misurabili.

L'impegno dei lavoratori è altresì favorito dall'assegnazione di diverse responsabilità e compiti, in particolare per quanto riguarda l'individuazione dei problemi e la ricerca delle relative cause (Poppendieck, 2002). In questo senso, anche il processo decisionale assume un ruolo chiave. Infatti, l'implementazione del Lean richiede l'adozione di un approccio bottom-up, in cui ogni membro dell'organizzazione è invitato a collaborare attivamente nella ricerca delle soluzioni ottimali ai problemi e nel prendere decisioni ragionevoli (Sagi, 2015). L'idea fondamentale è che tutti i membri siano essenziali nel processo decisionale e che possano apportare il loro contributo per il miglioramento continuo (Imai, 1986). Infine, viene richiesto ai collaboratori di lavorare in team, il cui effetto è promosso attraverso un costante e continuo programma di formazione inter-funzionale e trasversale all'intera azienda (Marks *et al.*, 2002).

1.6 Gli Strumenti della Lean Production

Come discusso nel paragrafo 1.2, attraverso l'implementazione di un approccio basato sulla riduzione degli sprechi e sull'ottimizzazione dei processi, la metodologia Lean si propone di migliorare l'efficienza e la qualità dei prodotti e servizi offerti, aumentando al contempo la soddisfazione del cliente. Per raggiungere tali obiettivi, vengono impiegati una serie di strumenti specifici.

Questo paragrafo si concentrerà sull'analisi e la descrizione approfondita di tali strumenti, introdotti in parte nei precedenti paragrafi, secondo la logica di individuazione degli sprechi, analisi delle loro cause e proposta di azioni di miglioramento. L'obiettivo è fornire una panoramica essenziale per comprendere come vengano applicati e quali vantaggi apportino all'interno del contesto aziendale.

1.6.1 Five Whys

La tecnica dei *Cinque Perché*, sviluppata da Sakichi Toyoda per la Toyota Industries Corporation, è un metodo interrogativo iterativo utilizzato per esplorare le relazioni di causa-effetto alla base di un problema, con lo scopo principale di determinarne la causa ripetendo la domanda "Perché?" per cinque volte.

Per utilizzare correttamente questa tecnica, è necessario seguire alcuni passaggi fondamentali. Inizialmente, è importante riunire un gruppo di persone e definire chiaramente la dichiarazione del problema. Successivamente, si deve porre al team il primo "Perché?" e registrare tutte le risposte possibili. Questo processo viene ripetuto altre quattro volte, con l'obiettivo di identificare la causa principale del problema. Una volta ottenute tutte le risposte, è fondamentale analizzarle e individuare le cause sistemiche del problema. Questo passaggio richiede una discussione del team per determinare la causa più probabile. Una volta individuata, si passa alla fase di sviluppo di azioni correttive per rimuovere la causa principale dal sistema. Seguendo attentamente questa tecnica, è possibile risolvere efficacemente i problemi e prevenire ulteriori ripetizioni (Serrat, 2017).

1.6.2 Gemba Walk

Gemba è una parola giapponese che significa “luogo reale”, adattata nella terminologia manageriale per indicare il “luogo di lavoro”, ovvero quel luogo in cui avviene la creazione del valore. Nel contesto manifatturiero, in generale si riferisce alla linea produttiva (Imai, 2012).

Nell’ambito della produzione snella, si sostiene che i difetti e le inefficienze operazionali siano identificabili nell’ambiente di lavoro e che sia proprio da questo contesto che emergano le migliori proposte di miglioramento. A tal proposito, il *Gemba Walk* è l’azione di camminare nei reparti produttivi con l’obiettivo di identificare problemi e opportunità di miglioramento. Questa attività consente ai responsabili di identificare i rischi per la sicurezza, osservare le condizioni dei macchinari e delle attrezzature, chiedere informazioni sugli standard praticati, acquisire conoscenze sullo stato del lavoro e costruire relazioni con i dipendenti. Insieme al *Genchi Genbutsu*, il *Gemba Walk* rappresenta uno dei principi guida del pensiero Lean che dovrebbero essere praticati quotidianamente per sostenere la cultura del miglioramento continuo all’interno dell’azienda (Ranjan and Shinde, 2018).

1.6.3 Value Stream Mapping

Il *Value Stream Mapping (VSM)* è un processo di mappatura dei flussi di materiali e informazioni necessari per coordinare le attività di produttori, fornitori e distributori al fine di consegnare il prodotto finito ai clienti.

A differenza dei tradizionali strumenti di mappatura dei processi, il VSM è uno strumento di mappatura che identifica sia i flussi di materiali che i flussi di informazioni che segnalano e controllano il flusso dei materiali. Questa rappresentazione visiva facilita l’individuazione delle fasi che aggiungono valore e l’eliminazione delle fasi che non aggiungono valore o che comportano uno spreco di risorse. Attraverso l’utilizzo del VSM, molti produttori e i loro fornitori hanno apportato modifiche alla disposizione delle strutture esistenti, nonché ai sistemi per la movimentazione dei materiali, al controllo delle scorte, agli acquisti e alla pianificazione, con l’obiettivo di ridurre i tempi di evasione degli ordini e le scorte di WIP (Irani and Zhou, 2009).

Un tipico progetto di VSM prevede lo sviluppo di mappe che rappresentano la situazione attuale (*Current State Map*) e una o più situazioni future (*Future State Maps*) che mostrano miglioramenti progressivi rispetto alla situazione attuale.

- Nella *Current State Map*, si inizia generalmente mappando una famiglia di prodotti che rappresenta una percentuale significativa del volume di produzione annuale totale e dei guadagni delle vendite (o del margine di profitto) dell'azienda. Il flusso dei materiali viene tracciato a partire dall'operazione finale effettuata e ripercorrendo ogni sua tappa fino al punto di stoccaggio delle materie prime, utilizzando apposite icone su un foglio di carta 11x17 pollici. I dati pertinenti per ciascuna operazione, come la pianificazione attuale e la quantità di inventario nelle diverse code, vengono registrati sulla mappa. I flussi informativi sono inclusi nella mappa per fornire informazioni sulla domanda, un parametro essenziale per determinare il processo "pacemaker" nel sistema produttivo (ovvero il processo più vicino al cliente finale). Dopo che i flussi di materiali e informazioni sono stati mappati, nella parte inferiore della mappa viene rappresentata una sequenza temporale che mostra il tempo di processamento per ciascuna operazione e i ritardi di trasferimento tra le operazioni. La sequenza temporale viene utilizzata per identificare le fasi che aggiungono valore e gli sprechi nel sistema attuale confrontando i tempi di processamento con il "Takt-Time", il quale viene utilizzato principalmente come tasso di produzione ideale da raggiungere per ciascuna operazione (Irani and Zhou, 2009).
- Sulla base della precedente mappa, viene creata una *Future State Map* con lo scopo di migliorare le fasi che aggiungono valore ed eliminare le fasi che non ne apportano nel sistema attuale, secondo le sette linee guida fornite da Rother & Shook (Rother and Shook, 1999):
 1. Produrre secondo il Takt-Time
 2. Sviluppare un flusso continuo
 3. Utilizzare lo strumento del *Supermarket* per controllare la produzione laddove il flusso continuo non si estendesse a monte
 4. Schedulare la produzione secondo il processo del "pacemaker"
 5. Produrre prodotti diversi a un ritmo uniforme (livellare il mix produttivo)

6. Livellare il carico di produzione sulla base del processo del pacemaker (livellare il volume di produzione)
7. Sviluppare la capacità di realizzare “ogni parte ogni <periodo di tempo>”

1.6.4 5S

Uno dei metodi comunemente utilizzati nella gestione snella è rappresentato dalle 5S. Prendono il loro nome da cinque parole giapponesi, ognuna delle quali rappresenta una fase del processo di organizzazione: *Seiri* (Sort), *Seiton* (Set in order), *Seiso* (Shine), *Seiketsu* (Standardize) e *Shitsuke* (Sustain). Ogni fase, mostrata in Figura 4, ha un ruolo specifico nel rendere più efficiente e organizzato l’ambiente di lavoro. Questo metodo si è dimostrato particolarmente efficace nel migliorare la produttività e la qualità negli ambiti produttivi, ma può essere applicato anche in altri settori aziendali per ottimizzare le attività e creare ambienti di lavoro più efficienti.



Figura 4. Fasi della metodologia 5S
Fonte: (Sharma and Khatri, 2021)

In dettaglio viene illustrata ciascuna fase (Sharma and Khatri, 2021):

1. **Sort:** consiste nel classificare gli oggetti nella postazione di lavoro distinguendo tra ciò che è necessario per la produzione da ciò che non lo è. Gli utensili non necessari o privi di utilità dovrebbero essere eliminati immediatamente, eventualmente contrassegnandoli con una etichetta rossa che indica la data in cui sono stati segnalati per essere successivamente scartati se non utilizzati entro quella data. Gli oggetti vengono organizzati in base all'uso. Quelli ad alto utilizzo (uso quotidiano) devono essere posizionati il più vicino possibile al personale, in modo che non si perda tempo per raggiungerli. Gli strumenti con un utilizzo meno frequente (uso settimanale) vengono posizionati un po' più distanti, facilmente raggiungibili ma senza entrare in conflitto con gli oggetti ad uso più frequente. Infine, gli oggetti raramente utilizzati (meno di una volta al mese) vengono mantenuti più lontani. È necessario effettuare regolarmente una revisione e un riordino, possibilmente una volta al mese, per mantenere l'ordine stabilito.
2. **Set in order:** consiste nel posizionare ciascun elemento in modo che sia facilmente accessibile a tutti e che tutti conoscano la sua posizione. Questo può essere ottenuto attraverso l'utilizzo di metodi come la codifica a colori o l'etichettatura dei prodotti. Ogni volta che si verifica uno spostamento di prodotti, parti o strumenti, è necessario ripetere questa fase.
3. **Shine:** richiede che ogni giorno la postazione di lavoro sia mantenuta pulita. I lavoratori devono anche verificare che ogni elemento sia posizionato correttamente e, se non lo è, procedere immediatamente alla sua sistemazione. Per standardizzare quest'attività, è comunemente utilizzata una routine di pulizia dell'officina ogni cinque minuti. Inoltre, è importante disporre delle attrezzature necessarie per la pulizia e il riordino, che devono essere regolarmente mantenute. Questo processo di pulizia va oltre una semplice attività di routine, poiché l'obiettivo è individuare eventuali anomalie e le loro cause profonde.
4. **Standardize:** per le prime tre S, è fondamentale stabilire le aspettative per garantire che i dipendenti seguano le procedure e i processi stabiliti dall'azienda. L'obiettivo di questa fase è creare processi e procedure affidabili, ripetibili ed efficaci. Affinché l'introduzione delle 5S sia ottimale, è cruciale gestire in modo adeguato questi standard.

5. **Sustain:** richiede che tutti i dipendenti adottino le prime quattro S come abitudine e si sforzino continuamente di utilizzarle e migliorarle. Vengono effettuati audit per verificare e migliorare i valori delle 5S al fine di promuovere il miglioramento continuo.

Tuttavia, è opportuno valutare con attenzione se iniziare il percorso Lean proprio con l'implementazione delle 5S sia una scelta adeguata. Queste pratiche, sebbene relativamente semplici da implementare ed efficaci nel miglioramento dell'efficienza e della qualità, potrebbero deviare l'attenzione dagli obiettivi principali o rappresentare una mera attività di pulizia (Sharma and Khatri, 2021).

I veri obiettivi di un programma 5S dovrebbero essere:

- Ridurre gli sprechi
- Migliorare le variazioni
- Aumentare la produttività

Pertanto, è fondamentale disporre del sostegno del top management prima di introdurre questa metodologia. Nonostante molte organizzazioni ne comprendano la sua utilità, utilizzarne il modello può essere un modo per aiutare i dipendenti a comprenderle appieno. Inizialmente, le 5S possono essere implementate in una piccola area dell'officina, in modo da verificare ogni dettaglio prima di estenderle ad altre aree o all'intera attività. Questo approccio permette ai dipendenti di confrontare i risultati delle 5S con il loro modo di lavorare precedente, ispirandoli a proseguire nel percorso verso un miglioramento continuo e verso il coinvolgimento di un numero sempre maggiore di aree aziendali.

1.6.5 Kanban

Uno dei sistemi di gestione della produzione finalizzato a implementare la logica Just-In-Time e a sfruttare appieno le capacità dei lavoratori è il Kanban, termine giapponese che significa "insegna" o "cartellino". Si tratta di un sistema visivo che, nella maggior parte dei casi, consiste in un cartellino che viene applicato su un contenitore e consente di comunicare informazioni riguardanti la produzione, l'acquisto, il prelievo o la movimentazione di determinati componenti/materiali. I principali vantaggi derivanti dal suo utilizzo sono: la riduzione dei costi di elaborazione delle informazioni,

un'acquisizione più rapida e precisa dei dati, la limitazione della capacità produttiva nelle fasi a monte in modo da ridurre gli sprechi dovuti alla produzione in eccesso (Sugimori *et al.*, 1977).

Solitamente vengono utilizzate due tipologie di Kanban (Monden, 1993):

- **Kanban di movimentazione o di prelievo (*Conveyance Kanban*):** indica la tipologia e la quantità di prodotto che il processo successivo dovrà ritirare dal processo precedente.
- **Kanban di produzione (*Production Kanban*):** specifica la tipologia e la quantità di prodotto che il processo precedente dovrà produrre.

L'uso di questi cartellini dipende dalla tecnica produttiva adottata, che può essere di due tipologie: il *Single-Card Kanban* e il *Dual-Card Kanban* (Schonberger, 1983).

Il *Dual-Card Kanban* consiste nell'utilizzo di due cartellini differenti, uno rappresentante il Kanban di produzione e l'altro il Kanban di movimentazione.

La tecnica più semplice e diffusa è, invece, il *Single-Card Kanban*, che si basa sull'impiego di un solo cartellino, senza alcuna distinzione tra *Conveyance Kanban* e *Production Kanban*. Quando un contenitore viene svuotato, viene depositato in un buffer e gli viene staccato il cartellino, che viene apposto su un'apposita bacheca, dando così l'autorizzazione alla produzione di quel determinato componente nel processo immediatamente a monte secondo la tipologia e la quantità di materiale indicata sul Kanban. Una volta terminata la produzione dello specifico componente, il cartellino viene riappeso su un contenitore vuoto che viene ridepositato in magazzino, facendo ricominciare il ciclo.

Accanto a queste due tipologie di Kanban, si possono anche impiegare (Monden, 1993):

- **Kanban fornitore (*Supplier Kanban*):** utilizzato per effettuare prelievi da un fornitore, contiene istruzioni necessarie a quest'ultimo per consegnare i materiali richiesti.
- **Kanban segnale (*Signal Kanban*):** consiste in un cartellino che, posizionato ad un certo livello di scorta, indica il punto di riordino per quel determinato tipo di materiale.

1.6.6 Andon

Andon, termine giapponese per “lampada”, è uno strumento di gestione visiva che consente di individuare un guasto e, tramite un segnale, avvisare l’operatore dell’accadimento di un problema. Si tratta di un segnale che integra elementi visivi, uditivi e testuali, utilizzati per notificare eventuali problemi di qualità o interruzioni dovute a cause ben definite. Tuttavia, il suo scopo non si limita unicamente alla segnalazione dei guasti, ma fornisce anche informazioni e feedback in tempo reale sullo stato del processo produttivo (Socconini, 2013).

Può consistere in un tabellone sopraelevato con numeri corrispondenti alle postazioni di lavoro o alle macchine. Nel momento in cui viene rilevato un problema, sia attraverso un sensore automatico collegato alla macchina che provoca una specifica attivazione luminosa, sia tramite l’intervento di un operatore che aziona una corda o preme un pulsante, il numero corrispondente si illumina per richiedere un’immediata risposta da parte del responsabile. Un altro tipo di Andon impiega, invece, un sistema di illuminazione colorata sopra alle macchine per segnalare problemi (luce rossa) o operazioni normali (luce verde) (Lean Enterprise Institute, 2008).

1.6.7 Poka-Yoke

Il *Poka-Yoke* (dal giapponese, “a prova di errore”), è stato sviluppato da Shigeo Shingo dopo la Seconda guerra mondiale con l’obiettivo di concentrarsi sulla ricerca della qualità alla fonte e sull’acquisizione di feedback sui difetti il più vicino possibile alla causa principale.

Questa tecnica consiste nell’impiego di dispositivi semplici ed economici progettati per individuare gli errori in modo da prevenire la loro trasformazione in difetti. Tali dispositivi vengono inseriti nel processo produttivo per garantire che gli operatori possano eseguire il lavoro correttamente in modo facile e che sia invece difficile farlo in modo errato. Gli strumenti utilizzati possono essere fisici, meccanici o elettrici.

Lo scopo del Poka-Yoke è quello di eliminare i difetti direttamente alla fonte, fornendo un immediato riscontro sulle cause e impedendo la trasmissione di prodotti difettosi nelle fasi successive del processo produttivo (Feld, 2000).

1.6.8 Total Productive Maintenance

Il TPM, acronimo di *Total Productive Maintenance*, è un approccio sistemico alla gestione della manutenzione finalizzato a massimizzare l'efficacia delle attrezzature industriali, mirando a migliorare l'efficienza complessiva. Prevede l'implementazione di un sistema di manutenzione completo che copre l'intera vita utile delle apparecchiature. Questa metodologia si basa su otto pilastri fondamentali, tra cui la manutenzione autonoma, la manutenzione preventiva, la manutenzione predittiva e la formazione degli operatori. Coinvolgendo tutti i livelli gerarchici aziendali, dal top management agli operai, il TPM promuove una cultura di manutenzione proattiva, incentivando la partecipazione attraverso la gestione della motivazione e stimolando attività volontarie all'interno di piccoli gruppi di lavoro. Questo approccio integrato non solo contribuisce a prolungare la vita utile delle attrezzature, ma favorisce anche un miglioramento continuo della produttività complessiva dell'azienda (McKone-Sweet and Weiss, 1999).

1.6.9 Single Minute Exchange of Die (SMED)

Il *Single-Minute Exchange of Die* (SMED) è un approccio scientifico sviluppato da Shigeo Shingo per la riduzione dei tempi di setup, attraverso l'eliminazione degli sprechi legati al cambio degli utensili. Il suo obiettivo chiave è quello di realizzare tempi di setup inferiori a dieci minuti, ovvero un numero di minuti espresso da una singola cifra.

Il tempo di setup è il tempo minimo necessario per la riconfigurazione delle attrezzature produttive, che intercorre dal momento in cui è stato prodotto l'ultimo pezzo di un lotto precedente al primo pezzo prodotto del lotto successivo (Dillon and Shingo, 1985).

L'implementazione dello SMED prevede quattro diverse fasi:

- *Fase A*: dettagliato studio delle condizioni del reparto produttivo, mediante un'analisi della produzione, interviste ai dipendenti e riprese video delle operazioni di setup.
- *Fase B*: separazione delle operazioni di setup interne (eseguite solo a macchina ferma) da quelle esterne (eseguite mentre la macchina è in funzione). Generalmente, questa azione consente di risparmiare dal 30% fino al 50% del tempo impiegato per il setup.

- *Fase C*: conversione del massimo numero di operazioni di setup interne in esterne. In questa fase è importante riesaminare tutte le operazioni per valutare se sono state erroneamente assunte come interne e convertirle in esterne.
- *Fase D*: miglioramento sistematico di ogni operazione di setup interno ed esterno, sviluppando soluzioni che semplifichino, velocizzino e rendano più sicure le attività.

Secondo Shingo (Dillon and Shingo, 1985), l'implementazione dell'approccio SMED offre numerosi benefici tra cui una significativa riduzione dei tempi necessari per l'esecuzione delle attività di setup e per l'adeguamento delle macchine, una diminuzione degli errori nella fase di cambio formato, un miglioramento tangibile della qualità del prodotto, un incremento della sicurezza in ambiente produttivo, un notevole abbattimento delle scorte, un aumento della flessibilità nella produzione e una razionalizzazione degli strumenti utilizzati.

1.6.10 Plan-Do-Check-Act

Il *Ciclo PDCA*, noto anche come ciclo di Deming o ciclo di Shewhart, è una metodologia di Lean Manufacturing inizialmente utilizzata come strumento per il controllo della qualità dei prodotti.

Attualmente, il ciclo PDCA è considerato una filosofia di miglioramento continuo dei processi introdotta nella cultura organizzativa delle aziende, che si concentra sull'apprendimento continuo e sulla creazione di conoscenza. È riconosciuto come un metodo che consente di migliorare la qualità dei processi e dei prodotti, contribuendo alla riduzione dei costi e dei difetti.

Il ciclo PDCA si compone di quattro fasi (Realyvásquez *et al.*, 2018):

- *Plan*: consiste nell'identificare le opportunità di miglioramento, assegnando loro delle priorità. Viene definita la situazione attuale del processo da analizzare, determinate le cause del problema rilevato e proposte le possibili soluzioni per risolverlo.
- *Do*: prevede l'implementazione del piano d'azione, la selezione e la documentazione delle informazioni. Inoltre, bisogna considerare gli eventi imprevisti, le lezioni apprese e le conoscenze acquisite.

- *Check*: richiede di analizzare i risultati delle azioni implementate nella fase precedente. Viene effettuato un confronto tra il prima e il dopo, verificando se sono stati raggiunti i miglioramenti e gli obiettivi prefissati. A questo scopo possono essere utilizzati diversi strumenti di supporto grafico, come il diagramma di Pareto o il diagramma di Ishikawa.
- *Act*: riguarda lo sviluppo di metodi volti a standardizzare i miglioramenti nel caso in cui gli obiettivi siano stati raggiunti. Inoltre, si può ripetere la prova al fine di acquisire ulteriori dati e valutare nuovamente l'efficacia delle migliorie apportate (solo in caso di dati insufficienti o cambiamenti nelle circostanze) oppure si opta per l'abbandono del progetto corrente, avviandone uno nuovo dalla fase iniziale, qualora le azioni implementate non abbiano portato ad un effettivo miglioramento.

1.6.11 Lean Six Sigma

Negli ultimi anni, il concetto di *Lean Six Sigma* (LSS) ha acquisito una crescente popolarità come strategia aziendale per l'implementazione del miglioramento continuo nei settori manifatturiero, dei servizi e pubblico.

L'approccio Lean si concentra sull'eliminazione degli sprechi e delle attività non a valore aggiunto e sulla riduzione del tempo ciclo totale e dei tempi di consegna, utilizzando una serie di strumenti e tecniche di miglioramento. Nonostante la sua efficacia, l'implementazione del Lean Thinking presenta ancora alcune sfide, come il necessario cambiamento culturale all'interno dell'organizzazione.

Il Six Sigma, invece, si propone di identificare ed eliminare difetti, errori o fallimenti nei processi e sistemi aziendali, concentrandosi su caratteristiche di prestazione fondamentali per i clienti. Si tratta di una metodologia statistica che mira a ridurre la variabilità nei processi e i costi di produzione e servizio, a ottenere risparmi e a migliorare la soddisfazione del cliente. Si avvale di strumenti e tecniche analitiche e statistiche come il *Quality Function Deployment (QFD)*, la *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, lo *Statistical Process Control (SPC)*, il *Design of Experiments (DOE)*, l'*Analysis of Variance (ANOVA)* e il *Modello di Kano*. Tuttavia, l'elevato costo della formazione nel Six Sigma può rappresentare un ostacolo per molte organizzazioni nella sua

implementazione. Inoltre, vengono evidenziati ulteriori svantaggi, quali l'investimento temporale richiesto sia per la sua implementazione sia per ottenere risultati tangibili e visibili.

È importante sottolineare che, sebbene Lean e Six Sigma siano metodologie efficaci di miglioramento continuo, quando implementate separatamente possono presentare alcune limitazioni. L'integrazione di entrambe le metodologie può superare tali punti deboli, offrendo all'organizzazione maggiore efficienza ed efficacia nel migliorare l'efficienza operativa, la qualità dei prodotti, i costi di produzione e la soddisfazione del cliente, soprattutto in un contesto di mercati globali in continua crescita (Albliwi *et al.*, 2015).

La metodologia *DMAIC* (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) è un approccio ampiamente utilizzato nel contesto di Lean Six Sigma per il miglioramento dei processi.

In particolare, consiste di cinque fasi collegate tra loro (Shankar, 2009):

- *Define*: inizia con l'identificazione di un problema che richiede una soluzione e si conclude con una chiara comprensione della sua ampiezza e con l'approvazione del management, che autorizza il progetto a procedere attraverso un impegno di risorse.
- *Measure*: prevede la raccolta di informazioni di base sul processo identificato nello step precedente. Questi dati sono utilizzati per comprendere meglio cosa sta accadendo esattamente nel processo, le aspettative dei clienti e dove si verificano i problemi.
- *Analyze*: inizia con l'implementazione delle azioni identificate dal team di miglioramento del processo al termine della fase precedente. In seguito, vengono raccolti ulteriori dati sul processo, i quali vengono sottoposti ad un'analisi statistica utilizzando strumenti come test di ipotesi, correlazione e regressione, e analisi della varianza (ANOVA). L'utilizzo di questi strumenti e l'interpretazione dei risultati statistici consente di comprendere meglio le relazioni di causa-effetto nel processo, ovvero quali fattori di input influenzano in modo significativo l'output, cioè il prodotto o il servizio erogato. Se l'analisi non mostra un risultato significativo, si può ignorare quel fattore di input e continuare con l'esecuzione di ulteriori test per scoprire ciò che è significativo per il processo.
- *Improve*: al termine della fase precedente, si ha una maggiore comprensione del processo che si sta cercando di migliorare. Si può utilizzare questa conoscenza per

modellare il processo in termini di input e output. Un importante strumento utilizzato in questa fase è il Design of Experiment (DOE), che permette di creare un modello matematico del processo utilizzando i fattori di input significativi identificati nella fase di Analyze. Ciò aiuta a controllare meglio il comportamento dei fattori di input.

- *Control*: in questa fase si implementano misure di controllo per monitorare i fattori di input significativi che influenzano l'output del processo, al fine di garantire il mantenimento delle migliorie ottenute. Ciò viene fatto attraverso il monitoraggio continuo dei dati e l'elaborazione di report periodici, che consentono di intervenire tempestivamente in caso di deviazioni dal target o di possibili ritorni del problema.

1.7 Il settore orafa

Il settore orafa riguarda “l'insieme delle attività svolte da imprese specializzate nella produzione di manufatti di alta oreficeria, gioielleria e argenteria. Tali manufatti sono realizzati attraverso varie lavorazioni artigianali di metalli pregiati, pietre preziose, pietre dure e lavorazioni affini, che presentano caratteristiche di qualità. Queste caratteristiche includono connotazioni peculiari, sotto il profilo estetico, ideativo-progettuale e tecnico-esecutivo ed esprimono l'eccellente professionalità di chi li ha eseguiti” (Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura di Viterbo, 2015).

La manifattura orafa italiana, riconosciuta nel mondo come comparto manifatturiero che rappresenta la qualità del Made in Italy, è organizzata prevalentemente in distretti (Arezzo, Vicenza, Valenza, Napoli) e comprende circa 7.000 imprese di piccole e medie dimensioni [5].

Dall'inchiesta realizzata tra novembre e dicembre 2023 da Intesa Sanpaolo con il Club degli Orafi Italia, che ha interessato circa 30 delle principali imprese attive nel comparto produttivo e distributivo dell'industria orafa italiana, emerge che anche nel 2023 il settore mostra una buona dinamica, con una crescita del fatturato dell'8,2% nei primi nove mesi, come è possibile osservare dalla Figura 5 (Intesa Sanpaolo, 2023).

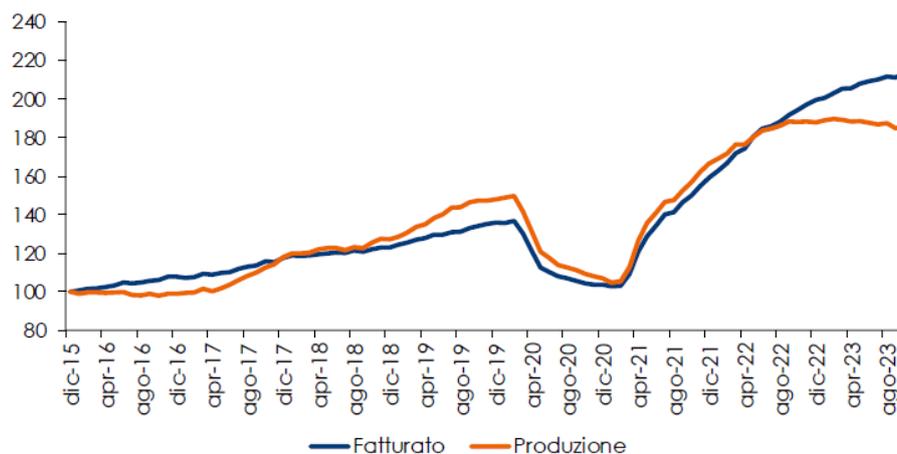


Figura 5. Indice del fatturato e della produzione del settore oreficeria e bigiotteria (medie mobili a 12 termini, 2015=100)
Fonte: (Intesa Sanpaolo, 2023)

La competitività del settore si manifesta in particolare nei mercati esteri: a fronte di una domanda mondiale stabile in quantità, nel periodo gennaio-settembre le esportazioni di gioielli in oro hanno abbondantemente superato i 9 miliardi di euro con un aumento del 10,9% in valore e del 5,6% in quantità (Tabella 1).

Tabella 1. Esportazioni in argento, oro e altri metalli preziosi.
Fonte: Intesa Sanpaolo, 2023

Esportazioni	2022	Variazione % 2022	Variazione % gen-set 2023
Valori (euro)	9.107.624.677	20,2	10,9
Quantità (kg)	925.921	-4,6	5,6

La crescita delle esportazioni ha interessato in modo diffuso i principali mercati di riferimento: nel complesso del settore che comprende anche la bigiotteria e l'argenteria, come è possibile notare dalla Tabella 2, grazie a un balzo del +26,7% la Svizzera si colloca come primo mercato e supera gli Stati Uniti che hanno registrato una crescita del 7,3%. Buona dinamica anche per le esportazioni verso Francia (+16,8%), Hong Kong (+14,6%) e Irlanda (+22,1%), mentre restano sostanzialmente stabili le vendite verso gli Emirati Arabi (-1,4%).

Tabella 2. Le esportazioni di oreficeria italiana per mercati (milioni di € e variazione %).
Fonte: Intesa Sanpaolo, 2023

Paese	2022	Peso 2022	Variazione % 2022	Variazione % gen-set 2023
Stati Uniti	1.526,3	14,7%	12,0	7,3
Svizzera	1.329,6	12,8%	20,9	26,7
Emirati Arabi Uniti	1.130,1	10,9%	20,8	-1,4
Francia	997,8	9,6%	31,0	16,8
Hong Kong	568,7	5,5%	-4,9	14,6
Irlanda	519,5	5,0%	5,0	22,1
Turchia	493,3	4,8%	39,6	58,9
Sudafrica	330,0	3,2%	5,8	-43,5
Germania	272,3	2,6%	26,2	-3,5
Regno Unito	257,9	2,5%	25,7	-19,5
Spagna	181,3	1,8%	30,2	1,3
Messico	162,3	1,6%	43,7	35,1
Repubblica Dominicana	149,3	1,4%	5,5	11,8
Algeria	146,6	1,4%	462,1	-37,2
Panama	137,6	1,3%	57,8	4,1
Totale	10.354,0	100,0%	20,7	11,0

Per il 2024 si potrebbe risentire, soprattutto nella prima parte dell'anno, del rallentamento del ciclo internazionale, conseguenza dell'inflazione e del rialzo dei tassi. Nonostante queste preoccupazioni, il settore mostra una buona consapevolezza della necessità di continuare a investire: nel 2023 in tutte le classi dimensionali si rafforza la percentuale di chi dichiara investimenti in crescita (dal 33% di giugno al 44% attuale).

I fattori che spingono maggiormente le scelte di investimento riguardano l'introduzione e il potenziamento dell'innovazione tecnologica per le imprese più grandi e un rafforzamento dell'identità e dell'immagine aziendale per le imprese più piccole.

In termini di contesto competitivo del settore, quest'ultima rilevazione mostra una diversa percezione delle criticità da affrontare da parte degli operatori: si incrementano i timori per la tenuta della domanda (che diventa la prima difficoltà con il 64% dei rispondenti), a fronte di un ridimensionamento delle difficoltà a reperire manodopera (che passano al quarto posto con una percentuale del 36%). Le sfide competitive si giocano comunque soprattutto verso altri operatori e produttori italiani che distinguono la propria offerta per qualità, artigianalità della produzione e professionalità e che sono visti dal campione come il vero concorrente (Intesa Sanpaolo, 2023).

1.8 Applicazioni della Lean Production al settore orafa

Nell'ultimo decennio, l'industria della gioielleria ha sperimentato importanti cambiamenti, passando da laboratori artigianali a processi produttivi più avanzati. In un mercato sempre più competitivo, i professionisti del settore si impegnano per migliorare l'efficienza e garantire la massima qualità nei loro manufatti. Attraverso l'adozione di tecniche all'avanguardia e l'implementazione di strategie innovative, sono in grado di creare pezzi unici che catturano l'attenzione dei consumatori in tutto il mondo.

L'efficienza riveste un ruolo fondamentale nell'ambito della moderna produzione di gioielli, e l'applicazione dei principi della Lean Production fornisce un modello per l'ottimizzazione dei processi. Attraverso l'eliminazione delle attività non a valore aggiunto e l'ottimizzazione dei flussi di lavoro, è possibile ridurre al minimo i tempi e i costi di produzione, massimizzando al contempo la produttività [6].

In prima battuta, è necessario identificare gli sprechi, che possono essere eliminati in tre fasi del processo produttivo di gioielli (Chandrasekaran, 2011):

- *Fase di progettazione*: la definizione del design è il primo passo del processo di produzione dei gioielli. Consiste nel creare uno schizzo preciso o un rendering mediante software CAD/CAM del gioiello da realizzare, considerando le dimensioni, la forma, i materiali e la finitura desiderata del gioiello. Successivamente, si procede alla realizzazione di un prototipo mediante stampa 3D al fine di ottenere un modello altamente dettagliato e accurato del pezzo (Alsayegh and Khdaif, 2019). Eliminare in modo proattivo le pratiche indesiderate o improduttive in questa fase consente di risparmiare considerevoli sforzi.
- *Fase di pianificazione*: la pianificazione e la programmazione della produzione sono un fattore importante che consente di prevenire perdite di tempo, garantire il controllo dell'inventario e consegne puntuali e aumentare la resa dei processi mediante una pianificazione adeguata.
- *Fase operativa*: il processo produttivo inizia con la realizzazione di modelli in cera del gioiello a partire da stampi in gomma. In particolare, viene iniettata della cera fusa nella cavità di ciascuno stampo e, una volta raffreddati tutti i modelli, vengono estratti e fissati su un supporto in cera per formare un "albero". L'albero in cera verrà successivamente incorporato in un cilindro metallico nel quale viene colato del gesso liquido. Una volta messo in forno il cilindro, il gesso si solidifica

e la cera comincia a sciogliersi fuoriuscendo da appositi fori. La cavità lasciata dalla cera viene, quindi, riempita con oro liquido fuso: l'intero processo è chiamato metodo di fusione a "cera persa", poiché la cera nel gesso viene sostituita con l'oro. Infine, i cilindri vengono estratti dal forno, fatti raffreddare e viene rimosso il gesso per estrarre i semilavorati metallici componenti il gioiello (Figura 6). I singoli componenti vengono successivamente levigati per rimuovere il materiale in eccesso e lucidati, in seguito assemblati con l'ausilio di un dispositivo saldante. Segue una fase di lucidatura approfondita prima e dopo l'incastonatura di diamanti e pietre preziose per conferire lucentezza al gioiello. Infine, il gioiello finito se in oro bianco subisce un processo di placcatura in rodio, che conferisce un aspetto riflettente e una maggiore resistenza all'ossidazione e ai graffi (Alsayegh and Khdair, 2019).

Durante queste lavorazioni emerge la necessità individuare le sette tipologie di *Muda* al fine di ridurle il più possibile.

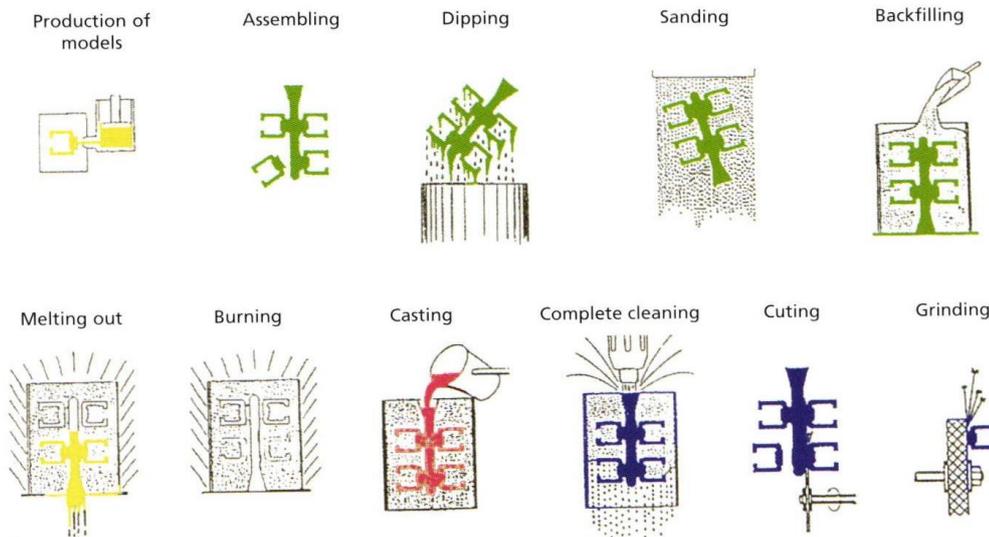


Figura 6. Fasi del processo di fusione a cera persa
Fonte: [7]

Tabella 3 mostra in dettaglio gli sprechi caratteristici del processo produttivo orafa, fornendone una descrizione ed elencando i conseguenti effetti negativi che essi generano.

Tabella 3. Sprechi nella produzione di gioielli
Fonte: Chandrasekaran, 2011

Spreco	Descrizione	Effetti
Rilavorazioni	La maggior parte dei gioielli sono soggetti a rilavorazioni e la percentuale di rilavorazione è generalmente molto elevata a seconda della tecnica di produzione utilizzata e della complessità del design.	<ul style="list-style-type: none"> - Limitano la competitività nella fissazione del prezzo di vendita perché i costi associati alle rilavorazioni sono in ultima analisi a carico dell'acquirente - Non consentono le consegne puntuali, il che causa costi aggiuntivi in termini di straordinari, trasporti e altri costi amministrativi - Rappresentano problemi di qualità che possono raggiungere i clienti, anche se sono in atto metodi di ispezione al 100%. È un dato statistico che l'ispezione al 100% è efficace solo all'85%.
Scarti totali	Pezzi non conformi alle esigenze dei clienti, che devono essere sottoposti ad un processo di fusione non a valore aggiunto per il recupero del metallo prezioso.	<ul style="list-style-type: none"> - I costi degli scarti devono essere assorbiti dalla vendita dei pezzi conformi, quindi dai clienti. - Contribuiscono a circa il 3-5% degli sprechi di produzione totali.
Componenti aggiuntivi	Semilavorati prodotti per compensare gli scarti totali.	- Rappresentano sprechi aggiuntivi, originati per compensare gli scarti originari.
Colli di bottiglia	Il Work In Process si accumula a causa di squilibri nella capacità produttiva.	<ul style="list-style-type: none"> - Manodopera inattiva - Macchinari inattivi - Elevati livelli di Work in Process
Inattività delle macchine	Possono accadere a causa di sistemi di manutenzione inadeguati.	<ul style="list-style-type: none"> - Riduzione della capacità produttiva - Quando le apparecchiature critiche si guastano, le conseguenze possono essere gravi
Scorte di magazzino	Sovrapproduzione di articoli non necessaria.	<ul style="list-style-type: none"> - Le giacenze di magazzino in tutte le fasi, dalla centrale dell'oro allo stoccaggio dei prodotti finiti, sono considerate uno spreco. - I costi di gestione delle scorte possono raggiungere il 25%-30% all'anno.

L'eliminazione degli sprechi consente di creare processi che necessitano di meno sforzo umano, meno spazio, meno capitale e meno tempo per realizzare prodotti e servizi a costi inferiori e con molti meno difetti rispetto ai sistemi aziendali tradizionali. In questo modo le aziende saranno in grado di rispondere ai mutevoli desideri dei clienti con un'elevata varietà di prodotti, alta qualità, bassi costi e tempi di produzione molto rapidi.

Affinché ciò sia possibile, gli operatori del settore orafa possono trarre vantaggio dall'adozione di strumenti Lean che consentono di identificare ed eliminare progressivamente gli sprechi e di migliorare il flusso di lavoro, portando in ultima analisi ad una maggiore efficienza operativa e alla soddisfazione dei clienti.

Gli strumenti del Lean Manufacturing ampiamente utilizzate nelle aziende orafe comprendono (Chandrasekaran, 2011):

- *Metodo 5S*: consente di mantenere le aree di lavoro organizzate e pulite al fine di migliorare l'efficienza del processo produttivo e garantire un ambiente sicuro per gli operatori, riducendo il rischio di incidenti e danni/perdite di materiali preziosi impiegati nella produzione.
- *Visual Management*: ha un ruolo cruciale nel monitorare lo stato di avanzamento degli ordini di produzione, mostrando graficamente la progressione delle fasi di lavorazione dei gioielli. Con l'ausilio di schede visive, i responsabili possono identificare tempestivamente eventuali ritardi o problemi nel flusso di lavoro e intervenire di conseguenza con le misure correttive necessarie.
- *Procedure operative standard (SOP)*: si rivelano essenziali per assicurare che ogni fase della lavorazione dei gioielli venga eseguita con precisione e coerenza. Le SOP delineano i passaggi da seguire per la realizzazione di ogni manufatto, garantendo che ogni componente sia prodotto secondo gli standard qualitativi richiesti e fornendo inoltre una guida per la formazione dei nuovi dipendenti e per il controllo della performance degli operatori esperti.
- *Just-In-Time (JIT)*: la sua adozione consente di ridurre i costi associati alla gestione dello stock e i tempi di consegna, producendo i componenti solo quando sono richiesti e garantendo che i materiali necessari siano disponibili esattamente quando servono. Questo approccio si rivela particolarmente vantaggioso nel settore dei gioielli, dove la rapidità di risposta alle richieste dei clienti è cruciale per il successo dell'azienda.
- *Value Stream Mapping*: permette di identificare le aree di inefficienza e gli sprechi lungo tutte le fasi del processo produttivo dei gioielli, che consentono di ridurre i tempi di consegna e di ridurre i costi operativi.
- *Poka-Yoke*: prevenire errori e difetti è cruciale nella produzione dei gioielli, dove anche una piccola non conformità può compromettere il valore del prodotto finito.

Attraverso la progettazione di processi che rendono difficili gli errori o che li rilevano automaticamente, è possibile ridurre il tasso di difettosità contribuendo nel lungo periodo a migliorare la reputazione dell'azienda per la qualità dei suoi prodotti.

- *Total Productive Maintenance (TPM)*: prevede di mantenere le attrezzature in condizioni ottimali di funzionamento per evitare interruzioni nella produzione. Attraverso il TPM, l'azienda può pianificare ed eseguire la manutenzione preventiva delle macchine, riducendo al minimo i tempi di inattività non pianificati e garantendo un flusso di produzione continuo.
- *Kaizen*: coinvolgere i dipendenti nel processo di miglioramento continuo è fondamentale per promuovere una cultura aziendale orientata alla qualità e all'innovazione dei prodotti. Piccoli miglioramenti, suggeriti e implementati dagli stessi operatori, possono portare a grandi benefici nel lungo termine, sia in termini di efficienza operativa che di soddisfazione dei dipendenti.
- *Six Sigma*: utilizzando le metodologie Six Sigma, l'azienda può identificare e ridurre la variabilità nei processi di produzione, migliorando così la qualità dei gioielli e riducendo al minimo i difetti. L'adozione di tecniche statistiche e analitiche consente di individuare le cause principali dei problemi di qualità e di implementare soluzioni mirate per mitigarli.

In conclusione, lo studio condotto da Chandrasekaran (2011), afferma che l'implementazione di questi strumenti porta ad una serie di benefici chiave per le imprese. Tra questi vantaggi si annoverano, oltre alla riduzione degli scarti e all'aumento della produttività e della qualità, l'introduzione di pratiche innovative per migliorare la competitività, l'induzione di buone pratiche di gestione, il rispetto dei tempi di consegna, la riduzione dei reclami dei clienti, minori requisiti in termini di stock e l'utilizzo ottimale delle risorse, come spazio, manodopera, materiali, attrezzature, energia e materiali di consumo. Inoltre, l'implementazione di tali strumenti favorisce un ambiente di lavoro ordinato e promuove una cultura del miglioramento continuo.

Capitolo 2

Analisi bibliografica e classificazione dei lavori

Il presente capitolo si concentra sull'analisi bibliografica e la classificazione dei lavori in relazione all'argomento oggetto di studio. Il processo di ricerca è stato suddiviso in diverse fasi, che hanno permesso di ottenere una panoramica approfondita dell'argomento.

Nella fase iniziale, è stata effettuata una scrupolosa scelta dell'argomento di ricerca, focalizzandosi sull'applicazione del Lean Thinking alle aziende del settore orafa. Tale scelta è stata guidata principalmente dall'esperienza acquisita durante un periodo di stage presso un'importante azienda del lusso operante in questo contesto, che ha permesso di osservare l'applicazione tangibile degli strumenti e delle metodologie tipici della Lean Production. Successivamente, sono state individuate le fonti di ricerca, al fine di raccogliere la documentazione pertinente.

Per facilitare la ricerca, sono state definite specifiche keywords basate sui concetti principali dell'argomento selezionato. Questi termini hanno permesso di recuperare articoli e report rilevanti per l'analisi.

Si è ritenuto necessario applicare criteri di screening per identificare gli articoli più appropriati. In particolare, sono stati stabiliti criteri di inclusione ed esclusione, allo scopo di garantire la qualità e la rilevanza delle fonti selezionate.

Una volta individuati gli articoli, è stato creato un database bibliografico su Microsoft Excel. Questo database ha permesso di organizzare e schematizzare le principali informazioni degli articoli, fornendo un punto di riferimento per la ricerca.

Al fine di classificare la letteratura all'interno del database, gli articoli sono stati suddivisi in tre macroclassi principali in base agli argomenti affrontati. Per ciascuna macroclasse, è stata fornita una sintesi descrittiva degli articoli, offrendo così una panoramica chiara e completa dei risultati ottenuti.

Questo capitolo fornisce, quindi, una solida base per l'analisi successiva dei risultati riportata nel Capitolo 3, consentendo di comprendere meglio l'applicazione dei principi e degli strumenti della Lean Production nel settore orafa.

2.1 Il processo di ricerca bibliografica

La revisione della letteratura di ricerca è un metodo sistematico, esplicito e riproducibile per identificare, valutare e sintetizzare il corpus esistente di lavori completati e registrati prodotti da ricercatori, studiosi e professionisti (Fink, 2019).

Il processo di ricerca bibliografica adottato in questo studio utilizza come riferimento il modello proposto da Fink (2019), che indica i passi da seguire per condurre una revisione della letteratura scientifica. In particolare, tale processo è consistito nelle seguenti fasi:

1. *Scelta dell'argomento di ricerca*: nel caso specifico, l'argomento selezionato è stato l'applicazione dei principi e degli strumenti della Lean Production alle aziende appartenenti al settore orafa.
2. *Individuazione delle fonti di ricerca*: questa fase ha coinvolto la selezione dei motori di ricerca, banche dati, siti web e riviste, che forniscono documentazione pertinente sull'argomento individuato.
3. *Definizione delle keywords*: riguarda l'individuazione di termini di ricerca sulla base dei concetti principali dell'argomento scelto, al fine di recuperare letteratura rilevante.
4. *Applicazione di criteri di screening*: poiché le ricerche preliminari della letteratura generano spesso un vasto numero di pubblicazioni, è necessario effettuare uno screening per identificare gli articoli attinenti, stabilendo criteri di inclusione ed esclusione nella revisione, come la lingua, la tipologia e la data di pubblicazione.
5. *Creazione di un database bibliografico*: una volta individuati gli articoli pertinenti all'argomento oggetto dell'analisi, le principali informazioni degli articoli appartenenti al campione di ricerca sono state riportate in un file di Microsoft Excel, utilizzato come database di riferimento per la ricerca.
6. *Classificazione della letteratura e sintesi dei risultati*: allo scopo di classificare la letteratura all'interno del database, nel caso specifico si è deciso di suddividere gli articoli in tre macroclassi principali, in relazione alle argomentazioni trattate. In seguito, per ciascuna macroclasse, è stata riportata una sintesi descrittiva degli articoli.

I paragrafi successivi forniranno una descrizione dettagliata di ciascuna fase, offrendo ulteriori dettagli e informazioni sulle attività svolte in ognuna di esse.

2.2 Scelta dell'argomento di ricerca

La scelta dell'argomento rappresenta il primo passo del processo di ricerca ed è stata frutto di un'attenta valutazione delle esigenze e delle sfide specifiche del settore orafa. Nel contesto attuale, caratterizzato da una crescente concorrenza e da un mercato in continua evoluzione, le imprese operanti in questo ambito sono sempre più alla ricerca di soluzioni innovative per migliorare la loro competitività e sostenibilità.

La Lean Production, con i suoi principi di eliminazione degli sprechi e ottimizzazione dei processi, si è dimostrata un approccio di successo in numerosi settori industriali. Tuttavia, nel settore orafa, l'applicazione di tali principi è ancora relativamente poco sviluppata e documentata (Patel and Desai, 2018). Questa lacuna nella letteratura ha suscitato l'interesse per approfondire l'argomento e comprendere come la Lean Production possa essere applicata in modo efficace ed efficiente.

La scelta di focalizzarsi sull'applicazione della Lean Production nel settore orafa è stata motivata da diverse ragioni. Innanzitutto, il settore orafa è caratterizzato da una grande complessità, con una vasta gamma di processi che vanno dalla progettazione alla produzione, dalla gestione del magazzino alla distribuzione. Questa complessità offre molte opportunità per l'implementazione degli strumenti del Lean Manufacturing, poiché ci sono numerosi punti in cui gli sprechi possono essere identificati e ridotti (Mejia-Pajuelo *et al.*, 2020).

Inoltre, il settore orafa è noto per l'alto valore dei suoi prodotti e per l'importanza nel mantenere elevati standard qualitativi. L'applicazione degli strumenti del Lean Thinking può contribuire a migliorare la qualità dei prodotti, riducendo i difetti e i tempi di produzione, aumentando così la soddisfazione del cliente e la reputazione dell'azienda (Kaspin, Khairi and Hassan, 2021).

Infine, durante il periodo di tirocinio trascorso presso un'importante azienda del lusso operante in questo settore, è stata fornita all'autrice l'opportunità di osservare in modo diretto la concreta applicazione degli strumenti e delle metodologie caratteristiche della gestione snella. Questa esperienza ha suscitato un grande interesse per approfondire ulteriormente l'argomento e comprendere come queste pratiche possano essere adattate in modo efficace alle aziende produttrici di gioielli.

2.3 Individuazione delle fonti di ricerca e definizione delle keywords

Nel processo di ricerca, l'identificazione delle fonti rappresenta una fase cruciale che richiede un'approfondita valutazione e selezione. Durante questa fase, è necessario individuare e selezionare con attenzione i motori di ricerca, le banche dati, i siti web e le riviste che forniscono documentazione pertinente sull'argomento in esame. La scelta accurata delle fonti è indispensabile per garantire l'accesso a risorse affidabili e di qualità, che siano in grado di fornire informazioni approfondite e aggiornate (Fink, 2019).

Nel corso della ricerca, sono state utilizzate diverse fonti informative. Oltre ai motori di ricerca *Google Search* e *Google Scholar*, che sono stati impiegati per effettuare una ricerca generale sull'argomento e identificare gli autori di maggiore rilevanza, si è fatto ricorso a *Scopus*, *ResearchGate*, *ScienceDirect*, *Emerald Insight* e *ProQuest*.

In particolare, Scopus è un database multidisciplinare di abstract e citazioni, riconosciuto per la sua affidabilità e ampio campo di copertura nelle diverse discipline scientifiche, che consente agli utenti di tracciare la ricerca, analizzare le citazioni e individuare le tendenze accademiche [8]. ResearchGate è una piattaforma che collega ricercatori e professionisti accademici, facilitando la condivisione di pubblicazioni e la collaborazione [9]. ScienceDirect, database online gestito dalla casa editrice olandese Elsevier, offre accesso a una vasta gamma di riviste e libri scientifici in diverse discipline [10]. Emerald Insight si concentra su discipline come management, economia, ingegneria e scienze sociali, fornendo accesso a riviste e libri accademici [11]. Infine, ProQuest è una piattaforma di ricerca multidisciplinare che offre accesso a una varietà di risorse, tra cui tesi, articoli di giornale e riviste accademiche, coprendo una vasta gamma di discipline [12].

Nell'ambito del processo di ricerca, Scopus ed Emerald Insight sono risultati particolarmente utili per accedere a una vasta gamma di articoli scientifici e condurre una ricerca avanzata utilizzando parole chiave specifiche. Grazie a ScienceDirect e ProQuest, invece, è stato possibile accedere a una vasta selezione di riviste accademiche e condurre una ricerca approfondita per rivista. Questa varietà di fonti ha permesso di ottenere una visione completa e approfondita sull'argomento in questione.

In questo stadio della ricerca, è stato riscontrato un possibile limite da tenere in considerazione. La disponibilità di risorse informative potrebbe essere stata limitata da restrizioni di accesso ad articoli su specifici database o siti web a pagamento. Tuttavia,

grazie all'accesso con le credenziali istituzionali personali del Politecnico di Torino, è stato comunque possibile ottenere pubblicazioni affidabili.

Parallelamente all'identificazione delle fonti, un'altra fase fondamentale del processo di ricerca è la definizione delle keywords. Questo processo acquisisce un'importanza ancora maggiore quando l'argomento di ricerca è specifico e interdisciplinare, come nel caso dell'applicazione di principi e strumenti della Lean Production al settore orafa.

Durante questa fase, è necessario identificare i concetti principali dell'argomento di ricerca e tradurli in termini di ricerca efficaci. Nel caso della produzione snella, sono stati utilizzati anche i suoi sinonimi come "Lean Production", "Lean Manufacturing", "Lean Thinking". I suoi concetti fondamentali possono essere rappresentati da termini come "Continuous Improvement", "Standardized Processes", "Waste Identification", "Waste Reduction", "Just-In-Time", "Kaizen", "Visual Management", "Takt Time", "Operational Efficiency" e "Productivity Improvement". Questi termini riflettono i vari aspetti del pensiero snello, dal miglioramento continuo dei processi alla riduzione degli sprechi, passando per l'efficienza operativa e il miglioramento della produttività.

Il secondo passaggio riguarda l'identificazione degli strumenti specifici promossi da questa filosofia. Questi includono "5S", "Value Stream Mapping", "Kanban", "Poka-Yoke", "Andon", "TPM", "SMED", "Five Whys", "Gemba Walk", "PDCA Cycle", "Lean Six Sigma", "DMAIC", "Lean Green". Si tratta di strumenti e metodi pratici che vengono utilizzati per implementare i principi teorici della Lean Production nel mondo reale.

Per quanto riguarda il settore orafa, i termini iniziali individuati sono "gold production", "gold manufacturing", "jewels production", "jewels manufacturing" e "jewellery/jewelry industry", "jewellery/jewelry sector". Questi termini forniscono un punto di partenza generale per la ricerca. Tuttavia, per un'analisi più dettagliata, è stato ritenuto utile approfondire con termini più specifici come "goldsmith" e "foundry", che si riferiscono rispettivamente ad una lavorazione artigianale dei metalli e al luogo dove questi vengono fusi.

Una volta identificati i termini chiave, questi sono stati utilizzati per formulare delle query di ricerca, che combinano i concetti chiave della filosofia Lean con il contesto specifico del settore della produzione orafa, permettendo di ottenere risultati di ricerca pertinenti.

Inoltre, l'uso di sinonimi, acronimi o parole chiave correlate ha consentito di ampliare la ricerca e di garantire che nessun aspetto importante dell'argomento venisse trascurato.

L'Appendice A – Keywords e Research Queries riporta l'elenco completo delle parole chiave e delle query di ricerca utilizzate.

2.4 Criteri di screening e creazione del database bibliografico

Dopo aver condotto una ricerca preliminare della letteratura, che ha generato un gran numero di pubblicazioni, è stato svolto un processo di screening per identificare gli articoli che sono veramente attinenti all'argomento di ricerca. Ciò è stato fatto stabilendo criteri di inclusione ed esclusione che sono stati applicati a tutte le pubblicazioni trovate. Questi criteri possono includere aspetti come la lingua dell'articolo, il tipo di pubblicazione e la data di pubblicazione.

Nel caso specifico, sono stati analizzati documenti solo in lingua inglese e sono stati esclusi dalla selezione tesi, libri e capitoli di libri, nonché articoli web, concentrandosi invece su articoli scientifici, conference papers e conference reviews. Questa decisione è stata motivata dalla considerazione che tali tipologie di pubblicazioni tendono a presentare un elevato grado di rigore scientifico e sono usualmente sottoposte a revisione paritaria, assicurando in tal modo l'affidabilità delle informazioni in esse contenute.

Non sono stati introdotti vincoli sulla data di pubblicazione in quanto l'argomento della ricerca può essere influenzato da sviluppi e conoscenze storiche, e limitare la data di pubblicazione potrebbe escludere lavori di ricerca rilevanti e informativi che forniscono un contesto prezioso o una prospettiva unica sull'argomento.

Una volta stabiliti i criteri, si è proceduto alla lettura dei titoli e degli abstract degli articoli per identificare quelli che sembrano essere più idonei. Dopo la selezione iniziale, gli articoli ritenuti pertinenti sono stati soggetti a un'analisi più dettagliata. Questa fase ha comportato la lettura completa degli articoli per comprendere a fondo il loro contenuto e valutare la loro rilevanza per l'argomento di ricerca. In alcuni casi, articoli che sembravano attinenti sulla base del titolo e dell'abstract sono stati esclusi dopo un esame più attento del loro contenuto. In totale, sono stati identificati 18 articoli.

Successivamente, è stata condotta un'analisi critica degli articoli selezionati. Questa analisi ha riguardato l'approccio metodologico utilizzato dagli autori, la validità dei risultati e le conclusioni tratte. Questo passaggio è fondamentale per valutare la qualità della ricerca esistente e identificare eventuali lacune o limitazioni che potrebbero essere indirizzate in ricerche future.

Infine, i risultati delle diverse pubblicazioni sono stati sintetizzati e integrati in un file di Microsoft Excel per formare una visione complessiva dell'argomento di ricerca (Appendice B – Tabella bibliografica). Questa sintesi ha permesso di identificare i temi comuni, le tendenze emergenti e le aree di disaccordo tra i diversi studi. Per ciascun articolo sono state riportate le seguenti informazioni:

- Numero progressivo
- Autore/i
- Anno di pubblicazione
- Titolo
- Nome della Rivista/Conferenza
- Volume e numero
- Pagine
- Nazionalità degli autori
- Codice DOI
- Obiettivo
- Metodologia
- Dati in input
- Risultati
- Spunti di ricerca futuri

2.5 Classificazione bibliografica e sintesi dei risultati

Nel contesto della presente tesi, la classificazione bibliografica si configura come un elemento chiave nel processo di organizzazione e analisi della letteratura selezionata in merito all'applicazione dei principi metodologie del Lean Manufacturing alle aziende appartenenti alla supply chain orafa.

Al fine di strutturare in maniera chiara e significativa il corpus di articoli presenti nel database di riferimento, è stato adottato un approccio che prevede la suddivisione degli stessi in tre macroclassi principali, sulla base delle principali tematiche emerse dalla loro lettura approfondita:

- **Production Processes and Workplace Improvement Practices:** si concentra sull'analisi e sull'implementazione di pratiche e strumenti volti a ottimizzare i processi produttivi e a promuovere un ambiente di lavoro efficiente e sicuro.
- **Defects and Gold Scraps Reduction and Quality Improvement Practices:** riguarda l'attuazione di metodologie e strumenti finalizzati all'identificazione e alla riduzione dei difetti, delle perdite e degli scarti d'oro e al miglioramento complessivo della qualità nei processi produttivi.
- **Integration of Lean Thinking with Other Theories:** tratta dell'applicazione dei principi del pensiero Lean in combinazione con altre teorie e metodologie, come la Theory of Constraints, le pratiche di Lean Green e il Supply Chain Engineering, per massimizzare l'efficienza operativa, migliorare la qualità del prodotto, ottimizzare i processi di produzione e promuovere la sostenibilità ambientale.

Figura 7 presenta la distribuzione del numero di articoli tra le tre macroclassi identificate.

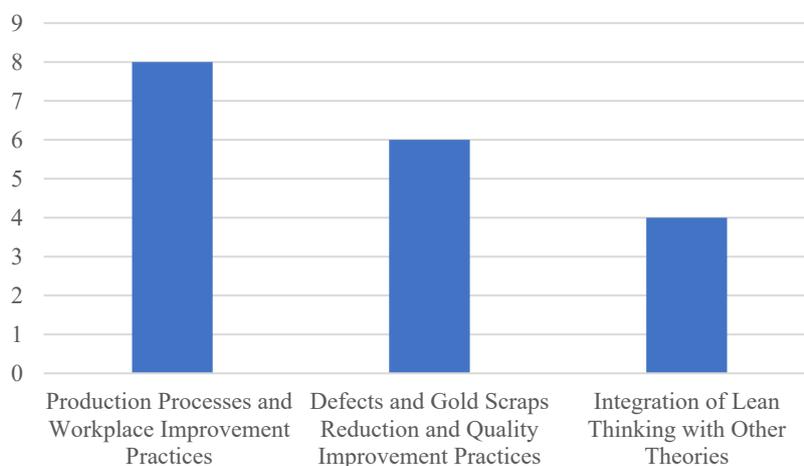


Figura 7. Distribuzione del numero di articoli tra le macroclassi individuate

Tale approccio si è rivelato essere essenziale per comprendere, ordinare e analizzare i risultati della ricerca bibliografica secondo le principali argomentazioni trattate, permettendo di esplorare le diverse tendenze, problematiche e differenze significative tra gli articoli. Questa suddivisione mirata non solo rende più efficiente la ricerca consentendo di concentrarsi su aree di interesse specifiche, ma costituisce un approccio strategico per esplorare in profondità l'applicazione dei principi e strumenti della Lean Production nel settore orafa.

2.5.1 Production Processes and Workplace Improvement Practices

Nella macroclasse *Production Processes and Workplace Improvement Practices*, sono esaminate le strategie e le pratiche adottate dalle aziende del settore orafa per ottimizzare i processi produttivi e migliorare l'ambiente lavorativo.

Le pratiche Lean, ampiamente adottate, si rivelano strumenti di grande efficacia nel raggiungere obiettivi come l'incremento della produttività, la riduzione degli sprechi e l'ottimizzazione delle risorse. Gli otto articoli inclusi in questa macroclasse si focalizzano su diverse metodologie, tra cui l'implementazione degli strumenti 5S, Kanban, Visual Management e TPM, l'applicazione del metodo DMAIC Six Sigma, l'analisi dei processi produttivi e la simulazione per il miglioramento dell'efficienza.

In particolare, i risultati di tali pratiche si traducono in miglioramenti tangibili nei processi produttivi, nella gestione degli inventari, nella riduzione dei tempi morti e nella creazione di ambienti di lavoro più organizzati ed efficienti. I vantaggi comprendono la riduzione dei costi, un notevole incremento della produttività, e un aumento della qualità e della soddisfazione dei dipendenti.

Nei paragrafi successivi, verrà fornita un'analisi approfondita di ciascun articolo, esplorando gli obiettivi, le metodologie adottate e i risultati ottenuti, per offrire una visione dettagliata sulle specifiche contribuzioni di ciascuna ricerca.

Implementing A 5S Program In A Jewelry Manufacturing Environment (Hill, 2003)

La ricerca si concentra sull'implementazione di un programma 5S in un'organizzazione manifatturiera orafa, con l'obiettivo di migliorare i processi produttivi, ottenere risparmi di costi e utilizzare in modo più efficiente le risorse. La metodologia adottata si basa sull'analisi della resistenza all'implementazione del programma 5S e sulle strategie per superare tale resistenza. Si sottolinea l'importanza dell'approvazione della direzione, della formazione di un team dedicato, dell'istruzione interna, della definizione dei confini delle aree di lavoro, dell'installazione di bacheche di comunicazione e della valutazione delle aree funzionali. Inoltre, vengono fornite linee guida per la standardizzazione del codice colore e della segnaletica, con un'enfasi sull'importanza di una revisione regolare e dell'aggiornamento del Quadro di Progresso 5S (*5S Progress Chart*).

I risultati evidenziano miglioramenti nei processi produttivi, risparmi di costi e una migliore utilizzazione delle risorse (Figura 8). L'implementazione del programma 5S ha portato a risultati positivi in termini di qualità, tempi di inattività, spese e morale. In particolare, lo studio sottolinea l'importanza della gestione dell'organizzazione, dell'ordine, della pulizia, della standardizzazione e della disciplina, con l'obiettivo di migliorare l'efficienza, ridurre i costi e creare un senso di orgoglio e soddisfazione sul luogo di lavoro.



Figura 8. Prima e dopo l'implementazione del metodo 5S
Fonte: Hill, 2003

Designing Jewellery Manufacturing Industry Productivity Improvement Using DMAIC Method (Lukitaputri and Dachyar, 2015)

L'obiettivo della ricerca è quello di migliorare la produttività in un'impresa manifatturiera di gioielli in Indonesia attraverso l'applicazione del metodo DMAIC Six Sigma. Utilizzando come caso di studio un'azienda manifatturiera di gioielli a Bali, sono stati inizialmente identificati problemi legati ai ritardi nelle consegne, alla produzione variabile, ai costi elevati di inventario, ai prodotti difettosi e ai macchinari poco performanti. Successivamente, lo studio si focalizza sulla descrizione di ciascuna fase del framework DMAIC. Nella fase di Definizione, è stato utilizzato un diagramma SIPOC (Supplier-Input-Process-Output-Customer) per identificare il problema. Nella fase di Misurazione, sono stati raccolti dati primari e secondari tramite questionari e analisi dei dati aziendali. Nella fase di Analisi, sono stati utilizzati il metodo TOPSIS-AHP e il Decision Tree per valutare le alternative. Nella fase di Miglioramento, è stata selezionata un'alternativa e sono state progettate azioni di miglioramento. Nella fase di Controllo, sono stati utilizzati indicatori di performance per monitorare i risultati.

I risultati ottenuti mostrano come siano state identificate tre principali aree di miglioramento della produttività: produttività del lavoro, dei materiali e del capitale. Tra le nove alternative considerate (Figura 9), l'implementazione di un sistema di pianificazione giornaliera (*Daily Planning System*) per tutti i dipendenti è stata identificata come l'alternativa con la priorità più alta, con un aumento stimato della produttività del 47%. Per monitorare le prestazioni complessive dell'azienda, si sottolinea l'importanza di stabilire un sistema di gestione delle prestazioni aziendali. Inoltre, si misura l'efficienza del lavoro attraverso KPIs come l'*Overall Worker Efficiency* (OWE). A supporto, vengono suggerite alcune strategie, tra cui la progettazione dei processi aziendali, il miglioramento del sistema ERP, la creazione di un sistema di notifica e l'adozione di nuove politiche aziendali e strumenti di misurazione delle prestazioni.

Studi futuri potrebbero effettuare una validazione dello studio tramite l'implementazione dell'alternativa selezionata nel settore di riferimento, soprattutto in aree in cui sono ampiamente utilizzati giudizi di esperti.

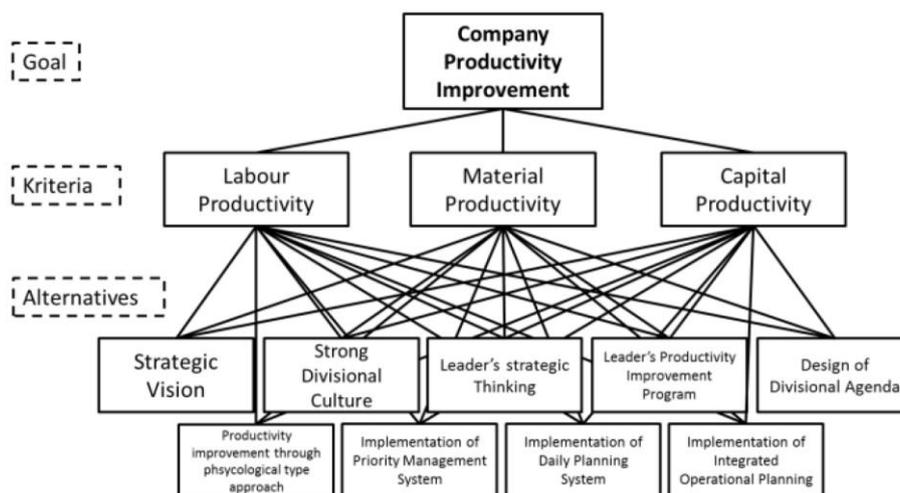


Figura 9. Gerarchia di metodi alternativi selezionati per migliorare la produttività
 Fonte: Lukitaputri and Dachyar, 2015

Productivity Improvement Through Lean Principles In An Indian SME (Ankit et al., 2018)

L'articolo si propone di esaminare l'implementazione dei principi Lean in una piccola-media impresa in India, con un focus sull'ottimizzazione della gestione degli inventari e sull'aumento della produttività.

La metodologia impiegata per raggiungere questo obiettivo comprende la revisione della letteratura esistente, la definizione dei problemi attuali dell'azienda, la creazione di un organigramma, la definizione dei ruoli e delle responsabilità, nonché l'implementazione della metodologia 5S nelle aree di stoccaggio, negli uffici e nelle aree di produzione. Si mettono in luce le pratiche attuali di gestione dell'inventario e si propongono soluzioni per migliorarle, tra cui l'uso di formule per la dimensione ottimale del lotto, calcoli dei costi e posizionamento degli ordini.

I risultati ottenuti dall'implementazione dei principi Lean hanno evidenziato miglioramenti significativi nella gestione dell'inventario e nell'efficienza complessiva. L'implementazione della metodologia 5S ha portato a una maggiore organizzazione e visibilità degli oggetti, riducendo il tempo impiegato per trovare gli articoli e migliorando la gestione complessiva dell'inventario. Inoltre, l'implementazione di un sistema di Kanban ha contribuito a minimizzare gli sprechi e i costi operativi, migliorando l'efficienza complessiva. La gestione dell'inventario è stata ottimizzata attraverso

l'implementazione di procedure specifiche per l'approvvigionamento degli strumenti, la definizione di livelli di riordino e l'ottimizzazione della quantità di prodotti acquistati. Inoltre, l'implementazione di ruoli e responsabilità ben definiti ha contribuito a creare una struttura più flessibile e un ambiente aziendale più funzionale.

Analysis and Improvement of Processes in the Jewelry Industry (Rocha et al., 2018)

La finalità principale dell'articolo è esaminare l'implementazione di alcuni strumenti della Lean Production e del software MES per migliorare la gestione e il controllo dei processi produttivi nell'azienda Flamingo S. A., situata a Gondomar (Portogallo).

La metodologia adottata per lo studio è stata avviata con una revisione della letteratura scientifica, attraverso articoli che trattano l'analisi e il miglioramento dei processi produttivi. Successivamente, sono stati applicati diversi strumenti della filosofia Lean, come il sistema Pull, un Kanban Board System (Figura 10), il 5S (Figura 11), il Kaizen, il Visual Management e l'adozione di procedure standardizzate con l'obiettivo di migliorare l'organizzazione della produzione. Inoltre, è stata implementata una versione beta del software MES chiamata Flow Manufacturing, che mostra in tempo reale lo stato attuale dell'intero processo produttivo.

In seguito al lavoro svolto, l'azienda in questione ha potuto ottenere i seguenti vantaggi: maggiore organizzazione produttiva; standardizzazione delle procedure; fornire ai lavoratori buone pratiche; conferire al responsabile della produzione il controllo dell'intero processo produttivo; e la generazione di report utili per facilitare il processo decisionale.

Si conclude, quindi, che tutti gli strumenti implementati in questo studio hanno rafforzato la competitività dell'organizzazione, che è sostenuta dalla standardizzazione dell'organizzazione e dei processi. Si intende, quindi, incoraggiare l'implementazione degli strumenti sopra menzionati in tutti i settori dell'azienda, in particolare la filosofia Lean Thinking e la registrazione delle abitudini che apporteranno nuove opportunità all'azienda in un'ottica di riduzione dei tempi sprecati e promuovere il miglioramento continuo, aumentando allo stesso tempo la soddisfazione dei clienti.



DESCRIPTION	
Order n°	
Quantity	
Sector	
In	/ /201_, _h_
Out	/ /201_, _h_
Obs	

Figura 10. Kanban Board System (sulla destra il dettaglio della Kanban Card progettata)
Fonte: Rocha et al., 2018



Figura 11. Implementazione della metodologia 5S nella preparazione del settore materie prime
Fonte: Rocha et al., 2018

Simulation For Jewelry Production Process Improvement Using Line Balancing: A Case Study (Supsomboon, 2019)

L'articolo discute l'uso della simulazione e del metodo del bilanciamento delle linee per migliorare l'efficienza del processo produttivo in un'azienda produttrice di gioielli, al fine di minimizzare i colli di bottiglia e determinare un numero minimo di lavoratori e macchine nei processi di creazione dei modelli in cera e di fusione.

Il problema che ha spinto a realizzare questo studio è stato la difficoltà nel pianificare la produzione a causa della diversità dei prodotti e dell'incertezza della domanda. Questa situazione ha portato a un sistema di produzione sbilanciato, causando una bassa efficienza del processo. Inoltre, l'azienda si è trovata di fronte a una capacità produttiva

insufficiente a causa dell'aumento continuo della domanda, con particolare attenzione all'area di fusione che presentava i maggiori colli di bottiglia e tempi morti dei lavoratori. A partire da uno studio preliminare del processo attuale, sono stati raccolti informazioni e dati utili presso l'impianto produttivo ed è stato calcolato il takt time sulla base della velocità di produzione desiderata. Successivamente, è stata applicata la teoria del bilanciamento delle linee per determinare il numero minimo di lavoratori e macchine per ciascuna stazione in tre modelli alternativi, sulla base di diversi tassi di produzione progettati secondo la previsione di aumento della domanda (Modello 1 con throughput target di 900 unità/giorno, Modello 2 con throughput target di 1500 unità/giorno e Modello 3 con throughput target di 2100 unità/giorno).

Sono stati, quindi, creati modelli di simulazione per simulare il processo con il numero di lavoratori e il numero di macchine ottenute dall'applicazione del modello di bilanciamento delle linee. Le prestazioni di ciascun modello vengono misurate in base al numero medio di throughput giornaliero e all'utilizzo dei lavoratori.

Tutti i modelli di simulazione mostrano risultati favorevoli che consentono di raggiungere il tasso di produzione con il numero minimo di lavoratori. Emerge, tuttavia, un numero di lavoratori diverso tra il calcolo mediante il metodo del bilanciamento delle linee e la simulazione a causa di blocchi e attese nel sistema. Si è dimostrato che i risultati della simulazione non solo predeterminano il tasso di produzione medio del processo modificato, ma forniscono anche l'utilizzo dei lavoratori nel sistema.

Application of Lean Manufacturing Principles in Gold Industry (Alsayegh and Khdaif, 2019)

Questo articolo si concentra sull'applicazione dei principi della Lean Production in un'azienda del settore dell'oro e della gioielleria (AbdulGhani Gold Company), con particolare attenzione alla riduzione degli sprechi e al miglioramento dell'efficienza operativa. L'obiettivo principale è quello di dimostrare come l'implementazione di pratiche Lean possa portare a miglioramenti significativi in termini di tempi di produzione, capacità e qualità.

La metodologia impiegata si basa sull'analisi dettagliata dei processi produttivi esistenti nel settore dell'oro e della gioielleria, identificando le aree di spreco e inefficienza.

Successivamente, vengono applicati i principi della produzione snella, con particolare enfasi sull'implementazione del Total Productive Maintenance (TPM). Viene presentato un caso studio dettagliato che illustra passo dopo passo l'applicazione pratica di tali principi.

L'implementazione delle pratiche Lean ha portato a miglioramenti significativi in termini di tempi di produzione ridotti, maggiore capacità operativa e miglioramento della qualità. In particolare, la produttività è aumentata del 50%, l'inventario del WIP è diminuito del 100%, la qualità è migliorata del 95% e l'utilizzo dello spazio è diminuito del 75%. Inoltre, sono stati apportati miglioramenti significativi nelle funzioni amministrative, come la riduzione degli errori di elaborazione degli ordini, l'ottimizzazione delle funzioni di assistenza clienti, la riduzione della carta nei settori dell'ufficio e la documentazione e razionalizzazione delle fasi di elaborazione. Sono stati implementati miglioramenti strategici, come l'implementazione di una campagna di marketing che ha portato a un aumento del 15% degli ordini di vendita.

Tuttavia, l'implementazione di pratiche Lean può incontrare diverse barriere all'interno di un'organizzazione, come la resistenza al cambiamento da parte dei dipendenti e la mancanza di comprensione e supporto da parte del management.

Comprehensive Management Model For Increasing The Competitiveness Of Small And Medium Artisan Jewelry Enterprises In Peru (Mejia-Pajuelo et al., 2020)

Lo scopo di questo articolo è sviluppare un modello di gestione completo, appositamente progettato per le piccole e medie imprese del settore della gioielleria in Perù, con l'obiettivo di aumentarne la competitività attraverso il miglioramento delle vendite, del design, della produzione, della distribuzione e della supply chain.

Il modello di gestione comprende tre filosofie principali: Lean Manufacturing per identificare le attività che aggiungono valore e riducono gli sprechi, Lean Green per promuovere la cura ambientale e una cultura di lavoro equa e amichevole, e infine la gestione organizzativa per migliorare l'efficienza e l'efficacia delle attività aziendali. Il modello è strutturato in quattro fasi: pianificazione, organizzazione, leadership e controllo. Viene fornito un esempio di gestione in tre aree principali: area vendite, area di design, area di produzione (Figura 12). Viene condotto un caso studio con un'azienda

gioielliera, l'Expresat Artisan Jewelry di Lima (Peru), per validare l'efficacia del modello.

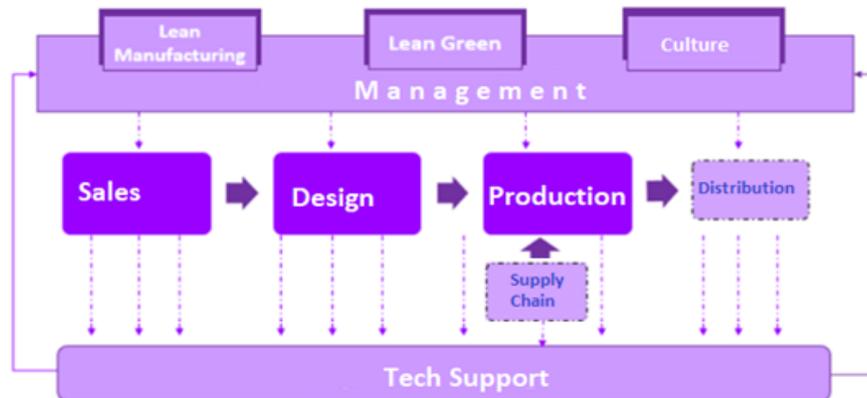


Figura 12. Comprehensive Management Model
Fonte: Mejia-Pajuelo et al., 2020

Lo studio evidenzia il successo del modello di gestione globale, portando ad un aumento delle vendite, della produttività e della qualità. La combinazione di canali di vendita online e negozi fisici ha semplificato il lavoro dei venditori, rafforzando le relazioni con i clienti. Le strategie di incentivazione della forza di vendita hanno stimolato il personale, con un aumento delle vendite del 80%. L'uso efficace di strumenti Lean ha progressivamente migliorato la produttività e l'efficienza, mentre le modifiche organizzative e di layout applicate al reparto produttivo hanno ottimizzato il collegamento tra postazioni di lavoro, riducendo i ritardi causati da spostamenti non necessari. Lo strumento Cobacabana ha migliorato il controllo degli ordini completati, eliminando i tempi di fermo dovuti a mancanza di informazioni e garantendo la qualità attraverso un sigillo di conformità prima della spedizione. L'internazionalizzazione nell'area progettazione ha drasticamente ridotto i tempi di progettazione, aggiungendo valore al servizio al cliente e migliorando i tempi di risposta.

Le tre filosofie gestionali, inclusa la Lean Production, hanno creato una cultura aziendale inclusiva, incentivando tutti i membri del personale a generare valore per l'azienda. Questo ha favorito un clima organizzativo positivo, con un forte senso di identificazione dei dipendenti con i valori e la mission dell'azienda, riflettendosi nell'aumento della redditività. Infine, la filosofia Green ha aumentato la consapevolezza degli operatori riguardo l'impatto ambientale delle loro operazioni, promuovendo un approccio responsabile al lavoro.

Increasing Time Efficiency in Jewellery Industry Using Lean Manufacturing Principles
(Dasgupta *et al.*, 2023)

L'articolo si propone di esaminare l'implementazione dei principi della Lean Production in diversi dipartimenti di un'azienda orafa (V.D Jewels and Artisons Pvt. Ltd), situata a Mumbai (India), al fine di aumentare l'efficienza temporale.

Per raggiungere questo obiettivo, è stata svolta una revisione della letteratura per comprendere lo stato dell'arte, seguita da un'analisi dei tempi in vari reparti dell'azienda per determinare l'ambito complessivo di miglioramento. In seguito, è stata prevista l'implementazione di strumenti come 5S, Kanban e un sistema di runner per migliorare l'efficienza operativa.

I risultati dell'implementazione dei principi della produzione snella presso l'azienda orafa oggetto di studio hanno dimostrato significativi risparmi di tempo e un aumento della produttività complessiva, contribuendo a ottimizzare i processi operativi e a migliorare la gestione dei materiali e delle risorse. In particolare, l'azienda ha registrato una riduzione del tempo non a valore aggiunto di circa 50 minuti per lavoratore al giorno. Questo indica un impatto tangibile sull'efficienza operativa e sottolinea l'efficacia delle pratiche Lean utilizzate.

Spunti di ricerca futuri includono lo sviluppo del sistema ERP, la creazione di un sistema di notifiche, il riutilizzo dei sottoprodotti, l'implementazione di un sistema a barcode per favorire la tracciabilità e l'aumento della ridondanza delle macchine. Inoltre, si prospettano ricerche future sull'elettroplaccatura, l'analisi TOPSIS e l'implementazione di un'interfaccia MES.

2.5.2 Defects and Gold Scraps Reduction and Quality Improvement Practices

La macroclasse *Defects and Gold Scraps Reduction and Quality Improvement Practices* si concentra sulle metodologie e le pratiche utilizzate per identificare e ridurre i difetti e gli scarti d'oro, nonché per migliorare la qualità all'interno delle aziende del settore orafa. I sei articoli inclusi in questa categoria dimostrano un impegno significativo nel comprendere e affrontare le sfide specifiche legate alla raccolta e alla gestione degli scarti nell'industria dei gioielli.

Questi articoli evidenziano l'adozione di varie metodologie e strumenti Lean per affrontare i problemi legati agli sprechi e alla qualità. In particolare, si notano pratiche come il DMAIC Lean Six Sigma, il Total Quality Management e il Continuous Improvement, che sono state applicate con l'obiettivo di migliorare i processi e ridurre i difetti.

Uno dei principali temi che emergono è la necessità di identificare le cause profonde dei difetti e degli sprechi attraverso analisi approfondite e strumenti specifici. L'uso di strumenti come il Value Stream Mapping, la Root Cause Analysis e la Why-Why Analysis ha consentito di individuare le aree critiche e implementare soluzioni mirate.

Gli articoli analizzati mettono in luce anche le sfide incontrate dalle aziende nell'implementare queste pratiche. Tra queste sfide, la mancanza di conoscenza, i costi di implementazione e la resistenza al cambiamento sono comuni. Tuttavia, i benefici derivanti dall'adozione di tali pratiche sono evidenti, con miglioramenti significativi nella riduzione degli sprechi, nell'efficienza operativa e nella qualità del prodotto.

Infine, gli articoli sottolineano l'importanza di promuovere una cultura aziendale orientata al miglioramento continuo e alla gestione efficace degli sprechi. L'istituzione di procedure operative standard (SOPs), la formazione del personale e la creazione di processi più efficienti sono tutti elementi chiave per il successo dell'implementazione delle pratiche Lean.

Nei paragrafi successivi, verrà riportato in sintesi il contenuto di ciascun articolo, fornendo una panoramica dettagliata delle metodologie utilizzate, dei risultati ottenuti e delle implicazioni pratiche per le aziende del settore orafa.

The Lean Manufacturing Tools In Polish Foundries (Janerka and Jezierski, 2013)

L'articolo si propone di esaminare l'implementazione degli strumenti di Lean Manufacturing nelle fonderie polacche, con particolare attenzione al livello di implementazione, alle ragioni per cui alcuni strumenti non sono stati adottati e alle implicazioni di ciò per il settore delle fonderie. Rileva l'importanza di come i sistemi di gestione della qualità, inclusi gli strumenti di Lean Manufacturing, possano contribuire al miglioramento della qualità, all'organizzazione del luogo di lavoro e all'utilizzo efficiente delle risorse.

Per raggiungere questo obiettivo, è stata condotta un'indagine per valutare il livello di implementazione degli strumenti Lean Manufacturing nelle fonderie polacche. La metodologia ha coinvolto la somministrazione di un questionario per raccogliere dati direttamente da un campione di 300 fonderie.

I risultati dell'indagine hanno mostrato che solo il 29% delle fonderie aveva implementato tali strumenti. Tra gli strumenti specifici, il sistema 5S è emerso come il più comunemente utilizzato, seguito dal metodo SMED e dal TPM. Le ragioni principali per non aver implementato tali strumenti erano la mancanza di conoscenza e i costi di implementazione. Inoltre, solo il 71% dei partecipanti ha confermato che c'erano benefici per la fonderia dopo l'implementazione degli strumenti Lean (Figura 13).

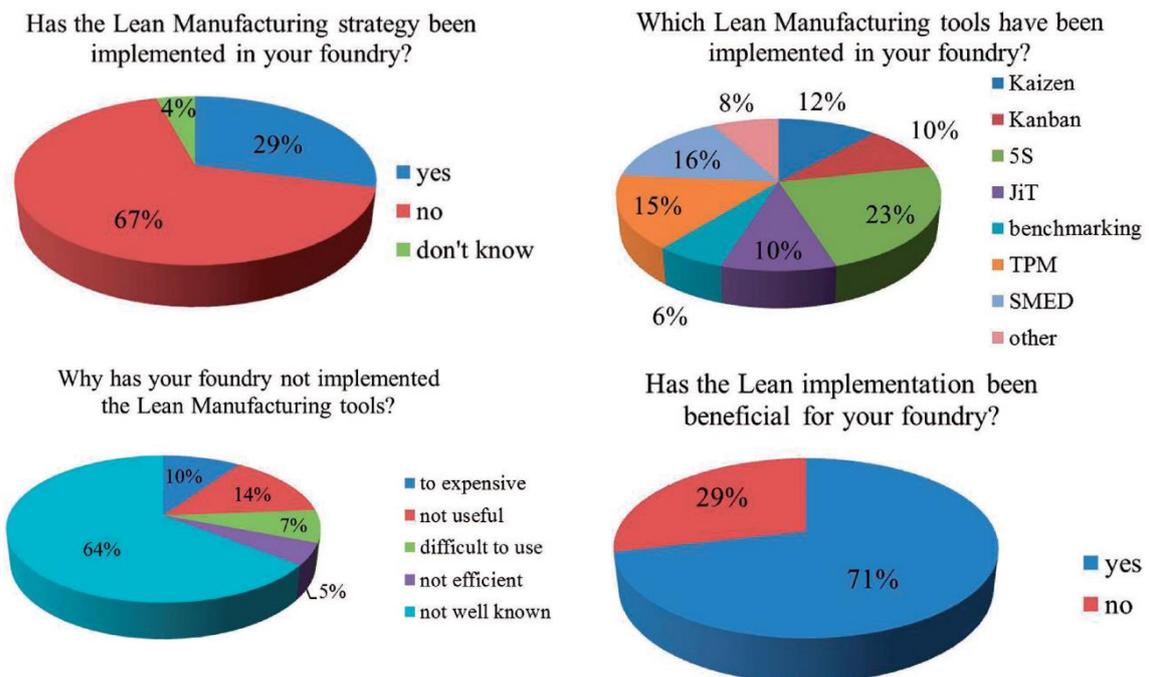


Figura 13. Principali risultati derivanti dall'indagine sul livello di implementazione della Lean production nelle fonderie polacche Fonte: Janerka and Jezierski, 2013

L'articolo conclude sottolineando la necessità di maggiori sforzi educativi e di promozione degli strumenti Lean Manufacturing, in particolare quelli che sono più convenienti in termini di costi.

Defect Reduction By DMAIC Method: A Case Study Of A Jewelry Manufacturer
(Chartmongkoljaroen *et al.*, 2019)

Lo scopo di questa pubblicazione è quello di esaminare l'applicazione della metodologia DMAIC Lean Six Sigma per migliorare i processi e ridurre i difetti nelle organizzazioni, concentrandosi su un caso studio di un produttore di gioielli (Jemm Company) che mira a ridurre il tasso di difetti delle resine nel reparto di modellazione.

La metodologia DMAIC è stata impiegata per analizzare e identificare le cause profonde dei difetti, migliorare i processi di modellazione e ridurre il tasso di difetti. Sono state utilizzate anche mappe dei processi e diagrammi causa-effetto per l'analisi dei dati e la risoluzione dei problemi.

Il risultato principale ottenuto in questo caso studio è stata una significativa riduzione del tasso di difetti delle resine durante il processo di modellazione. La metodologia DMAIC ha aiutato a identificare otto cause principali dei difetti, che sono state suddivise in quattro categorie nel diagramma causa-effetto (Figura 14). La ricerca si è concentrata su due categorie, ovvero i metodi e la manodopera. Sono state proposte cinque soluzioni per risolvere il problema dei difetti, nonché alcune strategie di controllo per misurare e mantenere i miglioramenti.

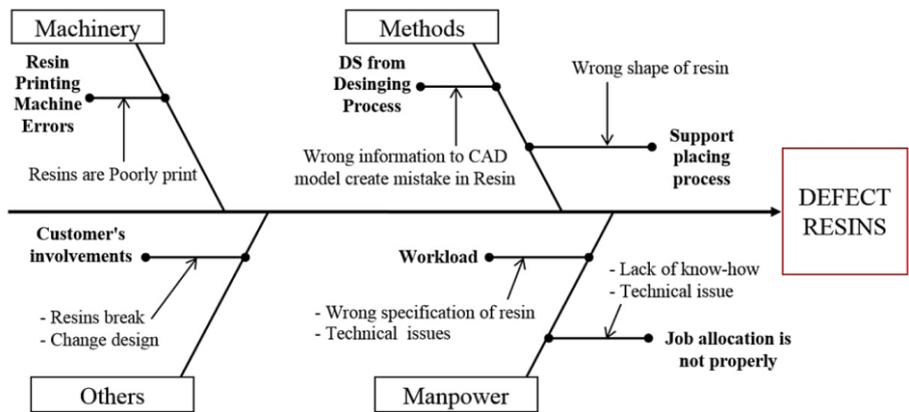


Figura 14. Diagramma causa-effetto dei difetti sulle resine
Fonte: Chartmongkoljaroen *et al.*, 2019

L'azienda ha tratto numerosi benefici da questa ricerca, tra cui una significativa diminuzione della percentuale di stampa delle resine, passando da più di tre volte a stampare solo una o due volte. L'azienda ha anche ridotto gli sprechi in termini di risorse, come tempo, sforzi e costi di ristampa delle resine.

The Application of Continuous Improvement (CI) Methodology in Small-Scale (SME) Jewellery/Gold Fabricators & Refiners toward Efficient Work Process in Waste Management (Kaspin, Khairi and Hassan, 2021)

L'obiettivo principale di questo articolo è quello di analizzare l'importanza delle applicazioni di Continuous Improvement nel processo produttivo di oro e gioielli delle piccole e medie imprese del Kelantan (Malesia). Si evidenzia l'inefficienza dei produttori durante il processo di fabbricazione, che contribuisce direttamente alla potenziale perdita di oro sotto forma di scarti, con conseguenze sulla marginalità di profitto e sulla qualità compromessa dei prodotti finali. L'adozione di applicazioni e pratiche appropriate di gestione della qualità è cruciale per migliorare l'efficienza operativa e la sostenibilità della gestione degli scarti d'oro.

Inizialmente sono stati indentificati i fattori che contribuiscono alle perdite d'oro durante il processo di fabbricazione di gioielli, come la mancanza di routine e strutture adeguate per la raccolta degli scarti, l'utilizzo di tecniche produttive manuali, la complessità dei design tradizionali, la scarsa manutenzione e obsolescenza dei macchinari, la mancanza di standard nelle pratiche di pulizia e l'uso improprio di prodotti chimici che causa inquinamento ambientale e influisce sulla purezza dell'oro recuperato.

La metodologia utilizzata per raggiungere questo obiettivo si basa sulla mappatura dei processi mediante Value Stream Mapping, adottata per mappare i flussi di materiale e informazione necessari ai processi relativi alla gestione degli scarti d'oro. Il VSM suddivide i processi in attività a Valore Aggiunto (VA) dalle attività Non a Valore Aggiunto (NVA), con l'obiettivo di eliminare le attività non necessarie e potenziare quelle che aggiungono valore. Utilizzando il VSM, i produttori possono pianificare strategie, prendere decisioni e identificare opportunità di miglioramento basate sull'analisi dei flussi di valore (Figura 15).

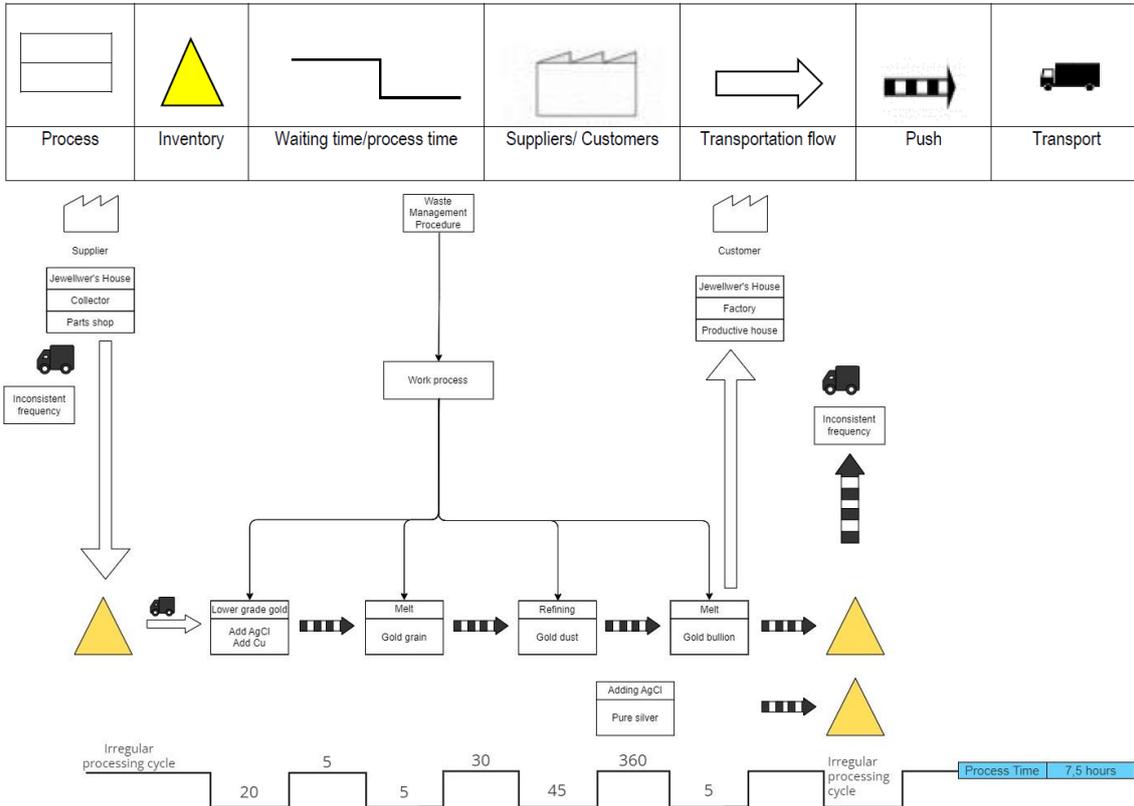


Figura 15. Current Value Stream Map
Fonte: Kaspin, Khairi and Hassan, 2021

I risultati dello studio hanno evidenziato che l'attuale gestione dei rifiuti presenta diverse inefficienze. In particolare, sono emerse irregolarità nella frequenza di raccolta da parte dei fornitori e consegna dei materiali ai clienti, tempi di processo prolungati e mancanza di procedure operative standard (SOP) per il controllo dell'inventario e la gestione degli scarti. Ciò sottolinea l'importanza di sviluppare SOP appropriate per standardizzare i processi e ridurre le inefficienze. Infine, lo studio conclude che l'adozione di iniziative di Continuous Improvement come il Total Quality Management e il Lean Six Sigma può essere cruciale per migliorare i processi di lavoro, eliminare gli sprechi, ridurre i costi e massimizzare l'esperienza del cliente attraverso prodotti di qualità.

Identifying Factors Leading To Gold Losses During The Fabrication Process And Assessing Its Impact On The SMEs Jewellery Industry (Kaspin, Khairi, Hassan, et al., 2021)

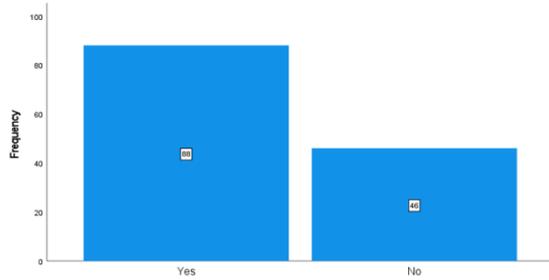
L'articolo si propone di identificare i fattori che portano alle perdite di oro durante il processo di fabbricazione nel settore della gioielleria, in particolare nelle piccole e medie imprese del Kelantan, in Malesia. Lo studio mira a determinare l'impatto delle perdite d'oro sul business e a convalidare l'ipotesi che le tecniche manuali e tradizionali contribuiscano a perdite d'oro più elevate. L'articolo discute inoltre il contesto dell'industria della gioielleria a Kelantan, il concetto di scarto d'oro, le fonti di spreco nella produzione di gioielli e il tracciamento delle perdite d'oro. Lo studio sottolinea la necessità di un sistema adeguato per controllare e minimizzare le perdite d'oro nel processo di fabbricazione di gioielli.

La metodologia di ricerca utilizzata in questo studio è basata sull'uso di questionari distribuiti in modo casuale a 139 manifatture orafe in 9 distretti del Kelantan, impiegati per raccogliere informazioni pertinenti riguardanti le azioni intraprese dai produttori di gioielli nei confronti degli scarti d'oro.

Il questionario ha prodotto i seguenti risultati: il 63,3% dei partecipanti è consapevole delle perdite d'oro durante la fabbricazione dei gioielli, mentre il 33,1% non lo è (Figura 16); la maggior parte dei partecipanti (48,9%) non prende provvedimenti riguardo alle perdite d'oro, mentre solo il 10,1% ha preso provvedimenti (Figura 17); la pratica più comune per gestire gli scarti e i residui d'oro è raccogliarli e venderli a terzi, con il 46% dei partecipanti che adotta questa strategia (Figura 18); la quantità più frequente di oro utilizzata per produrre gioielli in una settimana è compresa tra 6 e 10 grammi, rappresentando il 26,6% dei casi, seguita da 21 grammi e oltre (24,5%) (Figura 19); la gran parte delle perdite d'oro dopo il processo di fabbricazione è di 1 grammo o meno, rappresentando il 47,5% dei casi, mentre il 33,1% dei partecipanti non è sicuro della quantità persa (Figura 20).

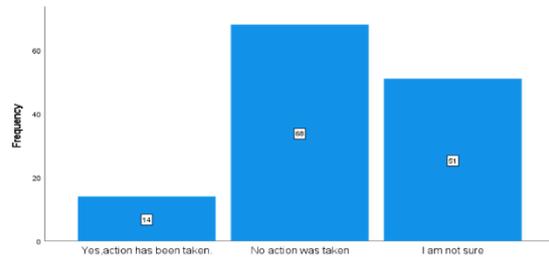
La ricerca conclude che l'implementazione di sistemi e procedure efficaci sul luogo di lavoro contribuirà notevolmente alla riduzione delle perdite d'oro a lungo termine per i produttori. È essenziale sviluppare un modello per identificare le cause principali delle perdite, condurre un'analisi approfondita e migliorare il processo di raccolta dell'oro durante la fabbricazione dei gioielli al fine di controllare e ridurre le perdite. I risultati

saranno utilizzati per sviluppare procedure operative standard specifiche per la gestione degli scarti, da adottare dai produttori di gioielli.



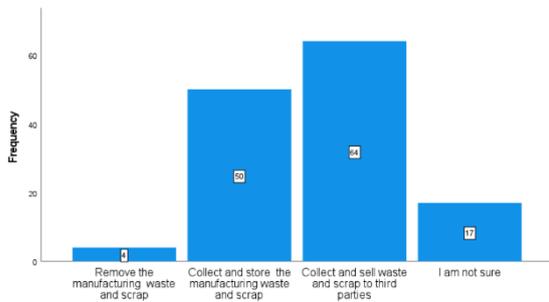
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid				
Yes	88	63.3	65.7	65.7
No	46	33.1	34.3	100.0
Total	134	96.4	100.0	
Missing	99	5	3.6	
Total	139	100.0		

Figura 16. Consapevolezza delle perdite di oro durante la fase di fabbricazione
Fonte: Kaspin, Khairi, Hassan, et al., 2021



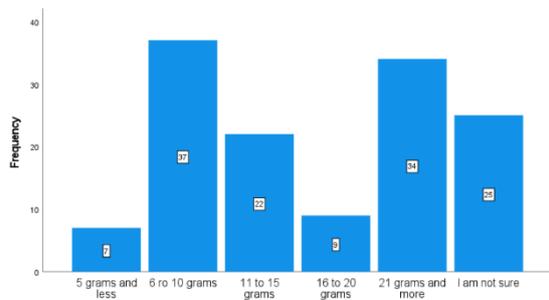
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid				
Yes, action has been taken	14	10.1	10.5	10.5
No action was taken	68	48.9	51.1	61.7
I am not sure	51	36.7	38.3	100.0
Total	133	95.7	100.0	
Missing	99	6	4.3	
Total	139	100.0		

Figura 17. Azioni intraprese per ridurre al minimo le perdite
Fonte: Kaspin, Khairi, Hassan, et al., 2021



	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid				
Remove the manufacturing waste and scrap	4	2.9	3.0	3.0
Collect and store the manufacturing waste and scrap	50	36.0	37.0	40.0
Collect and sell waste and scrap to third parties	64	46.0	47.4	87.4
I am not sure	17	12.2	12.6	100.0
Total	135	97.1	100.0	
Missing	99	4	2.9	
Total	139	100.0		

Figura 18. Pratiche di gestione degli scarti d'oro
Fonte: Kaspin, Khairi, Hassan, et al., 2021



	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid				
5 grams and less	7	5.0	5.2	5.2
6 to 10 grams	37	26.6	27.6	32.8
11 to 15 grams	22	15.8	16.4	49.3
16 to 20 grams	9	6.5	6.7	56.0
21 grams and more	34	24.5	25.4	81.3
I am not sure	25	18.0	18.7	100.0
Total	134	96.4	100.0	
Missing	99	5	3.6	
Total	139	100.0		

Figura 19. Quantità di oro utilizzata per produrre un prodotto di gioielleria in una settimana
Fonte: Kaspin, Khairi, Hassan, et al., 2021

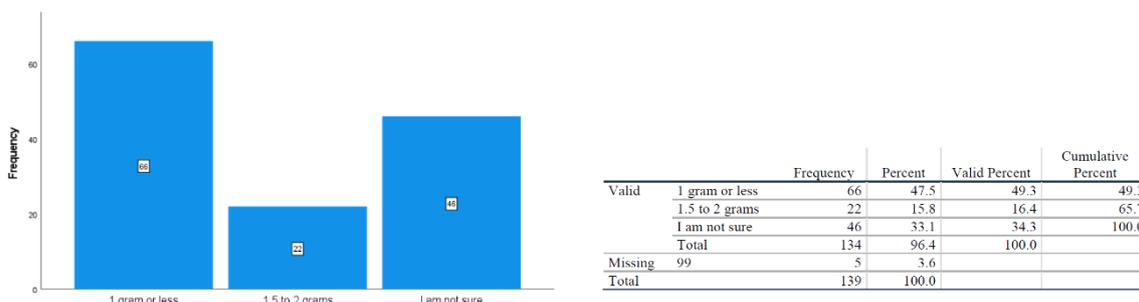


Figura 20. *Quantità di oro persa dopo ogni fase di fabbricazione*
 Fonte: Kaspin, Khairi, Hassan, et al., 2021

DMAIC Six Sigma Approach In Gold Scrap/Waste Management Procedure For SMEs Jewellery Industry (Kaspin, 2022)

L'articolo si propone di esaminare l'applicazione dell'approccio DMAIC Six Sigma nella gestione degli scarti di oro nelle piccole e medie imprese (PMI) del settore orafa. L'obiettivo principale è identificare le cause principali delle perdite di oro, migliorare le operazioni di raccolta degli scarti e ridurre la quantità di oro perso durante il processo produttivo.

In seguito all'applicazione dell'approccio DMAIC, emerge che i dati sulla quantità di oro persa durante il processo di fabbricazione non sono compatibili con i metodi utilizzati. La maggior parte delle perdite di oro è inferiore a 1 grammo, ma i produttori non sono in grado di stimarle con precisione. Questo può avere un impatto negativo sui margini di profitto a lungo termine.

Il processo di raccolta dello scarto d'oro è stato analizzato tramite una serie di metodologie, tra cui la Root Cause Analysis e la Why-Why Analysis per identificare le cause sottostanti dei problemi. Sono emerse 5 principali cause dei problemi nella raccolta dello scarto d'oro, come la scarsa raccolta di dati, l'assenza di un piano di raccolta standard, la mancanza di controllo di qualità, l'assenza di un sistema competente di gestione dello scarto e un'analisi impropria dei dati sulle perdite di oro.

Il processo di miglioramento suggerisce che il sistema di inventario, il controllo della qualità, la documentazione e i punti di controllo nella raccolta dello scarto d'oro necessitano di miglioramenti. Questi aspetti sono essenziali per tracciare l'oro utilizzato, garantire la qualità dei prodotti, identificare rischi critici e tracciare il processo di produzione.

Infine, è stato proposto un piano di controllo che include un nuovo metodo di mappatura e un diagramma di flusso per il processo di raccolta dello scarto d'oro. Questo piano mira a migliorare l'efficienza del processo e adottare procedure operative standard (SOPs) per garantire il successo del processo di raccolta dello scarto d'oro.

Lean Manufacturing Implementation through Value Stream Mapping on Gold Products
(Simamora and Insanita, 2024)

Lo scopo dello studio è identificare ed eliminare gli sprechi nel processo di produzione dell'UBPP Precious Metal Manufacturing Bureau in Indonesia, utilizzando il Value Stream Mapping (VSM) per raggiungere gli obiettivi proposti dalla Lean Production.

La motivazione che ha spinto a condurre questo studio è la presenza di attività senza valore aggiunto nel processo produttivo dell'oro e di altri metalli preziosi, come la tracciabilità manuale della produzione e quindi la mancanza di procedure standardizzate e digitalizzate, con conseguenti sprechi di tempo ed errori.

Inizialmente è stata realizzata la Current State Map, che mostra i flussi di materiali e di informazioni dalle materie prime fino al prodotto finito. Il ciclo di produzione è diviso in diverse fasi, tra cui colata e fusione, laminazione, punzonatura, controllo del peso, pulizia, ricottura, pressatura ed incisione. Il cycle time è determinato per diverse varianti di peso (1g, 2g, 3g, 5g, 10g, 25g, 50g e 100g) utilizzando una sorgente di granuli o scarti da 15 kg per ciascuna variante. Il takt time è pari a 7,2 s/pz, a fronte di un tempo disponibile per la produzione di 64.800 s/giorno e una domanda giornaliera di 9.000 pezzi. Dall'analisi svolta risulta che cinque processi hanno un tempo di produzione inferiore al takt time, indicando che possono soddisfare gli obiettivi di produzione.

Viene raccomandato di identificare gli sprechi attraverso la mappatura delle attività di processo. Viene quindi proposta una mappatura dello stato futuro con proposte di miglioramento per eliminare gli sprechi identificati.

I miglioramenti emersi dall'analisi della situazione attuale e futura del processo produttivo di metalli preziosi includono una riduzione significativa del tempo e degli sprechi nel processo di produzione di metalli preziosi. Questi miglioramenti sono il risultato di diverse iniziative, tra cui l'implementazione di tecnologie avanzate come l'analisi avanzata dello stato delle macchine in tempo reale e l'uso di attrezzature moderne

come il pulitore a vapore e il sistema di pulizia ad ultrasuoni. La standardizzazione dei processi e l'aggiornamento dell'attrezzatura, insieme al riposizionamento degli impianti e all'implementazione di controlli di qualità più rigorosi, hanno contribuito ad eliminare attività non a valore aggiunto e a ottimizzare l'efficienza complessiva del ciclo produttivo. Attraverso la mappatura del flusso di valore, è stata ottenuta una diminuzione del tempo ciclo del 68,76%, una riduzione del tempo totale di consegna del 64,38% e una diminuzione del tempo totale non a valore aggiunto del 95,52%.

2.5.3 Integration of Lean Thinking with Other Theories

La macroclasse *Integration of Lean Thinking with Other Theories* analizza come l'applicazione dei principi e strumenti del Lean Manufacturing possa essere integrata con altre teorie o approcci nel contesto delle aziende appartenenti al settore orafa.

Gli articoli inclusi in questa categoria evidenziano come la Lean Production possa essere integrata con successo con altre discipline, come la Theory of Constraints, le Green Practices e la Supply Chain Engineering, per ottimizzare l'efficienza operativa e la sostenibilità ambientale nelle aziende produttrici di gioielli. L'analisi evidenzia che l'implementazione efficace di queste metodologie richiede un ambiente culturale favorevole e un forte impegno verso il cambiamento.

Nei paragrafi successivi, verranno descritti nel dettaglio gli articoli appartenenti a questa categoria, fornendo un'analisi approfondita dei loro contenuti e delle loro conclusioni.

Lean Manufacturing And Theory Of Constraints Principles In The Jewelry Manufacturing Environment (Hill, 2001)

Questo studio esplora i concetti di Lean Manufacturing e *Theory of Constraints* nel contesto della produzione di gioielli. Lo scopo è fornire indicazioni su come integrare gli aspetti migliori di entrambe le discipline per massimizzare l'efficienza e la redditività nel settore orafa. Il documento sottolinea, inoltre, l'importanza di stabilire un chiaro scopo per l'organizzazione, comprendere il valore del cliente, identificare i vincoli, implementare attività di miglioramento e la necessità di requisiti culturali e di empowerment per ottenere un'attuazione efficace di queste discipline.

Per estrarre i punti di forza sia dalla Lean Manufacturing che dalla Theory of Constraints nel contesto della produzione di gioielli, è possibile seguire un *Approccio di Implementazione Integrato Lean/TOC*. Questo metodo ciclico prevede di: stabilire un chiaro obiettivo aziendale, definire cosa rappresenta il valore per il cliente, individuare i vincoli che impediscono all'organizzazione di raggiungere i suoi obiettivi, identificare il flusso di valore, massimizzare l'output della risorsa vincolo, identificare le modalità per garantire che la risorsa vincolo sia protetta, adottare una logica Pull, aumentare la capacità della risorsa vincolo attraverso gli strumenti dell'approccio Lean/TOC (Value Stream Mapping, 5S, Kanban, Kaizen, Five Logic Model).

Nel contesto dello studio, si è osservato che Lean Manufacturing e la Theory of Constraints offrono un approccio integrato per massimizzare i profitti in un ambiente manifatturiero orafico. L'attenzione dedicata alla definizione del valore secondo la prospettiva del cliente, all'eliminazione degli elementi che non aggiungono valore e al costante lavoro di miglioramento sono concetti di grande potenza che possono essere vantaggiosi per qualsiasi organizzazione. Tuttavia, l'implementazione di queste metodologie, sia singolarmente che in combinazione, senza considerare i requisiti culturali necessari per il successo, potrebbe non produrre i risultati desiderati. Si raccomanda vivamente di adottare la prospettiva del throughput della Teoria dei Vincoli, anziché la prospettiva incentrata sui costi del Lean Manufacturing, per guidare l'approccio verso l'eccellenza manifatturiera.

An Empirical Study On Applicability Of Lean And Green Practices In The Foundry Industry (Prasad *et al.*, 2016)

L'articolo si propone di valutare l'applicabilità delle pratiche Lean e Green nel settore delle fonderie indiane, per migliorare la produttività ed eliminare gli sprechi, incorporando la sostenibilità nelle misure di performance aziendali.

La metodologia utilizzata per raggiungere questo obiettivo ha previsto lo sviluppo di un questionario strutturato per raccogliere dati sull'applicabilità di 16 pratiche Lean e Green, la distribuzione del questionario a 71 manager e professionisti del settore, e l'analisi dei dati raccolti tramite analisi dei fattori e di affidabilità. Inoltre, sono state utilizzate statistiche descrittive e l'analisi della correlazione per testare la significatività relativa

delle pratiche Lean e Green. Le pratiche inserite nel questionario sono state classificate in quattro costrutti: pratiche di organizzazione del posto di lavoro, pratiche di gestione, pratiche di controllo delle scorte e pratiche di produzione industriale e miglioramento della qualità (Figura 21).

Constructs	Lean and green practices
A: workplace organization practices	Cellular manufacturing ISO14001 certification JIT production system Setup time reduction Workplace housekeeping techniques
B: management practices	Autonomation Continuous improvement Six Sigma Supply chain management Total quality environmental management
C: inventory control practices	Pull production system Root cause analysis Value stream mapping
D: industrial manufacturing and quality improvement practices	5R Statistical process control Total productive maintenance

Figura 21. Pratiche Lean e Green
Fonte: Prasad et al., 2016

I risultati ottenuti indicano che le analisi dei fattori e di affidabilità mostrano che tutti e quattro i costrutti sono adeguati e affidabili per illustrare gli strumenti Lean e Green. Le statistiche descrittive indicano che queste pratiche sono applicabili per l'implementazione in una certa misura nel settore della fonderia e l'analisi di correlazione mostra che le pratiche Lean sono positivamente e moderatamente correlate con le pratiche Green. Pertanto, i risultati presentano una forte evidenza del fatto che le pratiche Lean e Green sono moderatamente applicabili per l'implementazione nel settore della fonderia.

An Empirical Investigation Of Supply Chain Engineering On Lean Thinking Paradigms Of In-House Goldsmiths (Charan and Nambirajan, 2016)

L'articolo si propone di esaminare l'influenza delle pratiche di Supply Chain Engineering sul paradigma del Lean Thinking nell'ambito dei gioiellieri interni. In particolare, l'obiettivo è quello di comprendere come queste pratiche influenzino la produzione e l'efficienza nel settore della manifattura di gioielli. Per raggiungere questo obiettivo, lo studio è stato condotto su 201 gioiellieri interni attraverso interviste personali utilizzando un questionario strutturato. La ricerca si avvale di un approccio empirico, utilizzando analisi statistiche e modelli di percorso per esaminare le relazioni tra le diverse variabili e l'impatto delle variabili demografiche aziendali su tali costrutti.

I risultati dell'articolo evidenziano diverse conclusioni significative. In primo luogo, è emerso che le pratiche di Supply Chain Engineering possono avere effetti diversi sul Lean Thinking a seconda del tipo di azienda e dei beni prodotti. Ad esempio, le aziende con proprietà familiare mostrano maggiore interesse nel soddisfare le esigenze dei clienti rispetto alle aziende a partnership, mentre le aziende a proprietà singola si collocano in una posizione intermedia.

Tuttavia, è emerso che le performance non mostrano differenze significative in base al tipo di beni prodotti, suggerendo che l'adattamento all'ambiente produttivo potrebbe essere fondamentale per migliorare la crescita delle aziende. Inoltre, è stato evidenziato che le strutture interne e la dinamicità non richiedono necessariamente miglioramenti per il flusso di produzione, mentre l'automazione e le tecniche di controllo dei processi migliorati sono importanti per minimizzare gli sprechi e migliorare le prestazioni.

Infine, è stato sottolineato che le aziende di gioiellieri interni potrebbero beneficiare dall'adozione di pratiche Lean più avanzate e contemporanee, in quanto ciò potrebbe riflettere direttamente le aspirazioni dei clienti e migliorare l'output complessivo.

The Impact of Lean Manufacturing Practices on Green Sustainability: The Case of Abdulghani Company (Younnes, 2023)

L'obiettivo di questo articolo di ricerca è esaminare l'impatto delle pratiche di Lean Manufacturing sulla sostenibilità ambientale nell'ambito della Abdulghani Company, in Arabia Saudita. In particolare, l'articolo si propone di valutare come le pratiche Lean, come la riduzione degli sprechi, il risparmio energetico e il miglioramento dei processi, contribuiscano a ridurre l'impatto ambientale dell'azienda e migliorino la sostenibilità ambientale complessiva.

La metodologia di ricerca utilizzata per questo studio è di tipo quantitativo e adotta un approccio deduttivo. I dati sono stati raccolti da un campione di 180 partecipanti impiegati dalla società Abdulghani utilizzando Google Forms. I dati raccolti sono stati quindi analizzati utilizzando il software Statistical Package for Social Sciences (SPSS), specificamente progettato per l'analisi statistica. Le statistiche descrittive sono state utilizzate per riassumere i dati, mentre le statistiche inferenziali come la correlazione e l'analisi di regressione sono state utilizzate per testare le ipotesi dello studio. Lo studio si propone di contribuire all'attuale corpus di conoscenza nel campo fornendo approfondimenti sui fattori che influenzano le prestazioni della Abdulghani Company.

I risultati dell'analisi di regressione indicano che per ogni aumento dell'1% nell'implementazione dei principi della Lean Manufacturing, la sostenibilità verde aumenterà del 31,9%, mentre per ogni aumento dell'1% nelle Green Practices, la sostenibilità verde aumenterà del 12,3% (Figura 22).

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.756 ^a	0.572	0.548	0.558
a. Predictors: (Constant), Lean Manufacturing, Green Practices, Sustainable				
Model		Unstandardized Coefficients		
		B	Std. Error	
1	(Constant)	0.120	0.258	
	Lean Manufacturing	0.319	0.081	
	Green Practices	0.123	0.093	

*Figura 22. Analisi di regressione
Fonte: Younnes, 2023*

I risultati ottenuti hanno confermato i benefici dei metodi Lean sulla produttività e sulla qualità, suggerendo che l'adozione di tali principi possa influenzare positivamente i profitti aziendali. Con l'utilizzo degli strumenti Lean, l'azienda riesce a migliorare la gestione degli sprechi, ridurre i difetti, garantire consegne puntuali, aumentare la produttività e ridurre i costi, mantenendo un miglior controllo sulla domanda dei clienti. In particolare, si è osservata una riduzione dei tempi di fermo macchina, delle scorte e degli incidenti. Sebbene l'analisi abbia indicato una correlazione positiva tra pratiche Lean e il miglioramento delle prestazioni e della qualità operativa, i modelli di regressione hanno rivelato che le variabili (o pratiche) Lean valutate in questi studi spiegavano solo il 70% o meno della variabilità contenuta nel modello. Questo indica l'esistenza di ulteriori elementi non presi in considerazione, come il livello di competenza dei lavoratori e le dimensioni aziendali, che possono influire sull'adozione dei principi Lean e sulle prestazioni operative complessive nelle industrie di processo. L'analisi critica dei risultati in relazione al corpus di pubblicazioni qui illustrato e classificato sarà svolta nel capitolo successivo.

Capitolo 3

Analisi dei risultati

Questo capitolo si concentra sull'analisi dettagliata dei risultati ottenuti durante la ricerca condotta nel Capitolo 2 del presente elaborato.

Saranno valutati i trend emergenti negli articoli esaminati, evidenziando la distribuzione degli stessi nelle tre macroclassi identificate nel processo di ricerca. Verranno analizzate le metodologie di ricerca più frequentemente utilizzate dagli autori e verrà esaminato l'andamento temporale degli articoli all'interno di ciascuna macroclasse, nonché la distribuzione geografica delle pubblicazioni selezionate. Saranno approfonditi i principali strumenti Lean utilizzati nei vari studi analizzati, evidenziando come questi possano essere applicati in contesti aziendali di paesi diversi per affrontare le sfide specifiche del settore orafa, tra cui la disorganizzazione dell'ambiente di lavoro, l'instabilità dei processi produttivi, i problemi legati alla produzione su commessa e la necessità di affrontare le sfide ambientali. Tra le sfide ambientali che un'azienda orafa si trova ad affrontare si annoverano l'emissione di gas nocivi e velenosi, particelle di polvere e sabbia e la generazione di vari inquinanti nel processo di fusione a cera persa.

Infine, verranno approfondite le principali criticità e sfide affrontate nel settore, illustrando come l'applicazione di principi e strumenti della Lean Production possa contribuire a trovare soluzioni ottimali per migliorare l'efficienza, la qualità e la competitività delle aziende nel settore della gioielleria.

3.1 Trend emergenti

Dalla lettura approfondita delle pubblicazioni esaminate, è stato possibile suddividere gli articoli in tre macroclassi principali: *Production Processes and Workplace Improvement Practices*, *Defects and Gold Scraps Reduction and Quality Improvement Practices* e *Integration of Lean Thinking with Other Theories*. La distribuzione degli articoli tra queste macroclassi fornisce una panoramica delle aree di ricerca più rilevanti per l'applicazione dei principi e degli strumenti della Lean Production nel settore orafa.

Figura 23 mostra la distribuzione degli articoli tra le tre macroclassi individuate:

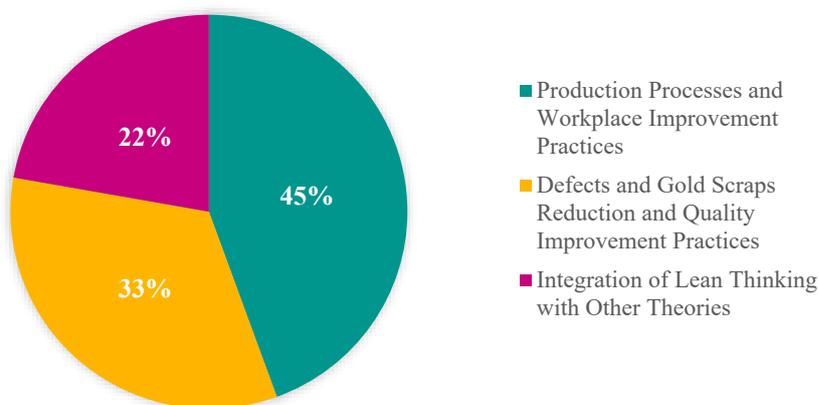


Figura 23. Distribuzione degli articoli tra le macroclassi individuate

Questa distribuzione suggerisce che la maggior parte degli articoli (45%) si concentra sulle pratiche di miglioramento dei processi di produzione e delle postazioni di lavoro, indicando l'importanza di ottimizzare l'efficienza operativa e la produttività.

La macroclasse relativa all'identificazione dei difetti e degli scarti d'oro e al miglioramento della qualità rappresenta una percentuale significativa (33%), evidenziando l'attenzione data alla riduzione degli sprechi e all'incremento della qualità dei processi e dei prodotti.

Infine, una percentuale più bassa, ma comunque rilevante, degli articoli si concentra sull'integrazione del pensiero Lean con altre teorie (22%). Questi studi esplorano come la filosofia Lean possa essere integrata con successo con altre discipline, come la sostenibilità ambientale, per ottimizzare l'efficienza operativa e promuovere la sostenibilità nelle aziende produttrici di gioielli.

Dalla revisione delle pubblicazioni esaminate, è stata svolta un'analisi delle metodologie più frequentemente usate dagli autori nella trattazione degli argomenti relativi all'applicazione della Lean Production nel settore orafa.

In particolare, ciascun articolo è stato classificato sulla base delle seguenti metodologie di ricerca:

- *Literature review*: consiste nella sintesi delle fonti di letteratura esistenti sulla particolare area di studio.
- *Caso studio aziendale numerico*: nel caso specifico, riguarda l'applicazione di principi e strumenti Lean ad una specifica azienda del settore orafa oggetto dello studio, misurando i risultati ottenuti in termini quantitativi.
- *Caso studio aziendale qualitativo*: in questa circostanza, si riferisce all'applicazione di principi e strumenti Lean ad una specifica azienda del settore orafa oggetto dello studio, riportando i miglioramenti conseguiti in modo qualitativo.
- *Sondaggio/intervista/questionario*: prevede la raccolta di dati tramite domande strutturate o semi-strutturate rivolte a partecipanti selezionati, al fine di comprendere le tendenze, le pratiche e le sfide comuni alle aziende appartenenti al settore in esame in relazione all'implementazione del Lean Manufacturing.
- *Modello concettuale*: nel caso specifico, si intende una struttura teorica proposta e applicata dagli autori nel contesto di uno specifico caso studio per guidare la raccolta di dati, l'analisi e l'interpretazione dei risultati.
- *Simulazione*: consente di riprodurre il comportamento di un sistema o processo al fine di comprendere, prevedere o ottimizzare il suo funzionamento. Viene utilizzata per testare scenari diversi, valutare alternative e prendere decisioni senza dover intervenire direttamente sul sistema o processo stesso.

Figura 24 mostra le metodologie e la frequenza assoluta con cui esse sono state impiegate nei 18 articoli analizzati, per ogni macroclasse di appartenenza.

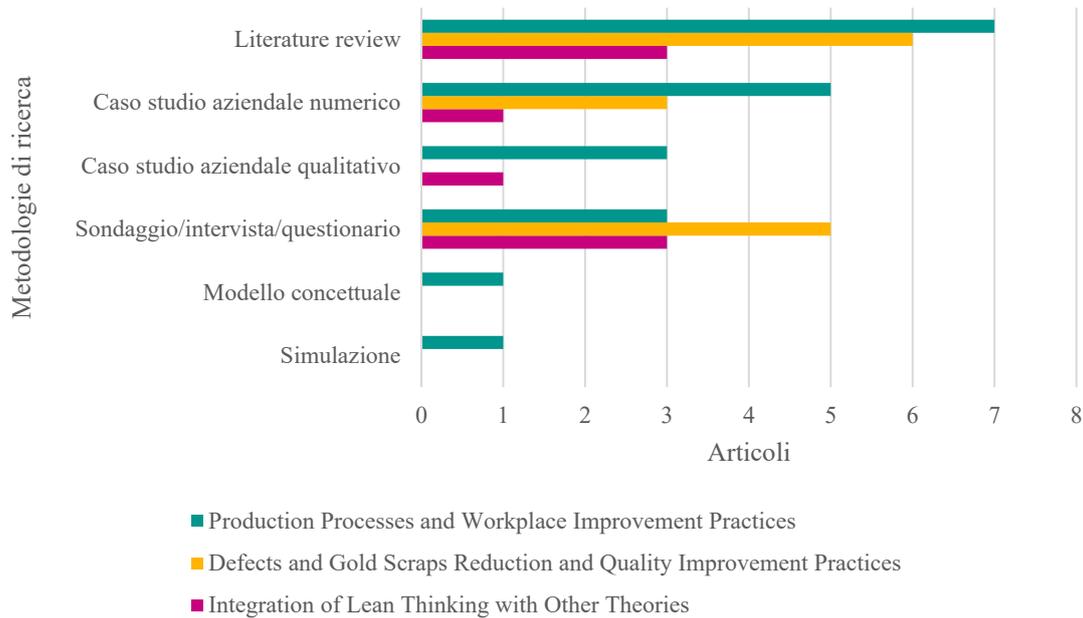


Figura 24. Analisi delle metodologie di ricerca

In generale, la quasi totalità degli autori delle pubblicazioni esaminate ha condotto una revisione iniziale della letteratura per comprendere il contesto e lo stato attuale delle conoscenze nel campo di studio, fornendo così una solida base teorica e concettuale per lo specifico studio condotto.

In dettaglio, per la macroclasse *Production Processes and Workplace Improvement Practices* le metodologie più utilizzate includono casi studio numerici e qualitativi, che applicano specifici strumenti Lean a realtà aziendali consolidate del settore orafa, i cui dati sono stati spesso raccolti mediante questionari e interviste rivolte ai dipendenti dei reparti coinvolti. Lo strumento della simulazione (Supsomboon, 2019) e lo sviluppo di un modello concettuale progettato ad hoc per l'azienda caso di studio (Mejia-Pajuelo *et al.*, 2020) sono stati impiegati con frequenza assoluta unitaria.

La macroclasse *Defects and Gold Scraps Reduction and Quality Improvement Practices* comprende, nella metà dei casi, casi studio aziendali numerici relativi all'adozione di specifici strumenti Lean, come il metodo DMAIC (Chartmongkoljaroen *et al.*, 2019) e il Value Stream Mapping (Simamora and Insanita, 2024). Nell'altra metà dei casi, sono state condotte indagini estese su più organizzazioni del settore orafa, riguardanti il grado

di implementazione degli strumenti Lean nelle fonderie polacche (Janerka and Jeziarski, 2013) e la gestione delle perdite (Kaspin, Khairi, Hassan, *et al.*, 2021) e degli scarti d'oro (Kaspin, 2022) nelle piccole e medie imprese. In tale occasione, sono state effettuate analisi statistiche dei dati, raccolti tramite sondaggi e questionari.

La macroclasse *Integration of Lean Thinking with Other Theories* vede la presenza di due casi studio aziendali, uno qualitativo sull'integrazione dei principi Lean con la Teoria dei Vincoli (Hill, 2001) e l'altro quantitativo sull'influenza delle pratiche Lean sull'impatto ambientale (Younnes, 2023). In altre due circostanze, è stata condotta un'analisi statistica dei dati relativi alle risposte di sondaggi o questionari rivolti al campione di imprese oggetto della ricerca, al fine di testare la correlazione tra i principi Lean e quelli di altri approcci, come il Supply Chain Engineering nelle piccole aziende orafe indiane (Charan and Nambirajan, 2016) e il Lean Green nelle fonderie indiane (Prasad *et al.*, 2016).

L'andamento temporale degli articoli nelle tre tematiche di ricerca mostra alcune tendenze interessanti.

Per quanto riguarda la macroclasse *Production Processes and Workplace Improvement Practices*, si osserva una distribuzione irregolare degli articoli nel tempo, con una prevalenza di pubblicazioni negli anni più recenti (Figura 25). Si può notare la presenza di un primo articolo nel 2003, seguita da un periodo di assenza di pubblicazioni fino al 2015. A partire dal 2018, si registra un aumento degli articoli pubblicati, con una concentrazione maggiore nel 2018 e nel 2019. Successivamente, il numero di articoli diminuisce, con una sola pubblicazione nel 2020 e nel 2023. Questo andamento potrebbe riflettere una fase di esplorazione iniziale delle pratiche Lean a partire dagli inizi degli anni 2000 e dei loro impatti nel settore orafa verso l'ottimizzazione dei processi produttivi e il miglioramento dell'ambiente lavorativo, seguita da una fase di consolidamento e implementazione verificatasi nell'ultimo decennio.

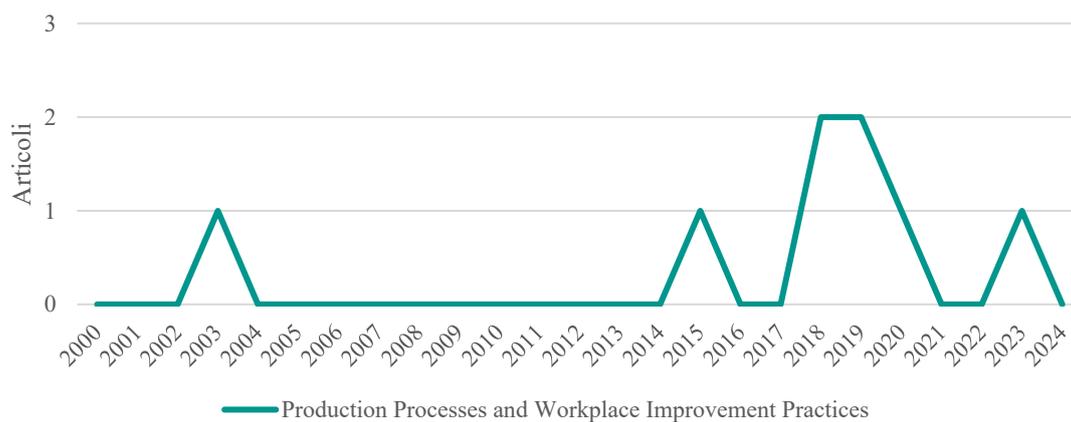


Figura 25. Andamento temporale degli articoli appartenenti alla macroclasse "Production Processes and Workplace Improvement Practices"

In merito alla macroclasse *Defects and Gold Scraps Reduction and Quality Improvement Practices*, si nota un pattern simile al precedente, evidenziando un numero più consistente di pubblicazioni negli ultimi anni, con un picco nel 2021 (Figura 26). In seguito alla pubblicazione di un primo articolo nel 2013, l'interesse verso tale tematica sembra crescere in modo significativo dopo il 2019, con una serie di studi pubblicati tra il 2021 e il 2024. Ciò potrebbe indicare un crescente riconoscimento delle sfide legate alla riduzione dei difetti e degli sprechi d'oro nell'industria dei gioielli, nonché un impegno crescente nell'adozione di pratiche di miglioramento della qualità. Tuttavia, la quantità di articoli rimane relativamente limitata, suggerendo che potrebbero esserci ancora margini per ulteriori ricerche e sviluppi in questo campo.

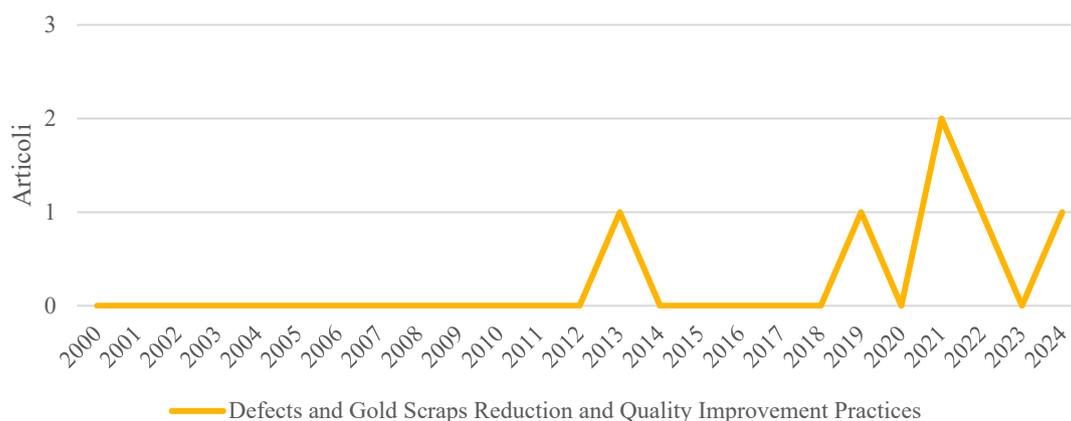


Figura 26. Andamento temporale degli articoli appartenenti alla macroclasse "Defects and Gold Scraps Reduction and Quality Improvement Practices"

Infine, la macroclasse *Integration of Lean Thinking with Other Theories* mostra un andamento altalenante nel numero di pubblicazioni (Figura 27). Dalla presenza di un singolo articolo nel 2001, si osserva un incremento nel 2016, seguito da un ulteriore contributo nel 2023. Questi picchi potrebbero indicare periodi di interesse e sforzi specifici nel comprendere come integrare il pensiero Lean con altri approcci. Tuttavia, l'assenza di pubblicazioni in alcuni anni suggerisce che questa tematica potrebbe non essere stata sempre al centro dell'attenzione accademica. Inoltre, il numero di pubblicazioni rimane relativamente limitato se confrontato con quello delle altre macroclassi, indicando una maggiore complessità nel combinare l'applicazione di principi e strumenti Lean con altre discipline nel contesto specifico del settore orafa.

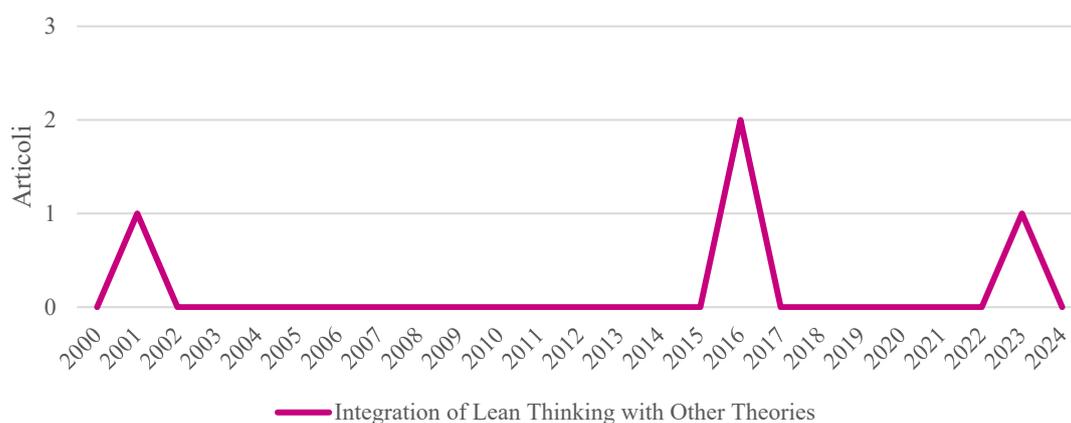


Figura 27. Andamento temporale degli articoli appartenenti alla macroclasse "Integration of Lean Thinking with Other Theories"

L'andamento complessivo degli articoli analizzati nelle tre macroclassi (Figura 28) mostra una distribuzione eterogenea e discontinua nel corso degli anni considerati, dal 2000 al 2024. Si osserva una certa variabilità nella produzione di contenuti scientifici, evidenziando una maggiore pubblicazione di contenuti nell'ultimo decennio. Mentre le prime due macroclassi mostrano un andamento simile nel numero di articoli pubblicati nel corso degli anni, la terza presenta una distribuzione più irregolare.

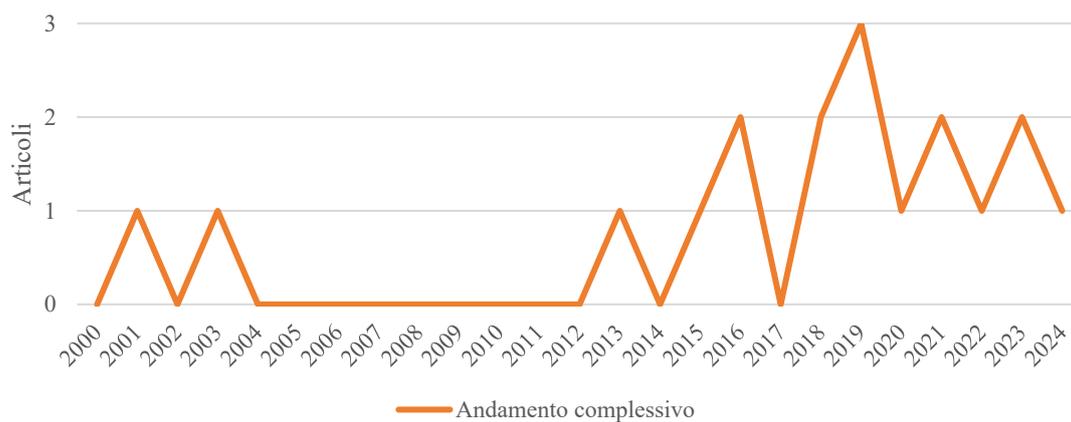


Figura 28. Andamento temporale complessivo degli articoli esaminati

Questo trend risulta essere in linea con l'andamento temporale delle pubblicazioni sul Lean Manufacturing dal 1970 al 2020 (Figura 29), delineato in una ricerca condotta da Ramkumar *et al.* (2021). In tale studio, emerge come il numero di pubblicazioni si è intensificato a partire dal 2010 con l'introduzione di nuove aree di ricerca legate al Lean Manufacturing. Grazie agli sviluppi tecnologici e all'impatto economico, il concetto di produttività ha acquisito maggiore importanza, portando ad un incremento degli studi sul Lean come strumento per aumentare la redditività, con l'integrazione di altri approcci e strategie di miglioramento della qualità.

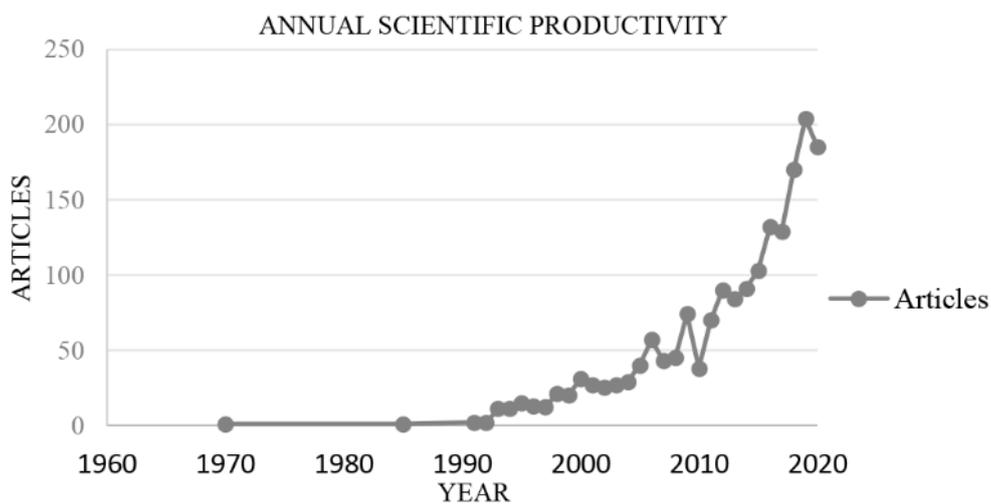


Figura 29. Pubblicazioni sul Lean Manufacturing dal 1970 al 2020
Fonte: Ramkumar *et al.*, 2021

La distribuzione geografica dei 18 articoli individuati mostrata in Figura 30 evidenzia una varietà di contributi provenienti da diverse parti del mondo nel campo della ricerca sull'applicazione del Lean Thinking alla produzione di gioielli.

Il criterio utilizzato per determinare il paese di provenienza di ciascun articolo è basato sulla sede dell'istituzione o dell'università a cui i ricercatori sono affiliati, come indicato nell'intestazione dell'articolo stesso. Nel caso in cui una pubblicazione sia stata redatta da autori provenienti da paesi diversi, si è considerato il paese in cui è situata l'istituzione principale coinvolta nella ricerca.

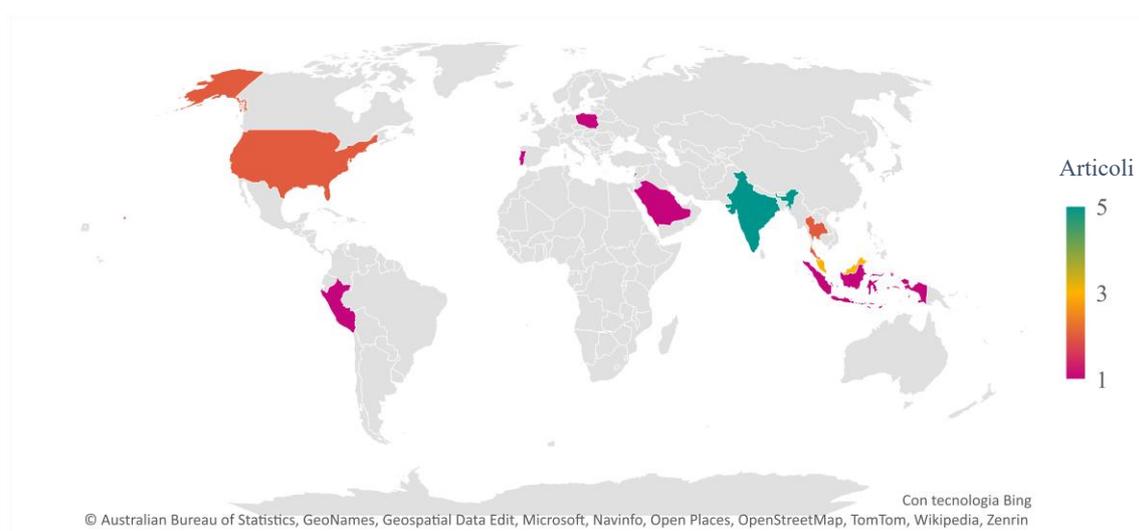


Figura 30. Distribuzione del numero di articoli in base alla nazionalità degli autori

In generale, la distribuzione degli articoli mostra una predominanza dell'Asia, rappresentando il 72% delle pubblicazioni, seguita dall'America con il 17% e dall'Europa con l'11%. Guardando ai singoli paesi, l'India si distingue per il maggior numero di articoli (28%), seguita dalla Malesia con il 17% delle pubblicazioni, e dalla Thailandia e dagli Stati Uniti d'America con l'11% ciascuno. Le altre nazioni, come l'Arabia Saudita, l'Indonesia, il Libano, il Perù, la Polonia e il Portogallo, contribuiscono ciascuno con il 6% degli articoli pubblicati.

Questi dati evidenziano il ruolo chiave del continente asiatico nella ricerca e nell'analisi delle pratiche snelle nel settore orafa, riflettendo una combinazione di tradizione artigianale millenaria e un impegno sempre crescente verso l'innovazione e l'eccellenza industriale. Ciò si deve principalmente al fatto che lo sviluppo del settore orafa nei paesi

asiatici è motivato da ragioni storiche. Ad esempio, l'India vanta una ricca storia nella produzione di gioielli, con antiche tecniche artigianali tramandate di generazione in generazione. Il paese, noto per la sua abilità nella lavorazione dei diamanti e delle pietre preziose, nonché per i suoi intricati disegni e dettagli finemente intagliati, è diventato uno dei principali produttori mondiali di gioielli [13][14].

L'intensa concorrenza presente nel mercato ha spinto le organizzazioni manifatturiere indiane a ricercare metodi per ridurre i costi e consegnare in un modo puntuale con un'elevata soddisfazione del cliente. Una possibile soluzione consiste nell'adozione della metodologia manifatturiera Lean, ritenuta estremamente efficace nel migliorare le prestazioni complessive di un'organizzazione (Upadhye *et al.*, 2010).

Tuttavia, l'adozione della Lean Production nelle industrie orafe indiane è ancora agli inizi. Il livello di implementazione del Lean Manufacturing è ancora ambiguo e non è chiaro se le industrie manifatturiere in India siano entusiaste o meno della sua applicazione (Ghosh, 2012). Un'indagine condotta da Singh *et al.* (2016) su 92 aziende manifatturiere indiane intervistate ha mostrato che il 64% di queste ha risposto di avere familiarità con il concetto di Lean Production e che il 77% ritiene che le sue pratiche siano utili. Inoltre, è emerso che le principali ragioni per implementare il Lean Manufacturing sono il miglioramento della qualità e l'aumento della soddisfazione del cliente, l'eliminazione degli sprechi, la diminuzione dei costi di produzione e l'aumento della gestione della domanda e dell'efficienza. Tra le principali motivazioni per non implementare la filosofia Lean vi sono la non piena familiarità con i principi della produzione snella e del Just-In-Time, la mancanza di formazione e di competenza in materia e le barriere culturali. Inoltre, è emerso che il metodo 5S, la certificazione della qualità e la standardizzazione sono tra gli strumenti Lean ampiamente utilizzati nelle aziende indiane.

A tal proposito, nel 2009 il Governo Indiano ha promosso il *Lean Manufacturing Competitiveness Scheme* nell'ambito del *National Manufacturing Competitiveness Programme*, con l'obiettivo di migliorare la competitività delle PMI manifatturiere attraverso l'applicazione di diversi strumenti della Lean Production. Questa iniziativa si è dimostrata un forte incentivo per le organizzazioni indiane del settore della gioielleria, che possono beneficiare dell'assistenza offerta dal governo per implementare con successo le pratiche snelle attraverso l'impiego di consulenti specializzati

(Chandrasekaran, 2011). In particolare, questo programma, che prevede che l'80% del finanziamento sia coperto dal Governo Indiano e il restante 20% sia a carico dei beneficiari, si pone come finalità principale la riduzione dei costi di produzione attraverso un'adeguata gestione del personale, un migliore utilizzo dello spazio, la gestione scientifica dell'inventario, il miglioramento dei flussi di processo e la riduzione dei tempi di progettazione (Sharma, 2020).

In conclusione, l'applicazione dei principi e degli strumenti della Lean Production nel settore orafa offre grandi opportunità per migliorare l'efficienza, la qualità e la competitività delle aziende. Sfruttando le tradizioni, le competenze e le risorse uniche di ciascun paese, è possibile ottenere risultati significativi e contribuire allo sviluppo e alla diversificazione del settore orafa a livello globale.

3.2 Principali strumenti e metodologie Lean utilizzate

Osservando la distribuzione degli strumenti Lean tra le tre macroclassi identificate nel processo di ricerca (Figura 31), emergono alcune considerazioni generali. Gli strumenti più utilizzati nel complesso sono il 5S, la standardizzazione delle procedure, il DMAIC Six Sigma, il Kanban e il Lean Green. Questi strumenti sono ampiamente adottati dalle aziende del settore orafa per migliorare l'organizzazione del lavoro, ridurre gli sprechi e garantire la qualità delle operazioni. Ciò riflette l'importanza crescente che le aziende del settore orafa attribuiscono all'ottimizzazione dei processi e alla sostenibilità ambientale, essenziali per rimanere competitive in un mercato sempre più esigente e globale.

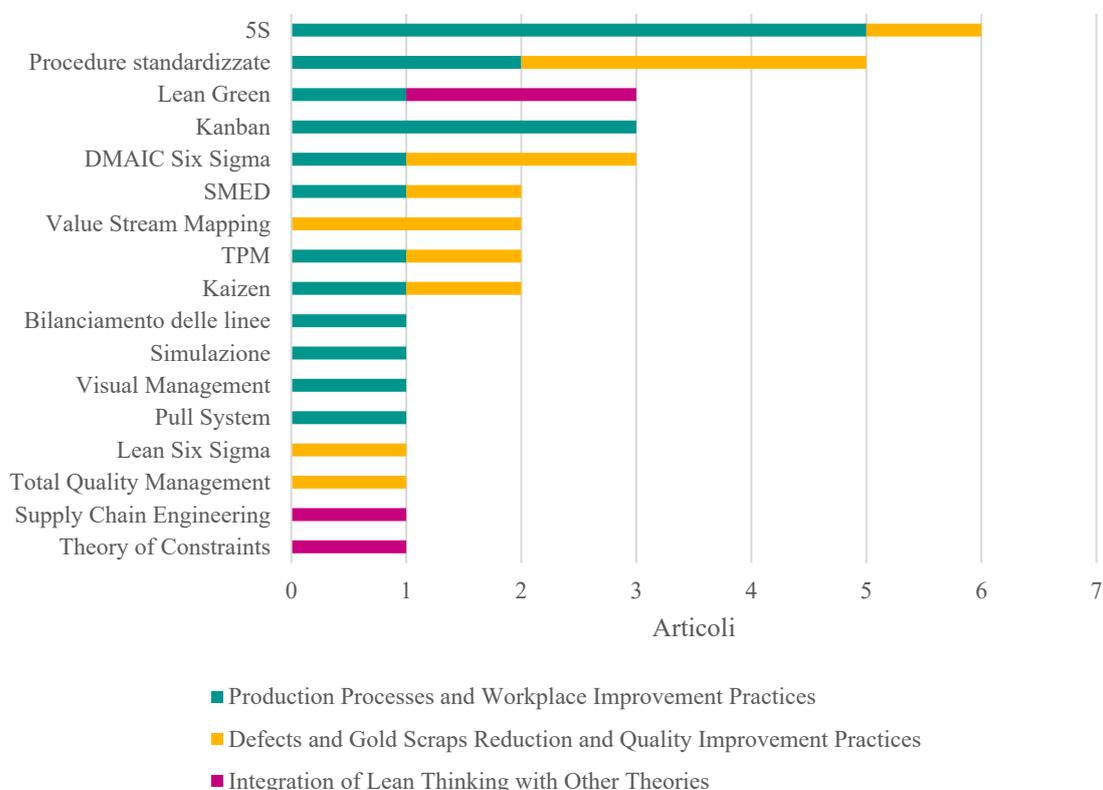


Figura 31. Distribuzione degli strumenti Lean riscontrati negli articoli per ciascuna macroclasse individuata

È interessante notare che l'applicazione di alcuni strumenti può essere riscontrata in articoli appartenenti a più macroclassi, indicando la loro versatilità e la capacità di essere impiegate in diversi ambiti. Ad esempio, è possibile ritrovare applicazioni del metodo 5S in diversi articoli appartenenti alla macroclasse *Production Processes and Workplace Improvement Practices*, per ottimizzare i processi produttivi e migliorare l'ambiente

lavorativo, sia in alcuni articoli della macroclasse *Defects and Gold Scraps Reduction and Quality Improvement Practices*, per identificare difetti e perdite d'oro e migliorare la qualità. Questo suggerisce che il 5S è una tecnica che può essere adattata per affrontare una varietà di sfide operative. Allo stesso modo, la standardizzazione delle procedure è ricorrente sia tra gli articoli della macroclasse *Production Processes and Workplace Improvement Practices* che tra quelli appartenenti alla macroclasse *Defects and Gold Scraps Reduction and Quality Improvement Practices*, dimostrando la loro importanza nel garantire la coerenza e la stabilità delle operazioni, migliorando nel primo caso l'organizzazione produttiva e nel secondo la raccolta degli scarti con l'obiettivo di ridurre le perdite d'oro ed incrementare la qualità dei prodotti.

In dettaglio, tra gli strumenti maggiormente impiegati negli studi selezionati per costituire la macroclasse *Production Processes and Workplace Improvement Practices* possono ritrovarsi il metodo 5S, il Kanban e la standardizzazione delle procedure.

L'implementazione delle 5S permette di eliminare gli sprechi, migliorare la sicurezza e l'utilizzazione delle risorse, garantendo un ambiente di lavoro pulito, ordinato e organizzato (Hill, 2003). Ankit *et al.* (2018) hanno implementato questa metodologia con successo in diverse aree dell'azienda caso di studio, tra cui il magazzino, gli uffici e il reparto produttivo. Nel magazzino sono stati identificati diversi problemi, tra cui la scarsa visibilità degli articoli e la difficoltà nel trovare gli oggetti, il che ha portato ad un aumento del tempo impiegato per il prelievo degli strumenti. Per risolvere tali problemi, sono state adottate soluzioni pratiche come l'allocazione di spazio adeguato per gli oggetti, l'etichettatura chiara delle scatole e dei cassetti con immagini esplicative, e l'implementazione di controlli regolari per garantire il rispetto delle nuove procedure. Negli uffici sono stati riscontrati problemi di mancata etichettatura corretta dei documenti, mancanza di spazio adeguato per le diverse scatole di spedizione e assenza di armadietti per i gioielli nei vari dipartimenti. Le soluzioni proposte includono l'allocazione di spazio dedicato per documenti, articoli di cancelleria e oggetti di valore, l'etichettatura chiara dei documenti e dei cassetti e l'implementazione di controlli mensili per garantire la manutenzione degli spazi. Nel reparto produttivo è stato riscontrato un problema di usura delle etichette sulle scatole contenenti i semilavorati necessari alla realizzazione degli ordini produzione, rendendo i numeri poco visibili. La soluzione

proposta è quella di digitare i numeri direttamente su computer per evitare errori di interpretazione.

Rocha *et al.* (2018) hanno applicato il metodo 5S nel settore della preparazione delle materie prime di un'azienda produttrice di gioielli oggetto di studio. Gli strumenti, che erano dispersi nel reparto di produzione, sono stati raggruppati su uno scaffale in modo da essere facilmente individuabili grazie a un codice colore appositamente progettato, consentendo un ambiente di lavoro ordinato e generando un maggiore senso di benessere tra gli operatori. Dasgupta *et al.* (2023) hanno esaminato i reparti di regolazione manuale e riparazione di un'azienda orafa, individuando una disorganizzazione nello stoccaggio degli utensili da postazione di lavoro all'altra. Pertanto, hanno utilizzato i principi della metodologia 5S per progettare una cassetta degli attrezzi, in cui i set di strumenti sono conservati in scomparti codificati a colori.

Il Kanban, invece, facilita il controllo della produzione consentendo di gestire il flusso di materiali e informazioni lungo il processo produttivo, portando ad una maggiore visibilità e organizzazione produttiva e riducendo i tempi di lavorazione. A tal proposito, Rocha *et al.* (2018) hanno implementato il Kanban Production Board per gestire efficacemente la ricezione degli ordini dal reparto commerciale e di pianificare la loro trasformazione in ordini di servizio per i vari reparti produttivi. In particolare, gli ordini sono stati registrati su Kanban Cards, disposte in base allo stato di priorità su una bacheca di pianificazione. Mejia-Pajuelo *et al.* (2020) hanno utilizzato la tecnica Cobacabana (*Control of Balance by Card Based Navigation*), sviluppata da Matthias Thürer, come proposta alternativa alla tecnica Kanban. A differenza del Kanban, il Cobacabana si adatta ai flussi di lavoro variabili, dove vengono eseguite molteplici attività contemporaneamente, oltre a indicare la ricezione degli ordini e le relative date di consegna, ordinandoli in base alla priorità. Tale strumento ha consentito un maggior controllo degli ordini completati, riducendo i ritardi nella produzione.

La standardizzazione delle procedure assicura che i processi siano eseguiti in modo coerente e uniforme, portando ad una maggiore capacità operativa e al miglioramento delle funzioni amministrative. Rocha *et al.* (2018) sottolineano che, oltre all'implementazione del Kanban Production Board e del metodo 5S, la standardizzazione dei processi ha contribuito al miglioramento dell'organizzazione produttiva rafforzando la competitività dell'organizzazione.

Nella macroclasse *Defects and Gold Scraps Reduction and Quality Improvement Practices*, gli strumenti più impiegati includono le procedure standardizzate, il DMAIC Six Sigma e il Value Stream Mapping.

Le procedure standardizzate svolgono un ruolo cruciale nel garantire consistenza e ripetibilità delle operazioni, riducendo la variabilità e migliorando la qualità complessiva. Kaspin (2022) afferma l'importanza di istituire Procedure Operative Standard (SOP) per la raccolta degli scarti d'oro con la finalità di ridurre le perdite di metallo prezioso, migliorando al tempo stesso la qualità dei prodotti e dei processi.

Il DMAIC Six Sigma fornisce una metodologia dettagliata per affrontare i problemi e le inefficienze, identificare le cause principali e implementare soluzioni efficaci. Chartmongkoljaroen *et al.* (2019) hanno impiegato questo metodo per analizzare e identificare le cause delle resine difettose prodotte nel processo di modellazione (consistente nella stampa 3d dei gioielli richiesti dai clienti), nonché per migliorare tale processo e ridurre il tasso di difettosità delle resine. Kaspin (2022) l'ha, invece, utilizzato per identificare le cause principali delle perdite di oro, migliorare le operazioni di raccolta degli scarti e ridurre la quantità di oro perso durante il processo produttivo.

Il Value Stream Mapping, invece, consente di visualizzare il flusso di valore dal punto di partenza al prodotto finito, identificando le attività che aggiungono valore e quelle che generano sprechi. Simamora e Insanita (2024), a partire dall'osservazione di attività non a valore aggiunto come la tracciabilità manuale della produzione di oro e altri metalli preziosi e la mancanza di procedure standardizzate e digitalizzate, hanno ottenuto grandi miglioramenti nell'implementazione del VSM in termini di riduzione del cycle time, del tempo totale di consegna e del tempo totale non a valore aggiunto.

L'utilizzo combinato di questi strumenti consente alle aziende del settore orafa di identificare e risolvere i problemi di processo, migliorando l'efficienza e la qualità complessiva.

Nella terza macroclasse individuata, *Integration of Lean Thinking with Other Theories*, sono emersi alcuni approcci rilevanti. Tra questi, spiccano Lean Green, Theory of Constraints e Supply Chain Engineering.

L'adozione del Lean Green ha permesso di combinare i principi Lean con una prospettiva ambientale, promuovendo la sostenibilità e la riduzione dell'impatto ambientale

nell'industria orafa. Uno studio di Prasad *et al.* (2016) ha valutato che le pratiche Lean e Green sono positivamente correlate tra loro e che possono essere applicabili efficacemente nelle fonderie indiane, per migliorare la produttività ed eliminare gli sprechi, incorporando la sostenibilità nelle misure di performance aziendali.

La Theory of Constraints ha fornito un quadro per identificare i vincoli che limitano la capacità produttiva e ottimizzare il flusso di lavoro (Hill, 2001), mentre il Supply Chain Engineering mira all'ottimizzazione della catena di approvvigionamento migliorando la collaborazione tra i diversi attori. Uno studio di Charan e Nambirajan (2016) ha dimostrato come le pratiche di Supply Chain Engineering possano avere effetti diversi sull'adozione della filosofia Lean a seconda del tipo di azienda e dei beni prodotti.

L'integrazione di queste teorie con il pensiero Lean ha portato a risultati significativi nell'ottimizzazione delle operazioni e nell'aumento della competitività delle aziende orafe.

L'ampia varietà di strumenti Lean adottati negli studi raggruppati nelle macroclassi identificate riflette l'approccio adottato nella ricerca, che spazia dall'organizzazione e standardizzazione dei processi alla riduzione della variabilità, all'ottimizzazione del flusso di valore e all'integrazione con altre teorie. Questa varietà di approcci permette alle aziende produttrici di gioielli preziosi di affrontare le sfide specifiche del settore, fornendo soluzioni mirate e personalizzate per migliorare l'efficienza complessiva e raggiungere gli obiettivi di business.

3.3 Problemi e sfide affrontati

Questo paragrafo si concentra sui problemi e le sfide affrontati nel settore orafa emersi dall'analisi bibliografica condotta, tra cui la disorganizzazione dell'ambiente di lavoro, l'aumento della concorrenza, la produzione di diverse tipologie di gioielli, l'instabilità dei processi produttivi e le esigenze specifiche dei clienti. In particolare, tali sfide verranno esaminate in relazione alle macroclassi identificate nel processo di ricerca, entro le quali sono stati classificate le pubblicazioni analizzate. In tal modo, si intende far emergere il contributo degli autori nell'approfondire la comprensione di tali questioni e nel proporre soluzioni nel campo della Lean Production per affrontarle in modo ottimale.

Macroclasse: Production Processes and Workplace Improvement Practices

- **Disorganizzazione e mancanza di pulizia sul luogo di lavoro: implementazione del metodo 5S**

La disorganizzazione dell'ambiente di lavoro, un'illuminazione non uniforme, il disordine e la scarsa pulizia possono influenzare negativamente la produttività, la qualità del lavoro e il benessere dei dipendenti, nonché contribuire all'aumento del tasso di difettosità dei prodotti. Implementare il metodo 5S aiuta a superare queste problematiche, favorendo la realizzazione di un luogo di lavoro ben organizzato e pulito che aumenta la sicurezza, riduce il rischio di incidenti e migliora l'efficienza complessiva delle operazioni. Altri benefici includono un aumento dell'individuabilità degli strumenti e una riduzione del tempo non a valore aggiunto impiegato per ricercarli, una migliore gestione degli spazi e dello stock, una diminuzione dei costi e l'aumento della soddisfazione dei dipendenti. Tuttavia, l'introduzione del metodo 5S implica la necessità di dedicare tempo e risorse per implementare e mantenere nel tempo la metodologia, coinvolgendo la leadership aziendale e creando un team dedicato al 5S. Questo processo richiede un impegno significativo per superare la resistenza al cambiamento e tradurre i concetti del 5S in azioni comprensibili per tutti i dipendenti (Hill, 2003).

- **Disallineamento tra esportazioni e produzione di gioielli: utilizzo del metodo DMAIC per migliorare la produttività**

In alcuni paesi, come l'Indonesia, le esportazioni di gioielli continuano a crescere, ma non sono in linea con l'incremento dei trend di produzione delle aziende che li producono. Il settore dei gioielli indonesiano si colloca al secondo posto tra gli 8 settori di potenziali prodotti esportabili, subito dopo l'industria di trasformazione alimentare che si trova al primo posto. Negli ultimi anni, si è registrato un trend crescente delle esportazioni con una crescita media annuale del 30%. La produttività delle aziende, tuttavia, tende ad essere instabile poiché risente dell'abilità degli artigiani, del livello di difficoltà del design da realizzare e alle abitudini culturali. Pertanto, si evidenzia l'importanza del miglioramento della produttività in un settore chiave per le esportazioni di questi paesi (Lukitaputri and Dachyar, 2015).

A tal proposito, può essere impiegato il metodo DMAIC che, utilizzando diversi strumenti e metodi (Diagrammi SIPOC e di Pareto, Metodo TOPSIS-AHP, Decision Tree e misurazione delle performance mediante KPI e Balance Score Card), consente di determinare i problemi chiave che influiscono negativamente, di identificare le principali aree di miglioramento e di implementare soluzioni mirate per ottimizzare la produttività e aumentare la competitività sul mercato globale. Uno studio condotto da Lukitaputri e Dachyar (2015), i quali hanno adottato tale metodo in un'azienda indonesiana produttrice di gioielli in argento, ha identificato come criterio più importante la produttività del lavoro e mediante l'implementazione di un sistema di pianificazione delle attività giornaliere ha stimato un aumento complessivo della produttività del 47%.

- **Applicazione della Lean Production nelle PMI orafe dei paesi in via di sviluppo per renderle più competitive**

In alcuni articoli si rileva l'importanza dell'applicazione di strumenti della Lean Production nelle piccole e medie imprese (PMI), che apportano un grande contributo all'economia dei paesi in via di sviluppo come l'India. Queste imprese, tuttavia, si trovano a dover affrontare una forte concorrenza nei mercati nazionali e internazionali, dominati dalle grandi imprese. Pertanto, l'applicazione della Lean Production consente alle PMI di ridurre i costi, migliorare l'efficienza operativa e la qualità dei prodotti, consentendo loro di competere in modo più efficace sul mercato. Inoltre, l'eliminazione degli sprechi e

L'ottimizzazione dei processi contribuiscono a garantire la sostenibilità e la crescita delle PMI nel lungo termine, in un ambiente commerciale sempre più sfidante e competitivo (Ankit *et al.*, 2018). In aggiunta, Mejia-Pajuelo *et al.* (2020) hanno osservato che molte piccole e medie imprese scelgono di non integrare il management nelle loro linee guida operative, spesso a causa di una mancanza di consapevolezza riguardo all'effettivo impatto che l'applicazione delle conoscenze di gestione, organizzazione, pianificazione e controllo può avere sui risultati aziendali. Tuttavia, è importante sottolineare che l'adozione di pratiche gestionali adeguate può fare la differenza nel consentire a queste imprese di ottenere un vantaggio competitivo significativo nel mercato.

- **Lean Manufacturing come strumento per affrontare la rapida evoluzione del settore orafa**

Una delle sfide evidenziate è la presenza di mercati sempre più competitivi e in rapida evoluzione, dove è estremamente importante essere aggiornati sulle attuali tendenze del settore e il miglioramento continuo dei processi è essenziale per consentire alle aziende di crescere in dimensioni e in scala in un contesto globale. Nell'industria dei gioielli, un settore maturo con un grande potenziale di crescita, l'adozione della filosofia del Lean Manufacturing si presenta come un investimento significativo per affrontare questa sfida, consentendo alle aziende di fornire prodotti di massima qualità a un costo ridotto, eliminando gli sprechi e migliorando l'efficienza complessiva dei processi (Alsayegh and Khdair, 2019; Dasgupta *et al.*, 2023; Rocha *et al.*, 2018).

- **Sbilanciamento della produzione dovuto alla realizzazione su commessa di prodotti diversificati: simulazione e metodo del bilanciamento delle linee**

Una problematica riscontrata è relativa alla produzione, secondo le esigenze specifiche dei clienti, di tantissime tipologie di gioielli con diversità di forme, dimensioni e caratteristiche. Poiché la produzione orafa è nella maggior parte dei casi su commessa, è difficile progettare correttamente il piano di produzione a causa della molteplicità dei prodotti e dell'incertezza della domanda. Questo ostacolo porta ad un sistema di produzione sbilanciato, che causa una bassa efficienza del processo. Uno studio condotto da Supsomboon (2019) propone l'applicazione di strumenti di simulazione e il metodo

del bilanciamento delle linee al fine di aumentare l'efficienza del processo riducendo i colli di bottiglia e il numero di postazioni di lavoro.

Macroclasse: *Defects and Gold Scraps Reduction and Quality Improvement Practices*

- **Instabilità nei processi produttivi: difettosità, perdita d'oro e impatto sulla qualità**

Un'ulteriore sfida da affrontare è relativa all'instabilità dei processi produttivi che può determinare il presentarsi di difettosità e potenziale perdita d'oro, che influenza il margine di profitto dei produttori e potrebbe portare a una qualità compromessa dei prodotti finali (Kaspin, Khairi and Hassan, 2021).

Esempio degno di nota è il processo interno al reparto di fonderia, dove la massima qualità di fusione è di fondamentale importanza. L'instabilità del processo produttivo può derivare da una serie di fattori, tra cui variazioni nella composizione delle resine (Chartmongkoljaroen *et al.*, 2019), fluttuazioni delle condizioni ambientali, differenze nelle procedure operative e mancanza di controllo sui parametri critici del processo. Tali instabilità possono influire negativamente sulla qualità del prodotto finale, aumentando il rischio di difetti e scarti, e riducendo l'efficienza complessiva della produzione. Per affrontare questa sfida lo studio condotto da Janerka e Jeziarski (2013) propone l'adozione di pratiche e strumenti avanzati per migliorare la qualità del processo di produzione, in particolare attraverso l'implementazione di approcci del Total Quality Management e l'utilizzo di strumenti derivati dal Lean Manufacturing.

A valle della produzione dei semilavorati fusi, si somma l'applicazione di metodi artigianali di oreficeria che, per quanto siano in grado di creare pezzi unici e di soddisfare le più disparate esigenze dei clienti, sono condizionati dall'esperienza dei singoli orefici nonché dalla formazione, tramandata di generazione in generazione, che essi hanno ricevuto (Kaspin, Khairi, Hassan, *et al.*, 2021). Anche la presenza di attività di registrazione manuale e l'assenza della tracciabilità della produzione, nonché la mancanza di procedure standardizzate e non digitalizzate, contribuisce all'aumento della variabilità dei processi, in quanto qualsiasi errore può riflettersi sulla qualità del prodotto finito (Simamora and Insanita, 2024).

Macroclasse: *Integration of Lean Thinking with Other Theories*

- **Affrontare le sfide ambientali nel settore orafa: un approccio Lean Green**

La sfida della sostenibilità ambientale è diventata sempre più pressante per le imprese in diversi settori industriali. Le crescenti preoccupazioni riguardo all'inquinamento atmosferico, al cambiamento climatico, alla scarsità di risorse naturali e alla gestione dei rifiuti tossici hanno spinto le imprese a considerare l'impatto ambientale delle proprie attività. Nel caso specifico del settore orafa, l'emissione di gas nocivi e velenosi, particelle di polvere e sabbia e la generazione di vari inquinanti ha generato una crescente consapevolezza sulle questioni ambientali relative ai rifiuti tossici generati dal processo di fusione. Ad oggi si necessita di approfondimenti al fine di fronteggiarla in modo critico e tempestivo, attraverso pratiche proposte dall'interazione tra Lean Production e Lean Green (Prasad *et al.*, 2016).

- **Realtà micro-organizzate nei paesi in via di sviluppo: integrazione di Supply Chain Engineering e Lean Thinking**

In molti paesi in via di sviluppo, come l'India, il settore orafa si sviluppa in realtà micro-organizzate. In particolare, si tratta di aziende orafe specializzate nella produzione artigianale di ornamenti su piccola scala, prive del reparto di meccanica, e che non possono essere categorizzate come micro, piccole o medie imprese. Queste aziende potrebbero non essere familiari con i concetti di Supply Chain Engineering e potrebbero operare in modo tradizionale senza considerare l'ottimizzazione dei processi di produzione e distribuzione. Uno studio di Charan e Nambirajan (Charan and Nambirajan, 2016) mira a esaminare come le pratiche di Supply Chain Engineering e i principi del Lean Thinking possano essere adattati e integrati in modo efficace in queste realtà, al fine di migliorare la produzione, ridurre gli sprechi e ottimizzare le prestazioni, consentendo loro di competere in modo più efficace nel mercato globale dei gioielli.

3.4 Riepilogo dei principali risultati dell'analisi

La presente tesi si è posta l'intento di analizzare il contenuto delle pubblicazioni individuate mediante il processo di ricerca inerente all'applicazione di pratiche e di principi della Lean Production nel settore orafa. L'analisi dei risultati ottenuti presenta un quadro esaustivo delle tendenze emergenti, dei principali strumenti utilizzati e delle sfide affrontate dagli operatori del settore. Sulla base di questi esiti, sono state formulate conclusioni significative.

È stato osservato che i 18 articoli selezionati possono essere suddivisi in tre macroclassi principali: *Production Processes and Workplace Improvement Practices*, *Defects and Gold Scraps Reduction and Quality Improvement Practices* e *Integration of Lean Thinking with Other Theories*. La maggior parte degli articoli (45%) si concentra sulle pratiche di miglioramento dei processi produttivi e della postazione di lavoro, indicando l'importanza dell'ottimizzazione dell'efficienza operativa e della produttività. La macroclasse relativa all'identificazione dei difetti e degli scarti d'oro e al miglioramento della qualità rappresenta una percentuale significativa (33%), evidenziando l'attenzione rivolta alla riduzione degli sprechi e all'aumento della qualità. Infine, una percentuale più bassa di articoli (22%) si concentra sull'integrazione del pensiero Lean con altre teorie, esplorando come la filosofia Lean possa essere integrata con successo con discipline come la sostenibilità ambientale e il Supply Chain Engineering. Questa suddivisione in macroclassi fornisce una panoramica delle aree di studio più rilevanti per l'applicazione della Lean Production nel settore orafa.

La revisione iniziale della letteratura è stata una pratica comune tra gli autori, fornendo una base teorica per la ricerca in corso. Per quanto riguarda le metodologie utilizzate, la macroclasse *Production Processes and Workplace Improvement Practices* vede l'impiego prevalente di casi studio numerici e qualitativi, con l'applicazione di specifici strumenti Lean a realtà aziendali consolidate nel settore. Inoltre, sono stati impiegati questionari e interviste rivolte ai dipendenti o agli esperti del settore, mentre strumenti come la simulazione e lo sviluppo di modelli concettuali ad hoc per aziende specifiche sono stati utilizzati in misura minore.

Nella macroclasse *Defects and Gold Scraps Reduction and Quality Improvement Practices*, si osserva un'equa divisione tra casi studio aziendali numerici e indagini estese

su più organizzazioni del settore orafa. In entrambi i casi, i dati sono stati raccolti attraverso sondaggi, interviste e questionari, con successive analisi statistiche.

Infine, nella macroclasse *Integration of Lean Thinking with Other Theories*, sono stati condotti casi studio aziendali e indagini, focalizzati principalmente sull'analisi statistica dei dati raccolti tramite sondaggi e questionari, al fine di esaminare la correlazione tra i principi Lean e quelli di altri approcci, come il Supply Chain Engineering e il Lean Green, applicati rispettivamente alle piccole aziende orafe e alle fonderie indiane.

L'andamento temporale complessivo delle pubblicazioni rivela una distribuzione eterogenea nel periodo 2000-2024, con una concentrazione di articoli nell'ultimo decennio, riflettendo un interesse crescente per le pratiche Lean nel settore orafa. Questo trend rispecchia l'evoluzione delle pubblicazioni sul Lean Manufacturing nel tempo, indicando l'importanza attribuita alla produttività e all'efficienza. È stato osservato un interesse iniziale per le pratiche di miglioramento dei processi produttivi e della postazione di lavoro nel 2003, seguito da un periodo di bassa pubblicazione fino al 2015. A partire dal 2018, si è registrato un aumento degli articoli, con una concentrazione maggiore nel 2018 e nel 2019. La macroclasse relativa alla riduzione dei difetti e degli scarti d'oro e al miglioramento della qualità ha mostrato un trend simile al precedente, mentre la macroclasse dell'integrazione del pensiero Lean con altre teorie ha mostrato un interesse iniziale nel 2001, seguito da un periodo di bassa pubblicazione fino al 2016.

La distribuzione geografica degli articoli individuati evidenzia una varietà di contributi provenienti da diverse parti del mondo, con una predominanza dell'Asia, seguita dall'America e dall'Europa. L'India si distingue per il maggior numero di articoli, seguita dalla Malesia, dalla Thailandia e dagli Stati Uniti d'America. L'India, con una ricca tradizione nella produzione di gioielli, si è concentrata sull'adozione della Lean Production per migliorare l'efficienza e ridurre i costi. Tuttavia, l'implementazione della Lean Production nelle industrie orafe indiane è ancora in fase embrionale, con sfide legate alla formazione e alle barriere culturali. Il Governo Indiano ha introdotto programmi per promuovere il Lean Manufacturing tra le PMI, contribuendo così a migliorare la competitività del settore.

I principali strumenti e metodologie Lean utilizzati includono il 5S, la standardizzazione delle procedure, il DMAIC Six Sigma, il Kanban e il Lean Green. Questi strumenti sono stati ampiamente adottati per ottimizzare i processi produttivi, gestire più efficiente le

scorte, ridurre il più possibile le attività non a valore aggiunto e contribuire alla creazione di ambienti di lavoro organizzati ed efficienti, consentendo in questo modo di ridurre i costi, aumentare la produttività e migliorare la qualità e la soddisfazione dei dipendenti e delle esigenze dei clienti. È interessante notare che alcuni strumenti sono stati utilizzati in più tematiche, indicando la loro flessibilità e applicabilità in diversi contesti.

La ricerca ha inoltre affrontato le sfide specifiche del settore orafa, come la disorganizzazione dell'ambiente di lavoro, l'aumento della concorrenza in un mercato sempre più competitivo, la produzione di diverse tipologie di gioielli, l'instabilità dei processi produttivi e le esigenze specifiche dei clienti. L'implementazione di pratiche come il metodo 5S, la standardizzazione delle procedure, il DMAIC Six Sigma e il Value Stream Mapping può aiutare a superare queste sfide, migliorando l'efficienza, la competitività e la qualità complessiva del settore.

Nonostante i risultati significativi ottenuti, il lavoro di tesi presenta alcuni limiti e interessanti indicazioni per sviluppi di ricerca futuri, approfonditi nel Capitolo 4. La mancanza di dati a lungo termine sull'efficacia delle pratiche Lean adottate, la limitata generalizzabilità dei risultati, le limitazioni nel campione oggetto di studio, le limitazioni metodologiche e la mancanza di un'analisi approfondita dell'intera Supply Chain sono solo alcune delle limitazioni riscontrate. Pertanto, sono necessarie ulteriori ricerche che affrontino queste sfide e sviluppino metodologie più robuste per comprendere meglio l'efficacia e l'applicabilità delle pratiche Lean nel settore orafa.

In conclusione, l'applicazione dei principi e degli strumenti della Lean Production nel settore orafa offre grandi opportunità per migliorare l'efficienza, la qualità e la competitività delle aziende. Tuttavia, è importante affrontare le sfide specifiche del settore, adattare le pratiche Lean al contesto specifico di ogni azienda e sviluppare approcci multidisciplinari che integrino conoscenze e metodologie provenienti da diverse discipline. Solo attraverso un'analisi approfondita, una prospettiva globale e un impegno costante per il miglioramento continuo sarà possibile promuovere l'eccellenza operativa nel settore orafa e raggiungere una maggiore competitività e sostenibilità a livello globale.

Capitolo 4

Conclusioni

Il presente capitolo presenta le considerazioni finali sull'analisi della letteratura in relazione all'applicazione dei principi e degli strumenti della Lean Production nel settore orafa. Inizialmente, verranno discussi i benefici che tale lavoro di tesi potrebbe apportare allo stato dell'arte in materia. Successivamente, verranno esposti i limiti e le criticità riscontrate durante l'analisi e le possibili direzioni future per la ricerca.

4.1 Benefici del lavoro di tesi

Il lavoro di tesi ha fornito una comprensione approfondita del settore orafa attraverso un'analisi dettagliata dei risultati ottenuti nella ricerca condotta. Uno dei principali benefici è stato l'individuazione dei trend emergenti nel settore, offrendo una panoramica chiara delle aree di ricerca più rilevanti per l'applicazione dei principi e degli strumenti del Lean Thinking. Inoltre, è emersa la rilevanza della distribuzione geografica delle pubblicazioni, evidenziando la diversità di contributi provenienti da vari paesi nel campo della ricerca.

Un ulteriore vantaggio è stato la delineazione dei principali strumenti Lean impiegati nel settore, che ha permesso di comprendere in modo approfondito come le imprese applichino queste pratiche per migliorare l'organizzazione del lavoro, ridurre gli sprechi e garantire la qualità delle operazioni. La ripartizione degli articoli sulla base delle tre tematiche di ricerca individuate ha offerto un'analisi dettagliata e contestualizzata delle strategie adottate in diverse aree di intervento.

Il lavoro di tesi ha anche affrontato le sfide e i problemi specifici del settore orafa, fornendo soluzioni mirate attraverso l'applicazione delle pratiche Lean. La discussione dettagliata sui benefici degli strumenti Lean nel superare le problematiche, come la disorganizzazione dell'ambiente di lavoro, la produzione su commessa di gioielli con diverse caratteristiche e l'instabilità dei processi produttivi, ha fornito indicazioni concrete su come migliorare l'efficienza, la competitività e la qualità complessiva del settore della produzione di gioielli.

Per concludere, la presente tesi ha apportato un contributo significativo alla comprensione del settore orafa sotto l'ottica della Lean Production, offrendo insights approfonditi sulle tendenze, sulle pratiche adottate e sui benefici derivanti dall'applicazione di queste metodologie. Questo lavoro fornisce una base solida per futuri studi secondo il principio miglioramento continuo, incoraggiando ulteriori ricerche volte ad affrontare le sfide ancora presenti e a ottimizzare ulteriormente le operazioni delle imprese a livello globale.

4.2 Limiti e sviluppi futuri

Il paragrafo che segue illustra una serie di limiti e conseguenti spunti per ricerche future, delineati dagli autori dei 18 articoli analizzati nel contesto dell'applicazione dei principi e degli strumenti del Lean Manufacturing al settore orafa. Si evidenzia la necessità di considerare criticamente le seguenti questioni:

- **Mancanza di dati nel lungo termine:** uno dei principali limiti riscontrati negli studi riguarda la mancanza di dati sull'efficacia delle pratiche Lean nel settore della produzione di gioielli nel lungo periodo. La mancanza di una visione a lungo termine può limitare la comprensione approfondita dell'impatto delle strategie implementate nel tempo. Inoltre, può ostacolare la capacità di identificare eventuali tendenze e aree di miglioramento.
- **Limitata generalizzabilità dei risultati:** alcuni studi si concentrano su aziende specifiche o selezionano campioni di dimensioni ridotte, il che potrebbe limitarne la generalizzabilità ad altre realtà aziendali nel settore della produzione di gioielli. Ciò può essere attribuito alle differenze nelle dimensioni aziendali, nelle risorse disponibili, nelle competenze e nelle pratiche operative. Pertanto, è necessario condurre ulteriori ricerche che coinvolgano un campione più ampio di aziende per valutare la validità dei modelli proposti e la loro applicabilità in contesti diversi.
- **Limitazioni nel campione oggetto di studio:** alcune pubblicazioni si basano su dati autoprodotti o provenienti da interviste, il che potrebbe comportare potenziali distorsioni o limitazioni nella rappresentatività del campione. La raccolta di dati affidabili e rappresentativi è fondamentale per ottenere risultati validi e significativi. Pertanto, è importante che le future ricerche si basino su metodologie

rigorose e su un campionamento adeguato a garantire la validità dei risultati e la loro generalizzabilità.

- **Limitazioni metodologiche:** alcuni articoli possono presentare limitazioni metodologiche, come la dipendenza da giudizi di esperti anziché dati empirici, la mancanza di validazione attraverso l'implementazione pratica delle soluzioni proposte o la mancanza di approcci misti nella raccolta e analisi dei dati. È importante sviluppare metodologie di ricerca più robuste che consentano una raccolta dati più accurata e una valutazione più approfondita dell'efficacia delle pratiche implementate. Ciò potrebbe includere l'uso di approcci misti, la raccolta di dati longitudinali e la comparazione tra diversi contesti per ottenere una comprensione più completa dei fattori che influenzano le prestazioni aziendali.
- **Fattori non considerati:** alcune ricerche potrebbero non considerare tutti i fattori che influenzano la produttività o le perdite di oro nel processo di fabbricazione dei gioielli. La produzione di gioielli è un processo complesso che coinvolge una serie di sottoprocessi, come la gestione delle materie prime, la progettazione del prodotto, il controllo della qualità e la gestione delle scorte. La mancata considerazione di ogni singolo fattore può limitare la completezza delle analisi e la comprensione dell'impatto delle pratiche Lean sulla produzione di gioielli. Pertanto, è importante condurre ricerche più approfondite che prendano in considerazione tutti gli aspetti rilevanti per ottenere una visione completa e accurata dell'impatto delle pratiche Lean nel settore orafa.
- **Specificità dei risultati:** la maggior parte delle ricerche tende a concentrarsi su singole aziende o su aree aziendali specifiche, per cui i risultati ottenuti potrebbero non essere direttamente generalizzabili ad altre realtà o settori aziendali nel contesto orafa. Ogni azienda ha caratteristiche uniche, come la dimensione, la struttura organizzativa, le competenze dei dipendenti e le risorse disponibili, che possono influenzare l'efficacia delle pratiche Lean. Pertanto, è fondamentale considerare il contesto specifico di ogni azienda e le sue caratteristiche uniche nell'interpretazione e nell'applicazione dei risultati ottenuti.
- **Concentrarsi solo su specifici strumenti Lean:** alcuni studi si sono focalizzati esclusivamente sull'applicazione di specifici strumenti Lean, trascurando altri aspetti importanti. Approfondire e implementare ulteriori pratiche Lean potrebbe

fornire una visione più completa e dettagliata dell'efficacia delle strategie di miglioramento nella produzione di gioielli.

- **Mancanza di un'analisi approfondita dell'intera Supply Chain:** un ulteriore limite riscontrato riguarda la mancanza di un'analisi approfondita dell'intera Supply Chain nella produzione di gioielli. Questa analisi potrebbe rivelare importanti opportunità di miglioramento, come la riduzione dei tempi di approvvigionamento, il miglioramento della qualità dei materiali e la riduzione dei costi di produzione complessivi. Coinvolgere attivamente tutti gli attori della catena di fornitura, tra cui dipendenti, fornitori, clienti e altre parti interessate, nel processo di sviluppo e implementazione delle pratiche Lean è essenziale per promuovere una cultura basata sul miglioramento continuo, consentendo di ottenere risultati migliori e una maggiore competitività nel settore.
- **Resistenza al cambiamento:** un altro limite rilevante riguarda la resistenza al cambiamento nelle piccole e medie imprese del settore orafa. L'implementazione di pratiche Lean richiede un cambiamento culturale e organizzativo, che può essere affrontato con resistenza da parte dei dipendenti e dei dirigenti. La mancanza di consapevolezza, la paura del cambiamento e la mancanza di risorse possono ostacolare l'adozione e l'efficace implementazione delle pratiche Lean. Pertanto, è necessario che il management sviluppi strategie di gestione del cambiamento e fornisca il supporto adeguato nel superare queste resistenze e promuovere l'adozione delle pratiche Lean.
- **Limiti culturali:** le pratiche di miglioramento della produttività possono essere influenzate da fattori culturali e sociali specifici di un determinato paese o regione. Ciò può comportare differenze nell'efficacia delle strategie di miglioramento in contesti culturali diversi. Pertanto, è importante considerare i fattori culturali e adattare le strategie di miglioramento in base al contesto specifico.
- **Vincoli finanziari:** le piccole e medie imprese del settore orafa possono avere limitazioni finanziarie che influenzano la loro capacità di implementare pratiche di miglioramento della produttività. La mancanza di risorse finanziarie può ostacolare l'adozione di tecnologie avanzate, l'aggiornamento delle attrezzature e l'investimento nella formazione dei dipendenti. Pertanto, è importante considerare

i vincoli finanziari e sviluppare soluzioni e strategie che siano accessibili per le PMI del settore orafa.

- **Assenza di standardizzazione:** il settore dei gioielli è caratterizzato da una grande varietà di prodotti e processi. La mancanza di procedure standardizzate documentate può rendere difficile l'applicazione di strategie di miglioramento della produttività su larga scala. Sviluppare standard e procedure comuni potrebbe aiutare a migliorare l'efficienza e la qualità della produzione di gioielli.
- **Mancanza di dati sulla sostenibilità:** alcune ricerche potrebbero non analizzare in modo approfondito l'impatto delle pratiche di miglioramento della produttività sulla sostenibilità ambientale nel settore dei gioielli. Considerare l'impatto ambientale delle pratiche di produzione e sviluppare strategie sostenibili potrebbe essere un'area di ricerca importante per il settore orafa.
- **Esplorazione di nuove pratiche e tecnologie:** è fondamentale esplorare l'applicazione di nuove pratiche, tecnologie e metodologie emergenti, come l'Industria 4.0 e l'automazione, per migliorare l'efficienza e la sostenibilità delle operazioni nel settore orafa e della lavorazione dei metalli. Questo richiede un approccio proattivo alla ricerca e una volontà di adattarsi ai cambiamenti tecnologici e di mercato per rimanere competitivi e sostenibili nel lungo periodo.
- **Approcci multidisciplinari:** sviluppare approcci multidisciplinari che integrino conoscenze e metodologie provenienti da diverse discipline, come la Theory of Constraints, il Lean Green, il Supply Chain Engineering e il Total Quality Management, si rivela vantaggioso nell'ottenere una comprensione più completa delle dinamiche sottostanti nella produzione di gioielli e nella lavorazione dei metalli.

In conclusione, l'analisi dei limiti e sviluppi futuri nel contesto dell'applicazione dei principi del Lean Manufacturing al settore orafa evidenzia la complessità e l'importanza di considerare criticamente una serie di fattori. La mancanza di dati nel lungo periodo, la limitata generalizzabilità dei risultati, le omissioni nella considerazione di fattori cruciali come l'analisi della supply chain e la sostenibilità ambientale richiedono un approccio rigoroso e multidisciplinare. Per affrontare tali limitazioni, è essenziale condurre ricerche più approfondite e metodologicamente solide, coinvolgendo un campione più ampio e

adottando approcci misti nella raccolta e analisi dei dati. Inoltre, occorre considerare attentamente il contesto specifico di ogni azienda e l'adeguata implementazione delle pratiche Lean, tenendo conto della resistenza al cambiamento, dei vincoli finanziari e delle peculiarità culturali. L'esplorazione di nuove pratiche, tecnologie e approcci, insieme a una maggiore attenzione alla standardizzazione dei processi e all'ambiente, si rivela cruciale per promuovere l'eccellenza operativa, la competitività e la sostenibilità nel settore orafa e della lavorazione dei metalli.

Bibliografia

Albliwi, S., Antony, J. and Lim, S. (2015), “A Systematic Review of Lean Six Sigma for the Manufacturing Industry”, *Business Process Management Journal*, Vol. 21 No. 3, pp. 665–691, doi: 10.1108/BPMJ-03-2014-0019.

Alsayegh, A.B. and Khdair, A.I. (2019), “Application of Lean Manufacturing Principles in Gold Industry”, *London Journal of Research of Engineering Research*, Vol. 19 No. 5, pp. 13–30.

Ankit, R., Uday, R., Ravi, M., Vishal, K. and Joshi, K.M. (2018), “Productivity Improvement through Lean Principles in an Indian SME”, *International Journal for Scientific Research and Development*, Vol. 6 No. 2, pp. 2697–2701.

Bicheno, J. and Holweg, M. (2016), *The Lean Toolbox, 5th Edition. A Handbook for Lean Transformation*.

Brown, K. and Mitchell, T. (1991), “A Comparison of Just-in-Time and Batch Manufacturing: The Role of Performance Obstacles”, *Academy of Management Journal*, Vol. 34, pp. 906–917, doi: 10.2307/256395.

Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura di Viterbo. (2015), “Lavorazioni dell’artigianato Artistico e Tradizionale: Modalità di Ottenimento della Licenza d’uso del Marchio Collettivo Tuscia Viterbese”.

Carlino, G.A. (1978), “Agglomeration economies: a survey of the literature”, in Carlino, G.A. (Ed.), *Economies of Scale in Manufacturing Location: Theory and Measure*, Springer US, Boston, MA, pp. 6–29, doi: 10.1007/978-1-4613-4069-0_2.

Chandrasekaran, K. (2011), “Lean Manufacturing Techniques In Jewellery Industry”, *Solitaire International*, pp. 82–85.

Charan, C.S. and Nambirajan, T. (2016), “An Empirical Investigation of Supply Chain Engineering on Lean Thinking Paradigms of In-House Goldsmiths”, *The International Journal of Applied Business and Economic Research*, Vol. 14, pp. 4475–4492.

Chartmongkoljaroen, L., Sirianukul, R., Puttibarncharoensri, P. and Marksini, W. (2019), “Defect Reduction by DMAIC Method: A Case Study of a Jewelry Manufacturer”, *Journal of Supply Chain Management: Research and Practice*, Vol. 13 No. 2, pp. 67–84.

Cusumano, M.A. and Nobeoka, K. (1998), *Thinking Beyond Lean: How Multi-Project Management Is Transforming Product Development at Toyota and Other Companies*, Simon and Schuster.

Dasgupta, R., Jain, D. and Ranka, D. (2023), “Increasing Time Efficiency in Jewellery Industry Using Lean Manufacturing Principles”, in Vasudevan, H., Kottur, V.K.N. and Raina, A.A. (Eds.), *Proceedings of International Conference on Intelligent Manufacturing and Automation*, Springer Nature, Singapore, pp. 109–117, doi: 10.1007/978-981-19-7971-2_11.

Dillon, A.P. and Shingo, S. (1985), *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*, CRC Press.

Dudek-Burlikowska, M. and Szewieczek, D. (2009), “The Poka-Yoke Method as an Improving Quality Tool of Operations in the Process”, *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, Vol. 36 No. 1, pp. 95–102.

Fekete, M. and Hulvej, J. (2013), “‘Humanizing’ Takt Time and Productivity in the Labor-Intensive Manufacturing Systems”, *Active Citizenship by Knowledge Management & Innovation: Proceedings of the Management, Knowledge and Learning International Conference 2013*, ToKnowPress, pp. 191–199.

Feld, W.M. (2000), *Lean Manufacturing: Tools, Techniques, and How to Use Them*, CRC Press, Boca Raton, doi: 10.1201/9781420025538.

Fink, A. (2019), *Conducting Research Literature Reviews: From the Internet to Paper*, SAGE Publications.

Ghosh, M. (2012), “Lean Manufacturing Performance In Indian Manufacturing Plants”, *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 24 No. 1, pp. 113–122, doi: 10.1108/17410381311287517.

Gurumurthy, A. and Kodali, R. (2011), “Design of Lean Manufacturing Systems Using Value Stream Mapping with Simulation: A Case Study”, *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 22, pp. 444–473, doi: 10.1108/17410381111126409.

Haghirian, P. (2010), *Understanding Japanese Management Practices*, Business Expert Press, New York, NY.

Hill, A.M. (2001), “Lean Manufacturing and Theory of Constraints Principles in the Jewelry Manufacturing Environment”, *The Santa Fe Symposium on Jewelry Manufacturing Technology*, Albuquerque.

Hill, A.M. (2003), “Implementing a 5S Program in a Jewelry Manufacturing Environment”, *The Santa Fe Symposium on Jewelry Manufacturing Technology*, Albuquerque.

Hüttmeir, A., de Treville, S., van Ackere, A., Monnier, L. and Prenninger, J. (2009), “Trading off between heijunka and just-in-sequence”, *International Journal of Production Economics*, Vol. 118 No. 2, pp. 501–507, doi: 10.1016/j.ijpe.2008.12.014.

Imai, M. (1986), *Kaizen: The Key To Japan's Competitive Success*, McGraw-Hill Education.

Imai, M. (2012), *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy, Second Edition*, McGraw Hill Professional.

Intesa Sanpaolo. (2023), *Sintesi Quantitativa Del Settore Orafo Italiano*, Milano, pp. 1–9.

- Irani, S.A. and Zhou, J. (2009), “Value Stream Mapping of a Complete Product”, Department of Industrial, Welding and Systems Engineering - The Ohio State University.
- Janerka, K. and Jezierski, J. (2013), “The Lean Manufacturing Tools in Polish Foundries”, *Archives of Metallurgy and Materials*, Institute of Metallurgy and Materials Science of Polish Academy of Sciences, Vol. 58 No. 3, pp. 937–940.
- Kaspin, S. (2022), “DMAIC Six Sigma Approach In Gold Scrap/Waste Management Procedure For SME’s Jewellery Industry”, *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, Vol. 13 No. 9, pp. 5775–5782, doi: 10.47750/pnr.2022.13.S09.697.
- Kaspin, S., Khairi, H. and Hassan, O.H. (2021), “The Application of Continuous Improvement (CI) Methodology in Small-Scale (SME) Jewellery / Gold Fabricators & Refiners toward Efficient Work Process in Waste Management”, *Environment-Behaviour Proceedings Journal*, Vol. 6 No. SI4, pp. 35–42, doi: 10.21834/ebpj.v6iSI4.2899.
- Kaspin, S., Khairi, H., Hassan, O.H., Mohamad, N. and bin Nordin, M.N. (2021), “Identifying Factors Leading To Gold Losses During The Fabrication Process And Assessing Its Impact On The Smes Jewellery Industry.”, *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, Vol. 12 No. 7, pp. 975–985.
- Krafcik, J.F. (1988), “Triumph Of The Lean Production System”, *Sloan Management Review*, Vol. 30 No. 1, pp. 41–52.
- Kumar, C. and Panneerselvam, R. (2007), “Literature review of JIT-KANBAN system”, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 32, pp. 393–408, doi: 10.1007/s00170-005-0340-2.
- Lean Enterprise Institute. (2008), *Lean Lexicon: A Graphical Glossary for Lean Thinkers*, Fourth Edition., The Lean Enterprise Institute.
- Liker, J.K. (1997), *Becoming Lean: Inside Stories of U.S. Manufacturers*, CRC Press.
- Liker, J.K. (2003), *The Toyota Way: 14 Management Principles From the World’s Greatest Manufacturer*, McGraw Hill Professional.
- Liker, J.K. and Meier, D. (2005), *The Toyota Way Fieldbook*, McGraw Hill Professional.
- Lovelle, J. (2001), “Mapping the Value Stream”, *IIE Solutions*, Vol. 33 No. 2, pp. 26–33.
- Lukitaputri, A.A. and Dachyar, M. (2015), “Designing Jewellery Manufacturing Industry Productivity Improvement using DMAIC Method”, *International Journal of Applied Engineering Research*, Vol. 10 No. 13, pp. 33836–33841.
- Marks, M.A., Sabella, M.J., Burke, C.S. and Zaccaro, S.J. (2002), “The impact of cross-training on team effectiveness”, *Journal of Applied Psychology*, American Psychological Association, US, Vol. 87 No. 1, pp. 3–13, doi: 10.1037/0021-9010.87.1.3.

Marsilio, M. and Rosa, A. (2020), *Lean e Value Based Management. Modelli e Strumenti per La Creazione Di Valore Nelle Aziende Sanitarie, FrancoAngeli Series – Open Access*, FrancoAngeli Series – Open Access.

McKone-Sweet, K. and Weiss, E. (1999), “Total Productive Maintenance: Bridging the Gap between Practice and Research”, *Production Operations Management*, Vol. 7 No. 4, pp. 335–351.

Mejia-Pajuelo, K., Solis-Galdos, K., Mauricio-Sanchez, D., Raymundo-Ibañez, C. and Perez, M. (2020), “Comprehensive Management Model for Increasing the Competitiveness of Small and Medium Artisan Jewelry Enterprises in Peru”, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, IOP Publishing, Vol. 796 No. 1, pp. 1–9, doi: 10.1088/1757-899X/796/1/012020.

Michalska, J. and Szewieczek, D. (2007), “The 5S Methodology as a Tool for Improving the Organisation”, *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, Vol. 24 No. 2, pp. 211–214.

Monden, Y. (1983), *Toyota Production System: Practical Approach to Production Management*, Industrial Engineering and Management Press, Institute of Industrial Engineers.

Monden, Y. (1993), *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-in-Time*, Industrial Engineering and Management Press.

Myerson, P. (2012), *Lean Supply Chain and Logistics Management*, McGraw Hill Professional.

Ohno, T. (1973), “The ‘Bible’ of the Toyota Production System”.

Ohno, T. (1988), *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*, CRC Press.

Parry, G.C. and Turner, C.E. (2006), “Application of lean visual process management tools”, *Production Planning & Control*, Taylor & Francis, Vol. 17 No. 1, pp. 77–86, doi: 10.1080/09537280500414991.

Pascal, D. (2002), *Lean Production Simplified: A Plain-Language Guide to the World’s Most Powerful Production System*, Productivity Press.

Patel, M. and Desai, D.A. (2018), “Critical review and analysis of measuring the success of Six Sigma implementation in manufacturing sector”, *International Journal of Quality & Reliability Management*, Emerald Publishing Limited, Vol. 35 No. 8, pp. 1519–1545, doi: 10.1108/IJQRM-04-2017-0081.

Petterson, J. (2009), “Defining lean production: some conceptual and practical issues”, edited by Mi Dahlgaard-Park, S. *The TQM Journal*, Vol. 21 No. 2, pp. 127–142, doi: 10.1108/17542730910938137.

Poppendieck, M. (2002), “Principles of Lean Thinking”, presented at the Onward! A Track at OOPSLA 2002, Seattle, Washington.

Prasad, S., Khanduja, D. and Sharma, S.K. (2016), “An Empirical Study on Applicability of Lean and Green Practices in the Foundry Industry”, *Journal of Manufacturing Technology Management*, Emerald Group Publishing Limited, Vol. 27 No. 3, pp. 408–426, doi: 10.1108/JMTM-08-2015-0058.

Ramkumar, B., Harish, V., Renuka, S.D. and Srinivasaiah, R. (2021), “Lean Manufacturing: A Bibliometric Analysis, 1970-2020”, *Journal of Scientometric Research*, Vol. 10 No. 1, pp. 63–73, doi: 10.5530/jscires.10.1.8.

Ranjan, S.K. and Shinde, D.K. (2018), “Implementing Lean Manufacturing Technique in Fabrication Process Planning – A Case Study”, *International Journal of Research in Engineering and Technology*, Vol. 5 No. 7, pp. 2600–2606.

Realyvásquez, A., Arredondo-Soto, K., Carrillo-Gutiérrez, T. and Ravelo, G. (2018), “Applying the Plan-Do-Check-Act (PDCA) Cycle to Reduce the Defects in the Manufacturing Industry. A Case Study”, *Applied Sciences*, Vol. 8 No. 11, pp. 1–17, doi: 10.3390/app8112181.

Rocha, H.T., Ferreira, L.P. and Silva, F.J.G. (2018), “Analysis and Improvement of Processes in the Jewelry Industry”, *Procedia Manufacturing*, Vol. 17, pp. 640–646, doi: 10.1016/j.promfg.2018.10.110.

Rother, M. and Shook, J. (1999), *Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*, Lean Enterprise Institute.

Sagi, S. (2015), “‘Ringi System’ The Decision Making Process in Japanese Management Systems: An Overview”, *International Journal of Management and Humanities*, Vol. 1 No. 7, pp. 10–11.

Schonberger, R.J. (1983), “Applications of Single-Card and Dual-Card Kanban”, *Interfaces*, Vol. 13 No. 4, pp. 56–67, doi: 10.1287/inte.13.4.56.

Serrat, O. (2017), “The Five Whys Technique”, *Knowledge Solutions*, Springer Singapore, Singapore, pp. 307–310, doi: 10.1007/978-981-10-0983-9_32.

Shankar, R. (2009), *Process Improvement Using Six Sigma: A DMAIC Guide*, Quality Press.

Sharma, A.K. (2020), *Cluster Mapping Study of the Gems & Jewellery Sector in India*, No. 20201001, The National Council of Applied Economic Research (NCAER), pp. 1–324.

Sharma, S. and Khatri, R. (2021), “Introduction to Lean Waste and Lean Tools”, *Lean Manufacturing*, IntechOpen, doi: 10.5772/intechopen.97573.

Shingo, S. and Dillon, A.P. (1989), *A Study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint*, CRC Press.

- Simamora, A. and Insanita, R. (2024), “Lean Manufacturing Implementation through Value Stream Mapping on Gold Products”, *Jurnal Samudra Ekonomi Dan Bisnis*, Vol. 15 No. 1, pp. 1–15, doi: 10.33059/jseb.v15i1.7759.
- Singh, M.P., Meena, R. and Panwar, A. (2016), “A Survey on the Adoption of Lean Practices in Indian Manufacturing Sector”, *International Journal of Industrial Engineering Research and Development (IJIERD)*, Vol. 7 No. 2, pp. 52–62, doi: 10.34218/IJIERD.7.2.2016.006.
- Socconini, L. (2013), *Lean Manufacturing. Paso a Paso*, Norma.
- Spearman, M. and Zazanis, M. (1992), “Push and Pull Production Systems: Issues and Comparisons”, *Operations Research*, Vol. 40 No. 3, pp. 521–532, doi: 10.1287/opre.40.3.521.
- Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F. and Uchikawa, S. (1977), “Toyota production system and Kanban system: Materialization of just-in-time and respect-for-human system”, *International Journal of Production Research*, Vol. 15 No. 6, pp. 553–564, doi: 10.1080/00207547708943149.
- Supsomboon, S. (2019), “Simulation for Jewelry Production Process Improvement Using Line Balancing: A Case Study”, *Management Systems in Production Engineering*, Vol. 27 No. 3, pp. 127–137, doi: 10.1515/mspe-2019-0021.
- Toyota Motor Corporation. (2003), *Environmental & Social Report*.
- Upadhye, N., Deshmukh, S.G. and Garg, S. (2010), “Lean Manufacturing In Biscuit Manufacturing Plant: A Case”, *International Journal of Advanced Operations Management*, Vol. 2 No. 1, pp. 108–139, doi: 10.1504/IJAOM.2010.034589.
- Walker, D. (1990), *Customer First: A Strategy for Quality Service*, Gower Pub Co, Aldershot, Hants.
- Willmott, P. (1994), *Total Productive Maintenance: The Western Way*, Butterworth-Heinemann, Oxford.
- Wireman, T. (2004), *Total Productive Maintenance*, Industrial Press Inc.
- Womack, J.P. and Jones, D.T. (1996), *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, Simon and Schuster.
- Womack, J.P., Jones, D.T. and Roos, D. (1990), *The Machine That Changed the World*, Simon and Schuster.
- Younnes, D. (2023), “The Impact of Lean Manufacturing Practices on Green Sustainability: The Case of Abdulghani Company”, *European Journal of Business and Management Research*, Vol. 8 No. 3, pp. 62–67, doi: 10.24018/ejbmr.2023.8.3.1905.

Sitografia

- [1] <https://leancommunity.org/value-added-vs-non-value-added/>
- [2] <https://theleanway.net/The-8-Wastes-of-Lean>
- [3] <https://ideascale.com/blog/what-is-continuous-improvement/>
- [4] <https://www.lean.org/the-lean-post/articles/respect-for-people/>
- [5] <https://www-statista-com.ezproxy.biblio.polito.it/statistics/385687/number-of-enterprises-in-the-manufacture-of-jewelry-in-italy/>
- [6] <https://retailgurukul.com/continuous-improvement-jewellery-market/>
- [7] <https://www.ganoksin.com/article/precision-fine-casting/>
- [8] <https://www.elsevier.com/products/scopus>
- [9] <https://www.researchgate.net/about>
- [10] <https://www.elsevier.com/products/sciencedirect>
- [11] <https://www.emeraldgroupublishing.com/who-we-are/about-us>
- [12] <https://about.proquest.com/>
- [13] <https://www.diamantiitalia.com/oro/india-oro-e-gioielli-come-da-tradizione/>
- [14] <https://www.dorotystreet.com/storia-dei-gioielli-in-india/>

Appendice A – Keywords e Research Queries

Keywords	Research Queries
Lean Production	"Lean Production" AND "Gold Production"
Lean Manufacturing	"Lean Manufacturing" AND "Gold Manufacturing"
Lean Thinking	"Lean Thinking" AND "Jewels Production"
Lean Principles	"Lean Principles" AND "Jewels Manufacturing"
Lean Tools	"Lean Tools" AND "Jewellery Industry"
Continuous Improvement	"Continuous Improvement" AND "Jewellery Sector"
Standardized Processes	"Standardized Processes" AND "Goldsmith Industry"
Waste Identification	"Waste Identification" AND "Foundry Industry"
Waste Reduction	"Waste Reduction" AND "Gold Production"
Just-In-Time	"Just-In-Time" AND "Gold Manufacturing"
Kaizen	"Kaizen" AND "Jewels Production"
Visual Management	"Visual Management" AND "Jewels Manufacturing"
Pull Production	"Pull Production" AND "Jewellery Industry"
Takt Time	"Takt Time" AND "Jewellery Sector"
Operational Efficiency	"Operational Efficiency" AND "Goldsmith Industry"
Productivity Improvement	"Productivity Improvement" AND "Foundry Industry"
Time Efficiency	"Time Efficiency" AND "Gold Production"
Quality Improvement	"Quality Improvement" AND "Gold Manufacturing"
Inventory Management	"Inventory Management" AND "Jewels Production"
5S	"5S" AND "Jewels Manufacturing"
Value Stream Mapping	"Value Stream Mapping" AND "Jewellery Industry"
Kanban	"Kanban" AND "Jewellery Sector"
Poka-Yoke	"Poka-Yoke" AND "Goldsmith Industry"
Andon	"Andon" AND "Foundry Industry"
TPM	"TPM" AND "Gold Production"
SMED	"SMED" AND "Gold Manufacturing"
Five Whys	"Five Whys" AND "Jewels Production"
Gemba Walk	"Gemba Walk" AND "Jewels Manufacturing"
PDCA Cycle	"PDCA Cycle" AND "Jewellery Industry"
Lean Six Sigma	"Lean Six Sigma" AND "Jewellery Sector"
DMAIC	"DMAIC" AND "Goldsmith Industry"
Lean Green	"Lean Green" AND "Foundry Industry"
Gold Production	
Gold Manufacturing	
Jewels Production	
Jewels Manufacturing	
Jewellery Industry	
Jewellery Sector	
Goldsmith Industry	
Foundry Industry	

Appendice B – Tabella bibliografica

Autori	Anno	Titolo	Obiettivo	Metodologia	Dati in input	Risultati	Spunti di ricerca futuri
Hill A. M.	2001	Lean Manufacturing And Theory of Constraints Principles In the Jewelry Manufacturing Environment	Gli obiettivi di questo articolo sono esplorare i concetti di Lean Manufacturing e Theory of Constraints nel contesto della produzione di gioielli. Lo scopo è fornire indicazioni su come integrare gli aspetti migliori di entrambe le discipline per massimizzare l'efficienza e la redditività nel settore orafa (approccio "Lean/TOC"). Il documento sottolinea, inoltre, l'importanza di stabilire un chiaro scopo per l'organizzazione, comprendere il valore del cliente, identificare i vincoli, implementare attività di miglioramento e la necessità di requisiti culturali e di empowerment per ottenere un'attuazione efficace di queste discipline.	Per estrarre i punti di forza sia dalla Lean Manufacturing che dalla Theory of Constraints nel contesto della produzione di gioielli, è possibile seguire un "Approccio di Implementazione Integrato". Questo approccio prevede di: stabilire un chiaro obiettivo aziendale, definire cosa rappresenta il valore per il cliente, individuare i vincoli che impediscono all'organizzazione di raggiungere i suoi obiettivi, identificare il flusso di valore, massimizzare l'output della risorsa vincolo, identificare le modalità per garantire che la risorsa vincolo sia protetta, adottare una logica Pull, aumentare la capacità della risorsa vincolo attraverso gli strumenti dell'approccio Lean/TOC (Value Stream Mapping, 5S, Kanban, Kaizen, Five Logic Model).	Storia del contesto manifatturiero; le principali sfide del settore orafa; Principi e strumenti di Lean Manufacturing e Theory of Constraints; strategic measurement systems come Kaplan and Norton's The Balanced Scorecard	Si raccomanda di adottare la prospettiva del "throughput" della Theory of Constraints anziché la prospettiva della riduzione costi della Lean Manufacturing come guida per raggiungere l'eccellenza nella produzione. Si suggerisce che se il pensiero del throughput è ben radicato nell'organizzazione, è possibile beneficiare in modo sicuro di molti elementi operativi eccellenti della Lean Manufacturing. L'autrice enfatizza che la Lean Manufacturing è focalizzata sulla riduzione degli sprechi, con strategie ben sviluppate e documentate per farlo, ma avverte che, in un'economia mondiale in rapida evoluzione con una crescente quantità di dati e richieste, non è sufficiente mettere in atto il processo corretto ma implementare correttamente il processo giusto.	La Lean Manufacturing e la Teoria dei Vincoli forniscono un approccio armonizzato per massimizzare i profitti di un contesto produttivo, concentrandosi sulla definizione del valore secondo la prospettiva del cliente, l'eliminazione di qualsiasi elemento che non fornisce valore e il miglioramento continuo. Tuttavia, il tentativo di implementare una di queste discipline, singolarmente o in tandem, senza affrontare i requisiti culturali per il successo, potrebbe non produrre i risultati necessari a giustificare lo sforzo.
Hill A. M.	2003	Implementing a 5S Program in a Jewelry Manufacturing Environment	L'articolo si propone di esaminare l'implementazione di un programma 5S in un'organizzazione manifatturiera orafa, con particolare attenzione alla resistenza all'implementazione e ai passi necessari per superarla.	La metodologia si concentra sull'identificazione dei passi chiave per superare la resistenza all'implementazione del programma 5S. Si sottolinea l'importanza dell'approvazione della direzione, della formazione di un team guida 5S, dell'istruzione interna, della definizione dei confini delle aree di lavoro, dell'installazione di bacheche di comunicazione e della conduzione di valutazioni delle aree funzionali. Inoltre, si fornisce una guida sulle norme di codifica a colori e segnaletica, sottolineando l'importanza di una revisione regolare e dell'aggiornamento del Quadro di Progresso 5S.	I dati in input includono le sfide e le resistenze specifiche all'implementazione del programma 5S in un ambiente manifatturiero, nonché le pratiche di successo utilizzate per superarle.	L'implementazione del programma 5S ha portato a miglioramenti nei processi produttivi, con conseguenti risparmi di costi. Ad esempio, l'organizzazione ha registrato un aumento del rapporto di riciclo rispetto al grano fresco nelle fusioni, risparmiando migliaia di dollari all'anno in inventario e ottenendo una migliore utilizzazione degli scarti. Inoltre, i problemi di controllo sono stati risolti, con un aumento dei rendimenti per flacone e una diminuzione dei costi complessivi. Le spese per gli attrezzi manuali sono diminuite del 4% rispetto all'anno precedente, nonostante l'aumento della produzione. Inoltre, la frequenza di ordinazione delle forniture è stata ridotta della metà, liberando tempo per attività a valore aggiunto. Inoltre, l'articolo sottolinea l'importanza di celebrare i successi e di mantenere l'impegno a lungo termine, in quanto l'organizzazione e la pulizia costanti sono la loro stessa ricompensa.	

<p>Jezierski, J., & Janerka, K.</p>	<p>2013</p>	<p>The Lean Manufacturing Tools In Polish Foundries</p>	<p>L'articolo si propone di esaminare l'implementazione degli strumenti di Lean Manufacturing nelle fonderie polacche, con particolare attenzione al livello di implementazione, alle ragioni per cui alcuni strumenti non sono stati adottati e alle implicazioni di ciò per l'industria delle fonderie.</p>	<p>Per raggiungere questo obiettivo, è stata condotta un'indagine per valutare il livello di implementazione degli strumenti Lean Manufacturing nelle fonderie polacche. La metodologia ha coinvolto la somministrazione di un questionario o interviste per la raccolta dei dati.</p>	<p>I dati sono stati raccolti attraverso un'indagine condotta direttamente presso le fonderie polacche, al fine di valutare il livello di implementazione degli strumenti Lean Manufacturing. I dati includevano informazioni sulle specifiche pratiche di implementazione, nonché sulle ragioni per cui alcuni strumenti non erano stati adottati.</p>	<p>I risultati dell'indagine condotta sul livello di implementazione degli strumenti Lean Manufacturing nelle fonderie polacche hanno mostrato che solo il 29% delle fonderie aveva implementato tali strumenti. Tra gli strumenti specifici, il sistema 5S è emerso come il più comunemente utilizzato, seguito dal metodo SMED e dal TPM. Le ragioni principali per non aver implementato tali strumenti erano la mancanza di conoscenza e i costi di implementazione. Inoltre, solo il 71% dei partecipanti ha confermato che c'erano benefici per la fonderia dopo l'implementazione degli strumenti Lean.</p>	<p>I principali ostacoli all'implementazione degli strumenti lean erano la mancanza di conoscenza e il costo percepito dell'implementazione. L'articolo suggerisce che nel settore della fonderia sono necessarie una maggiore formazione e promozione di strumenti Lean più convenienti in termini di costi.</p>
<p>Lukitaputri, A. A., & Dachyar, M.</p>	<p>2015</p>	<p>Designing Jewellery Manufacturing Industry Productivity Improvement Using DMAIC Method</p>	<p>Lo scopo di questo articolo è quello di presentare un caso studio sull'industria orafa in Indonesia e di proporre un metodo per migliorare la produttività aziendale utilizzando il framework Six Sigma DMAIC. L'articolo descrive i metodi utilizzati in ciascuna fase del framework DMAIC e presenta i risultati ottenuti attraverso l'analisi dei dati e l'applicazione di metodi come TOPSIS-AHP e Decision Tree. L'obiettivo finale è quello di identificare l'alternativa migliore per migliorare la produttività aziendale e proporre indicatori chiave di performance (KPI) per monitorare e controllare l'implementazione delle migliori.</p>	<p>La metodologia di ricerca utilizzata in questo studio è il metodo DMAIC (Define-Measure-Analyze-Improve-Control) del Six Sigma. Nella fase di Definizione, è stato utilizzato un diagramma SIPOC (Supplier-Input-Process-Output-Customer) per identificare il problema. Nella fase di Misurazione, sono stati raccolti dati primari e secondari tramite questionari e analisi dei dati aziendali. Nella fase di Analisi, sono stati utilizzati il metodo TOPSIS-AHP e il Decision Tree per valutare le alternative. Nella fase di Miglioramento, è stata selezionata un'alternativa e sono state progettate azioni di miglioramento. Nella fase di Controllo, sono stati utilizzati indicatori di performance per monitorare i risultati.</p>	<p>Letteratura esistente. Dati raccolti presso un'azienda del settore della produzione di gioielli a Bali, in Indonesia. La fase di Analisi del framework DMAIC è stata svolta grazie a interviste ad alcuni esperti del settore.</p>	<p>Sono state identificate tre principali aree di miglioramento della produttività: produttività del lavoro, dei materiali e del capitale. Tra le nove alternative considerate, l'implementazione di un sistema di pianificazione giornaliera (Daily Planning System) per tutti i dipendenti è stata identificata come l'alternativa con la priorità più alta, con un aumento stimato della produttività del 47%. Per monitorare le prestazioni complessive dell'azienda, si sottolinea l'importanza di stabilire un sistema di gestione delle prestazioni aziendali. Inoltre, si misura l'efficienza del lavoro attraverso KPIs come l' "Overall Worker Efficiency (OWE)". A supporto, vengono suggerite alcune strategie, tra cui la progettazione dei processi aziendali, il miglioramento del sistema ERP, la creazione di un sistema di notifica e l'adozione di nuove politiche aziendali e strumenti di misurazione delle prestazioni.</p>	<p>Studi futuri potrebbero effettuare una validazione dello studio tramite l'implementazione dell'alternativa selezionata nel settore di riferimento, soprattutto in aree in cui sono ampiamente utilizzati giudizi di esperti, come l'impatto e la probabilità di successo di un'alternativa.</p>

<p>Prasad, S., Khanduja, D., & Sharma, S. K.</p>	<p>2016</p>	<p>An empirical study on applicability of lean and green practices in the foundry industry</p>	<p>L'articolo si propone di valutare l'applicabilità delle pratiche Lean e Green nell'industria delle fonderie indiane attraverso l'uso di un questionario, per migliorare la produttività ed eliminare gli sprechi, incorporando la sostenibilità nelle misure di performance aziendali.</p>	<p>La metodologia utilizzata per raggiungere questo obiettivo ha previsto lo sviluppo di un questionario strutturato per raccogliere dati sull'applicabilità di 16 pratiche lean e green, la distribuzione del questionario a 71 manager e professionisti del settore, e l'analisi dei dati raccolti tramite analisi dei fattori e di affidabilità. Inoltre, sono state utilizzate statistiche descrittive e l'analisi della correlazione per testare la significatività relativa delle pratiche Lean e Green. Le pratiche Lean e Green inserite nel questionario sono state classificate in 4 costrutti: pratiche di organizzazione del posto di lavoro, pratiche di gestione, pratiche di controllo delle scorte e pratiche di produzione industriale e miglioramento della qualità.</p>	<p>I dati in input consistono nelle risposte ai questionari raccolte da manager e professionisti dell'industria delle fonderie indiane. Il questionario è stato sviluppato sulla base di una serie di fonti tratte dalla letteratura e di discussioni formali con accademici e professionisti del settore della fonderia. Le risposte sono state ricevute su una scala Likert a 5 punti che va dalla pratica meno applicabile a quella più applicabile.</p>	<p>Le analisi fattoriali e di affidabilità mostrano che tutti e quattro i costrutti sono adeguati e affidabili per illustrare pratiche Lean e Green. Le statistiche descrittive indicano che le pratiche Lean e Green sono applicabili per l'implementazione in una certa misura nel settore della fonderia. L'analisi di correlazione mostra che le pratiche Lean sono positivamente e moderatamente correlate con le pratiche Green. Pertanto, i risultati presentano una forte evidenza del fatto che le pratiche Lean e Green sono moderatamente applicabili per l'implementazione nel settore della fonderia.</p>	
--	-------------	--	---	--	---	--	--

<p>Charan, C. S., & Nambirajan, T.</p>	<p>2016</p>	<p>An empirical investigation of supply chain engineering on lean thinking paradigms of in-house goldsmiths</p>	<p>L'articolo si propone di esaminare l'influenza delle pratiche di Supply Chain Engineering sul paradigma del Lean Thinking nell'ambito delle aziende orafe interne. In particolare, l'obiettivo è quello di comprendere come queste pratiche influenzino la produzione e l'efficienza nel settore della manifattura di gioielli, trovare la relazione tra loro e anche fornire prove numeriche per validarle.</p>	<p>Per raggiungere questo obiettivo, lo studio è stato condotto su 201 gioiellieri interni attraverso interviste personali utilizzando un questionario strutturato. I partecipanti sono stati selezionati da un'associazione di commercianti di oro, diamanti e argento. Agli intervistati è stato chiesto di compilare un questionario utilizzando una scala Likert a 5 punti sia per Supply Chain Engineering (SCE) che per Lean Thinking (LT). La ricerca è stata definita come esplorativa e analitica, con Supply Chain Engineering trattata come variabile indipendente e Lean Thinking come variabile dipendente. Sono state formulate diverse ipotesi per esaminare le relazioni tra le diverse variabili.</p>	<p>I dati sono stati raccolti attraverso interviste personali e questionari strutturati somministrati ai 201 gioiellieri interni partecipanti allo studio. I dati raccolti riguardano le opinioni e le percezioni dei partecipanti su varie questioni legate al Supply Chain Engineering e al Lean Thinking. In seguito i dati sono stati elaborati mediante un'analisi statistica descrittiva e inferenziale di SCE e LT utilizzando ANOVA, Chi-Square e SEM. Sono state prese in considerazione le Tipologie di Proprietà Aziendale (Impresa Individuale (SLP), Partnership (PSP) e Famiglia Indivisa Hindu (HUF)) e le Tipologie di Beni Prodotte (B2C, B2B ed Entrambe). Sono state esaminate le influenze di queste variabili demografiche su costrutti come Designing Engineering Budget (DEB), In-House Facility (IHF), Dynamism (DYM), Performance (PER), Manufacturing/Production Flow (PRF), Process Control (PRC) e Metrics (MET). Le differenze medie tra le aziende SLP, PSP e HUF sono state identificate per ciascun costrutto.</p>	<p>In primo luogo, è emerso che le pratiche di Supply Chain Engineering possono avere effetti diversi sul Lean Thinking a seconda del tipo di azienda e dei beni prodotti. Ad esempio, le aziende di proprietà familiare mostrano maggiore interesse nel soddisfare le esigenze dei clienti rispetto alle aziende a partnership, mentre le aziende a proprietà singola si collocano in una posizione intermedia. Inoltre, l'automazione nel processo produttivo è stata identificata come un fattore chiave per migliorare le prestazioni e le metriche. Tuttavia, è emerso che le prestazioni non mostrano differenze significative in base al tipo di beni prodotti, suggerendo che l'adattamento all'ambiente di produzione potrebbe essere fondamentale per migliorare la crescita delle aziende. Inoltre, è stato evidenziato che le strutture interne e la dinamicità non richiedono necessariamente miglioramenti per il flusso di produzione, mentre la modernizzazione e le tecniche di controllo dei processi migliorati sono importanti per minimizzare gli sprechi e migliorare le prestazioni. Infine, è stato sottolineato che le aziende di gioiellieri interni potrebbero beneficiare dall'adozione di pratiche Lean più avanzate e contemporanee, in quanto ciò potrebbe riflettere direttamente le aspirazioni dei clienti e migliorare l'output complessivo.</p>	<p>Le forze della Supply Chain Engineering rispetto al Lean Thinking causano effetti di influenza e di diminuzione. È necessario adottare ideologie appropriate per i miglioramenti. La struttura interna è un fattore vitale per diminuire i paradigmi del Lean Thinking. Le aziende orafe dovrebbero adattare la modernizzazione delle attrezzature e seguire tecniche di controllo statistico dei processi migliorate, al fine di ridurre al minimo gli sprechi e ottenere un guadagno proporzionale nel business. Il fattore di performance in SCE e le metriche in LT possono essere significativamente migliorate se c'è spazio per l'automazione nel processo produttivo. La comprensione di questi aspetti rende gli orafi pronti a competere con il mondo contemporaneo, ottenendo benefici appropriati attraverso il Lean Thinking, che a sua volta potrebbe dare una dura concorrenza alla catena di vendita al dettaglio di gioielli in futuro.</p>
--	-------------	---	---	--	--	---	---

<p>Ankit, R.; Uday, R.; Ravi, M.; Vishal, K.; Joshi, K. M.</p>	<p>2018</p>	<p>Productivity Improvement through Lean Principles in an Indian SME</p>	<p>Lo scopo di questo articolo è esplorare e migliorare la produzione nelle piccole e medie imprese (PMI) in India attraverso l'applicazione dei principi lean. L'articolo sottolinea l'importanza della gestione dell'inventario, della riduzione degli sprechi e dell'implementazione di concetti come il Total Quality Management (TQM), il Just in Time (JIT) e il 5S per migliorare la produttività e la qualità nelle PMI. L'obiettivo è massimizzare il vantaggio competitivo delle PMI attraverso l'adozione di strategie e strumenti di miglioramento della produzione.</p>	<p>Si parte con la descrizione dei problemi attuali dell'azienda (mancanza di una documentazione che rappresenti il flusso di lavoro dell'azienda per i prodotti o i processi; necessità per il direttore generale di contattare costantemente i dirigenti di ciascun reparto per comprendere il lavoro specifico in corso e apportare modifiche se necessario, senza una procedura standard documentata; assenza di ruoli e responsabilità chiaramente definiti per i lavoratori e i manager; mancanza di coordinazione tra i dipendenti; abusi di potere) e la proposta di alcune soluzioni che potrebbero risolvere i problemi individuati (creazione di un organigramma aziendale con le procedure dei dipartimenti ivi svolte; definizione chiara dei ruoli e delle responsabilità per assegnare il lavoro e attribuire responsabilità; definizione dell'autorità delle persone nell'azienda; distribuzione corretta del potere tra i capi dei dipartimenti e i dipendenti). Si passa poi alla definizione del problema e all'implementazione della soluzione 5S nella Stanza di Archiviazione, nell'Ufficio di Gestione e nella Produzione. Infine, si valuta lo stato attuale dell'inventario per passare alla proposta di una soluzione per la sua gestione.</p>	<p>Letteratura esistente. Caso studio sull'azienda XYZ Company, un'azienda produttrice e commerciale di gioielli.</p>	<p>La direzione ha svolto un ruolo chiave nell'attuazione delle pratiche lean nella XYZ Company. Con l'attuazione dei tre strumenti importanti, ovvero QMS, 5S e la gestione dell'inventario, l'azienda ha ottenuto una struttura più flessibile, facilità attraverso il 5S e un modo più affidabile per l'approvvigionamento degli strumenti. I ruoli e le responsabilità hanno contribuito a creare un ambiente aziendale più confortevole e privo di conflitti, con una maggiore capacità funzionale. La riduzione dei tempi e delle perdite finanziarie è stata anche un risultato significativo grazie al 5S e alla gestione dell'inventario.</p>	
--	-------------	--	--	--	---	--	--

<p>Rocha, H. T.; Ferreira, L. P.; Silva, F.J.G.</p>	<p>2018</p>	<p>Analysis and Improvement of Processes in the Jewelry Industry</p>	<p>Lo scopo principale dello studio è quello di migliorare il processo di gestione e il controllo della produzione di un'azienda del settore orafa, che è responsabile della gestione delle prestazioni del sistema produttivo. Durante lo sviluppo del lavoro in questione sono stati applicati diversi strumenti per analizzare e migliorare i processi, in particolare quelli inerenti la filosofia Lean Manufacturing e più nello specifico: il sistema KANBAN, 5S, KAIZEN e il visual management. Per supportare il visual management, è stata implementata una versione beta del software MES con lo scopo di analizzare la fattibilità della piena implementazione di questo software nel settore industriale dell'organizzazione.</p>	<p>La metodologia di ricerca adottata per condurre questo studio è stata avviata con una revisione della letteratura (analisi e miglioramento dei processi, Lean Manufacturing, software MES), con l'obiettivo di applicare questi concetti al caso reale dei processi di produzione sviluppati presso l'azienda Flamingo, S.A. Successivamente, sono stati identificati i principali problemi relativi ai processi in questione al fine di elaborare un piano di miglioramento. Infine, si è cercato di implementare diverse soluzioni che consentissero all'azienda di ottenere miglioramenti significativi nel processo di gestione e nel controllo della produzione, eliminando i problemi precedentemente identificati.</p>	<p>Letteratura esistente. I dati in input di questo studio provengono da una società del settore della gioielleria chiamata Flamingo S.A., situata a Gondomar, in Portogallo.</p>	<p>L'obiettivo finale di questo studio era quello di migliorare il processo aziendale di gestione e controllo della produzione. In seguito al lavoro svolto, con la successiva adozione di strumenti di Lean Manufacturing e l'implementazione di software MES a supporto della produzione, l'azienda in questione ha potuto ottenere i seguenti vantaggi: maggiore organizzazione produttiva; standardizzazione delle procedure; fornire ai lavoratori buone pratiche; conferire al responsabile della produzione il controllo dell'intero processo produttivo; e la generazione di report utili per facilitare il processo decisionale.</p>	<p>Tutti gli strumenti implementati in questo studio hanno potenziato la competitività dell'organizzazione, che è sostenuta dalla standardizzazione dell'organizzazione e dei processi. Pertanto, si intende incoraggiare l'implementazione degli strumenti di Lean Manufacturing e del software MES in tutti i settori dell'azienda, in particolare la filosofia Lean Thinking e le abitudini di registrazione che porteranno nuove opportunità all'azienda con l'obiettivo di ridurre i tempi persi e promuovere il miglioramento continuo, aumentando anche la soddisfazione dei clienti.</p>
<p>Supsomboon, S.</p>	<p>2019</p>	<p>Simulation for jewelry production process improvement using line balancing: a case study</p>	<p>L'articolo si propone di ottimizzare i processi di produzione di gioielli attraverso la simulazione e il bilanciamento delle linee, con particolare attenzione alla fase di fusione di prodotti critici come anelli, orecchini e pendenti in alluminio e platino.</p>	<p>La ricerca impiega modelli di simulazione e il metodo del bilanciamento delle linee per migliorare l'efficienza del processo produttivo in un'azienda orafa. Vengono creati tre modelli alternativi con diversi obiettivi di produzione, e i risultati della simulazione dimostrano che i tassi di output desiderati possono essere raggiunti con il minor numero di lavoratori.</p>	<p>L'analisi considera diversi modelli e processi, come la fase di modellazione della cera e la fusione, calcolando le risorse necessarie in base alla proporzione di diversi prodotti di gioielleria. Vengono raccolti dati sulle esigenze di produzione futura per calcolare il numero di lavoratori e macchine necessari per i processi.</p>	<p>I risultati mostrano che i tassi di output desiderati possono essere raggiunti con il minor numero di lavoratori, dimostrando l'efficacia dell'utilizzo della simulazione per il miglioramento degli impianti produttivi. Tuttavia, ci sono alcune differenze di numero di lavoratori calcolato mediante il metodo di bilanciamento delle linee e la simulazione a causa di blocchi e attese nel sistema. Si è dimostrato che i risultati della simulazione non solo predeterminano la quantità di produzione media del processo modificato, ma forniscono anche l'utilizzo dei lavoratori nel sistema.</p>	

Chartmongkolj aroen, L., Sirianukul, R., Puttibarncharoen, P., & Marksini, W.	2019	Defect Reduction By DMAIC Method: A Case Study Of A Jewelry Manufacturer	L'obiettivo dell'articolo è condurre un caso studio presso un produttore di gioielli (JEMM Company) al fine di risolvere un problema legato al tasso di difetti delle resine nel reparto di modellazione. Per raggiungere questo obiettivo, viene applicata la metodologia DMAIC per identificare le cause principali dei difetti, migliorare i processi di modellazione e ridurre il tasso di difetti delle resine.	E' stata utilizzata la metodologia DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control), un approccio distintivo ed essenziale del Six Sigma per il miglioramento della qualità e dei processi, per analizzare e identificare le cause principali dei difetti nelle resine, migliorare i processi di modellazione e ridurre il tasso di difetti.	I dati sono stati raccolti attraverso la compilazione di moduli di raccolta dati, osservazioni, interviste e dati storici (Gennaio 2016 - Dicembre 2018)	Il risultato principale ottenuto in questo studio di caso è stata una significativa riduzione del tasso di difetti delle resine durante il processo di modellazione nella JEMM Company. La metodologia DMAIC ha aiutato a identificare 8 cause principali dei difetti, che sono state suddivise in 4 categorie nel diagramma delle cause ed effetti. La ricerca si è concentrata su due categorie, ovvero i metodi e la manodopera. Sono state proposte 5 soluzioni per risolvere il problema dei difetti, nonché alcune strategie di controllo per misurare e mantenere i miglioramenti. L'azienda ha tratto numerosi benefici da questa ricerca, tra cui una significativa diminuzione della percentuale di stampa delle resine, passando da più di tre volte a stampare solo una o due volte. L'azienda ha anche ridotto gli sprechi in termini di risorse, come tempo, sforzi e costi di ristampa delle resine.	Considerare i difetti che possono verificarsi in altri processi e i costi di trasporto associati alla rilavorazione dei difetti. Per le ricerche future, lo studio potrebbe approfondire ulteriormente i processi di produzione poiché i prodotti di gioielleria sono molto dettagliati e personalizzati. Ci sono molte aree interessanti nei processi di produzione che potrebbero essere migliorate. In questo modo l'azienda JEMM potrebbe ottenere ulteriori vantaggi come una capacità flessibile, l'eliminazione degli sprechi, il miglioramento continuo dei prodotti e dei servizi e un aumento dell'efficienza.
Al-sayegh, A. B., Khdaier A.I.	2019	Application of Lean Manufacturing Principles in Gold Industry	Questo articolo presenta l'applicazione dei principi della Lean Production presso AbdulGhani Jewelry Factory, per migliorare i tempi di consegna, la capacità e la qualità delle macchine. L'obiettivo fondamentale della Lean Production è fornire agli specialisti di ciascuna divisione dell'organizzazione la qualità e l'utilizzo di buone tecniche per eliminare gli sprechi nel piano e migliorare il processo e la qualità del lavoro.	Viene presentata un'introduzione dell'impresa oggetto di studio e del dipartimento esaminato. Si discute anche la metodologia di raccolta dati e l'implementazione della Total Productive Maintenance (TPM) per il dipartimento selezionato. Si descrive l'AbdulGhani Jewelry Factory, una delle più grandi fabbriche industriali in Arabia Saudita, con tre linee di produzione: manuale, automatizzata e di fusione. La produzione è basata su ordini dei clienti e il principale obiettivo è la soddisfazione del cliente. Si illustra il processo di produzione del gioiello, che comprende diverse fasi. Il processo di produzione è seguito da una fase di controllo di qualità, che può includere ispezioni visive, test funzionali e ispezioni meccaniche. E' stato calcolato l'indice OEE per tutte le operazioni della linea produttiva. Successivamente sono stati esaminati i 5 principi chiave del TPM. E' stato sviluppato un modello per implementare gli strumenti e i principi della lean production al settore orafa	Letteratura esistente. Dati aziendali raccolti. Interviste ai clienti che hanno partecipato.	In seguito all'applicazione di strumenti e principi della lean production sono stati raggiunti miglioramenti operativi (Riduzione del tempo di ciclo dell'90%; Aumento della produttività del 50%; Riduzione dell'inventario Work-In-Process al 100%; Miglioramento della qualità del 95%; Utilizzo dello spazio ridotto del 75%), miglioramenti amministrativi e miglioramenti strategici (Campagna di marketing basata sui miglioramenti ottenuti, promettendo spedizioni rapide e costi più bassi; Aumento delle vendite del 15%; Incremento dei ricavi del 35% senza aumento dei costi di manodopera o delle spese generali; Fatturazione ai clienti nello stesso giorno senza ritardi, migliorando il flusso di cassa) Questi miglioramenti hanno permesso all'azienda di diventare più competitiva, soddisfare meglio i clienti e aumentare la redditività complessiva. Tuttavia, sono state anche evidenziate alcune barriere all'attuazione di successo del Lean Manufacturing, tra cui la resistenza al cambiamento e la necessità	

				(individuazione degli sprechi, attuazione del modello, individuazione di miglioramenti raggiunti).		di tempo per l'implementazione completa.	
Mejia-Pajuelo, K., Solis-Galdos, K., Mauricio-Sanchez, D., Raymundo-Ibañez, C., & Perez, M.	2020	Comprehensive Management model for increasing the competitiveness of small and medium artisan jewelry enterprises in Peru	<p>Lo scopo di questo articolo è sviluppare un modello di gestione completo, appositamente progettato per le piccole e medie imprese del settore della gioielleria in Perù, al fine di aumentare la loro competitività. Il modello di gestione comprende tre filosofie principali: Lean Manufacturing per identificare le attività che aggiungono valore e riducono gli sprechi, Lean Green per promuovere la cura ambientale e una cultura di lavoro equa e amichevole, e infine la gestione organizzativa per migliorare l'efficienza e l'efficacia delle attività aziendali.</p> <p>L'implementazione di questo modello ha portato a un aumento del 20% delle prestazioni operative e del 15% del ritorno annuale per un laboratorio di gioielleria selezionato come scenario di studio.</p>	<p>Il metodo di ricerca si concentra sulle operazioni svolte nelle piccole e medie imprese di gioielleria artigianale. Queste imprese gestiscono le vendite in punti di cassa e di persona, con il processo di produzione che include operazioni come laminazione, taglio, levigatura, lucidatura, lavaggio e asciugatura. La gestione comprende tre livelli: le unità aziendali, il supporto tecnologico e la gestione, basata su tre filosofie: Lean Green, Lean Manufacturing e cultura. Il modello proposto mira a migliorare la gestione delle PMI e aumentare la loro competitività nel mercato attraverso un'organizzazione chiara delle attività. Viene fornito un esempio di gestione in tre aree principali:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gestione completa dell'area vendite: include strumenti come flussi di lavoro, manuali di procedura e strumenti di supporto per venditori online e fisici al fine di migliorare le vendite e la gestione delle informazioni. - Gestione completa dell'area di design: coinvolge il percorso dei progetti dei clienti e strumenti come fogli di progettazione e profili di lavoro per i designer al fine di migliorare il controllo e la memorizzazione delle informazioni. - Gestione completa dell'area di produzione: riguarda il percorso di produzione dei gioielli e gli strumenti come schede di produzione e database per migliorare la gestione degli ordini e delle informazioni. <p>Infine, viene presentata una guida per l'implementazione del modello, suddivisa in quattro fasi: pianificazione, organizzazione, leadership e controllo. Questo processo mira a ottenere una migliore gestione complessiva delle PMI e a supportare il miglioramento continuo.</p>	<p>I dati provengono da un caso di studio condotto presso l'azienda di gioielleria artigianale "Expresat Artisan Jewelry (JAE)" a Lima (Perù), selezionata come soggetto di studio per valutare l'applicazione del modello di gestione MGI nelle PMI. I dati aziendali sono stati raccolti attraverso l'applicazione del modello MGI e interviste condotte con il direttore generale e il direttore assistente dell'azienda. Queste interviste si sono concentrate su processi aziendali, supporto gestionale, sviluppo di strategie e l'integrazione delle aree con tecnologia di supporto per l'applicazione del modello MGI in una piccola impresa.</p>	<p>Questo studio dimostra l'efficacia del modello di gestione completa applicato in un'azienda di produzione di gioielli, che ha portato ad un aumento delle vendite, della produttività e dell'assicurazione della qualità nei lavori strategici e operativi. Inoltre, sono state tratte le seguenti conclusioni basate sugli strumenti e i programmi implementati:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Lo sviluppo e l'implementazione dei canali di vendita online e dei negozi fisici hanno facilitato il lavoro dei venditori, offrendo maggiori opportunità di vendita e rafforzando le relazioni con i clienti. 2. L'uso positivo di strategie di incentivo per la forza vendita ha stimolato i dipendenti, aumentando le vendite fino al 80% rispetto alla situazione precedente all'implementazione. 3. L'uso di strumenti lean ha progressivamente aumentato la produttività ed l'efficienza del lavoro, rispettando completamente il programma di implementazione nei tempi previsti nell'area di produzione. 4. I cambiamenti nell'organizzazione e nella disposizione della produzione hanno permesso di collegare strategicamente le postazioni di lavoro tra loro e prevenire ritardi dovuti a movimenti non necessari. 5. L'uso dello strumento Cobacabana ha fornito un maggiore controllo sugli ordini completati, eliminato tempi morti dovuti alla mancanza di informazioni e assicurato la qualità attraverso un sigillo di conformità del prodotto prima della spedizione. 6. L'internazionalizzazione dell'area di design ha notevolmente ridotto i tempi di attesa nel processo di progettazione, aggiungendo valore al prodotto in termini di servizio al cliente e tempi di risposta. 7. È stata creata una relazione tra le tre 	

						<p>filosofie di gestione e i dipendenti dell'azienda. Il lean manufacturing è stato utilizzato come metodologia inclusiva, incoraggiando tutti i partecipanti a generare valore per l'azienda. La cultura aziendale è stata promossa, facendo sì che i dipendenti lavorassero insieme, fornissero supporto reciproco e si identificassero con i valori e le missioni dell'azienda, con un conseguente aumento dei livelli di redditività.</p> <p>8. La filosofia "green" ha aumentato la consapevolezza degli operatori riguardo al loro lavoro e agli effetti possibili delle loro operazioni sull'ambiente.</p>	
<p>Kaspin, S., Khairi, H., & Hassan, O. H.</p>	<p>2021</p>	<p>The Application of Continuous Improvement (CI) Methodology in Small-Scale (SME) Jewellery/Gold Fabricators & Refiners toward Efficient Work Process in Waste Management</p>	<p>L'articolo si propone di identificare la metodologia di miglioramento continuo (CI) più adatta per gestire e gestire il rendimento dei rifiuti d'oro durante il processo di lavorazione in piccole raffinerie d'oro nello stato di Kelantan, in Malesia.</p>	<p>La metodologia utilizzata per raggiungere questo obiettivo si basa su un'analisi della catena del valore, che comprende la mappatura dei processi mediante Value Stream Mapping e l'analisi dei benchmarking dei processi di fabbricazione dei raffinatori su piccola scala.</p>	<p>I dati in input includono informazioni sulle pratiche attuali, sui problemi riscontrati e sulle sfide principali affrontate dalle piccole imprese di fabbricazione di gioielli e raffinatori d'oro.</p>	<p>I risultati dello studio hanno evidenziato che l'attuale gestione degli scarti presenta diverse inefficienze. In particolare, sono emerse irregolarità nella frequenza di raccolta e consegna dei materiali, tempi di processo prolungati e mancanza di procedure operative standard (SOP) per il controllo dell'inventario e la gestione degli scarti. Inoltre, è emerso che più del 60% delle lacune significative sono state causate da pratiche irregolari, pianificazione inadeguata e assenza di procedure operative. Ciò sottolinea l'importanza di sviluppare SOP appropriate per standardizzare i processi e ridurre le inefficienze. Infine, lo studio ha concluso che l'adozione di iniziative di Continuous Improvement (CI) come Lean Six Sigma (LSS) può essere cruciale per migliorare i processi di lavoro, eliminare gli sprechi, ridurre i costi e massimizzare l'esperienza del cliente attraverso prodotti di qualità.</p>	

<p>Kaspin, S., Khairi, H., Hassan, O. H., Mohamad, N., & Nordin, M. N. B.</p>	<p>2021</p>	<p>Identifying Factors Leading To Gold Losses During The Fabrication Process And Assessing Its Impact On The Smes Jewellery Industry</p>	<p>L'articolo si propone di identificare i fattori che causano perdite di oro durante il processo di fabbricazione di gioielli, concentrandosi sulle piccole e medie imprese (PMI) a Kelantan, in Malaysia. L'obiettivo è determinare l'impatto delle perdite di oro sul business e convalidare l'ipotesi che le tecniche manuali e tradizionali contribuiscano a perdite di oro più elevate.</p>	<p>La ricerca si basa su un approccio empirico, utilizzando interviste strutturate e osservazioni dirette per raccogliere dati qualitativi e quantitativi. Sono stati condotti studi di caso presso diverse PMI nel settore dei gioielli a Kelantan, Malaysia, al fine di comprendere le pratiche esistenti e identificare le fonti di perdite di oro durante il processo di fabbricazione.</p>	<p>I dati sono stati raccolti attraverso interviste con i proprietari e i dipendenti delle PMI, nonché attraverso l'analisi dei registri di produzione e dei processi di raccolta dei rifiuti. Sono stati registrati i quantitativi di oro utilizzati e persi durante il processo di fabbricazione dei gioielli. La ricerca non menziona specificamente l'adozione di pratiche lean, ma suggerisce la necessità di sviluppare procedure operative standard per la raccolta di scarti al fine di minimizzare le perdite di oro. Ciò implica un approccio orientato al miglioramento continuo e alla riduzione degli sprechi, che sono principi chiave del Lean Manufacturing.</p>	<p>La ricerca ha rivelato che molti produttori sono consapevoli delle perdite di oro ma non sono sicuri su come ridurle. È stata identificata la quantità di oro utilizzata e persa durante il processo di fabbricazione dei gioielli. Si è evidenziata la necessità di sistemi, tecnologie e procedure per migliorare il controllo e la gestione delle perdite di oro. Inoltre, è emersa la mancanza di sistemi di tracciamento delle perdite di oro durante il processo di fabbricazione dei gioielli, nonché la mancanza di dati documentati e analizzati in modo sistematico e preciso nelle PMI del settore.</p>	<p>Sulla base dei risultati ottenuti, sono emersi diversi spunti di ricerca futuri. È necessario sviluppare e implementare sistemi di tracciamento e procedure documentate per la gestione delle perdite di oro durante il processo di fabbricazione dei gioielli. Inoltre, è importante condurre ulteriori ricerche per valutare l'efficacia di tali sistemi e procedure nel ridurre le perdite di oro e migliorare l'efficienza complessiva delle PMI nel settore dei gioielli a Kelantan, Malaysia</p>
<p>Kaspin, S.</p>	<p>2022</p>	<p>DMAIC Six Sigma Approach In Gold Scrap/Waste Management Procedure For SMEs Jewellery Industry</p>	<p>Lo scopo di questo studio è quello di utilizzare la strategia Six Sigma per migliorare l'efficienza, il livello di performance e la qualità del processo di raccolta dei rifiuti/scarti di oro. L'approccio DMAIC viene utilizzato per analizzare e individuare le cause principali delle perdite di oro, migliorare le operazioni di raccolta degli scarti di oro e ridurre la quantità di oro che va perso. Lo studio si propone di ottimizzare il processo di documentazione e analizzare il quantitativo di oro utilizzato durante il processo di produzione di gioielli, al fine di ridurre le perdite di oro, ridurre la quantità di scarti/rifiuti e migliorare la qualità del prodotto per garantire la soddisfazione del cliente.</p>	<p>La metodologia di ricerca utilizzata in questo studio è basata sull'approccio DMAIC Six Sigma, una struttura logica che viene seguita per identificare e risolvere i problemi nel processo di gestione degli scarti di oro nel settore della gioielleria a piccola scala.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nella fase Definire, vengono identificati i problemi esistenti nel metodo attuale di gestione degli scarti. Viene condotta un'analisi statistica descrittiva utilizzando SPSS per determinare il livello di conoscenza dei gioiellieri riguardo alle perdite di oro, la quantità di oro perso e le azioni intraprese dalle aziende per affrontare il problema. - La fase Misurare ha lo scopo di scoprire la causa profonda del problema e fornire soluzioni attraverso l'osservazione approfondita e la raccolta di dati sulle varie fasi del processo di raccolta degli scarti di oro. - La fase Analizzare prevede l'analisi dei dati raccolti per identificare le fonti delle perdite di oro e valutare l'impatto di tali perdite sul processo di produzione di gioielli. - Nella fase Migliorare vengono 	<p>I dati sono stati raccolti da un produttore di gioielli utilizzando metodi misti, che includono un sondaggio e osservazioni dirette.</p>	<p>I dati quantitativi riguardanti la quantità di oro persa durante il processo di fabbricazione non sono compatibili con i metodi utilizzati. La maggior parte delle perdite di oro è inferiore a 1 grammo, ma i gioiellieri non sono in grado di stimare con precisione le perdite attraverso l'osservazione. Questo può avere un impatto negativo sui margini di profitto a lungo termine. Il processo di raccolta dello scarto d'oro è stato analizzato tramite una serie di metodologie, tra cui la Root Cause Analysis e la Why-Why Analysis per identificare le cause sottostanti dei problemi. Sono emerse 5 principali cause dei problemi nella raccolta dello scarto d'oro nei gioiellieri su piccola scala (la scarsa raccolta di dati, l'assenza di un piano di raccolta standard, la mancanza di controllo di qualità, l'assenza di un sistema competente di gestione dello scarto e un'analisi impropria dei dati sulle perdite di oro). Il processo di miglioramento suggerisce che il sistema di inventario, il controllo di qualità, la documentazione e i punti di controllo nella raccolta dello scarto d'oro necessitano di miglioramenti. Questi aspetti sono essenziali per</p>	

				<p>proposte azioni correttive mirate per ridurre le perdite di oro e migliorare l'efficienza complessiva del processo di gestione degli scarti.</p> <p>- Infine, nella fase Controllare vengono implementate misure di controllo per monitorare continuamente il processo e prevenire recidive dei problemi identificati.</p>		<p>tracciare l'oro utilizzato, garantire la qualità dei prodotti, identificare rischi critici e seguire il processo di produzione.</p> <p>Infine, è stato proposto un piano di controllo che include un nuovo metodo di mappatura e un diagramma di flusso per il processo di raccolta dello scarto d'oro. Questo piano mira a migliorare l'efficienza del processo e adottare procedure operative standard (SOPs) per garantire il successo del processo di raccolta dello scarto d'oro.</p>	
<p>Dasgupta, R., Jain, D., & Ranka, D.</p>	<p>2023</p>	<p>Increasing Time Efficiency in Jewellery Industry Using Lean Manufacturing Principles.</p>	<p>Inizialmente è stata realizzata la Current State Map, che mostra i flussi di materiali e di informazioni dalle materie prime fino al prodotto finito. Il ciclo di produzione è diviso in diverse fasi, tra cui colata e fusione, laminazione, punzonatura, controllo del peso, pulizia, ricottura, pressatura ed incisione. Il cycle time è determinato per diverse varianti di peso, utilizzando una sorgente di granuli o scarti da 15 kg per ciascuna variante. Il takt time è pari a 7,2 s/pz, a fronte di un tempo disponibile per la produzione di 64.800 s/giorno e una domanda giornaliera di 9.000 pz. Dall'analisi svolta risulta che cinque processi hanno un tempo di produzione inferiore al takt time, indicando che possono soddisfare gli obiettivi di produzione.</p> <p>I miglioramenti emersi includono una riduzione significativa del tempo e degli sprechi nel processo di produzione di metalli preziosi. Questi miglioramenti sono il risultato di diverse iniziative, tra cui l'implementazione di tecnologie avanzate come l'analisi avanzata dello stato delle macchine in tempo reale e l'uso di attrezzature moderne come il pulitore a vapore e il</p>	<p>Per raggiungere questo obiettivo, è stata utilizzata una metodologia che prevedeva una revisione iniziale della letteratura e successivamente un'analisi del tempo in vari reparti dell'azienda per determinare l'ambito complessivo di miglioramento.</p>	<p>I dati in input includono analisi del tempo eseguite sullo shop floor e l'identificazione dei colli di bottiglia operativi.</p>	<p>Le pratiche lean utilizzate includono l'integrazione di diversi strumenti e principi della produzione snella come Kaizen, Kanban, 5S, Poka-Yoke e sistemi di gestione visiva. Inoltre, sono state proposte soluzioni per migliorare l'efficienza operativa, come la progettazione e la costruzione di un sistema di runner per un flusso di prodotti più efficiente tra i dipartimenti. I risultati ottenuti includono una riduzione del tempo non a valore aggiunto di 50 minuti al giorno per lavoratore, migliorando così l'efficienza del tempo complessivo.</p>	<p>Spunti di ricerca futuri potrebbero includere la valutazione dell'efficacia a lungo termine delle soluzioni lean implementate, l'analisi dei costi e dei benefici delle pratiche lean e l'indagine sull'impatto delle condizioni di lavoro ergonomiche migliorate sulla produttività e sulla qualità dei beni prodotti.</p>

			<p>sistema di pulizia ad ultrasuoni. La standardizzazione dei processi e l'aggiornamento dell'attrezzatura, insieme al riposizionamento degli impianti e all'implementazione di controlli di qualità più rigorosi, hanno contribuito ad eliminare attività non a valore aggiunto e a ottimizzare l'efficienza complessiva del ciclo produttivo.</p> <p>E' stata ottenuta una diminuzione del tempo ciclo del 68,76%, una riduzione del tempo totale di consegna del 64,38% e una diminuzione del tempo totale non a valore aggiunto del 95,52%.</p>				
Younnes, D.	2023	The Impact of Lean Manufacturing Practices on Green Sustainability: The Case of Abdulghani Company	<p>L'obiettivo è esaminare l'impatto delle pratiche di Lean Manufacturing sulla sostenibilità ambientale nell'ambito della Abdulghani Company. In particolare, l'articolo si propone di valutare come le pratiche Lean, come la riduzione degli sprechi, il risparmio energetico e il miglioramento dei processi, contribuiscano a ridurre l'impatto ambientale dell'azienda e migliorino la sostenibilità ambientale complessiva.</p>	<p>La metodologia utilizzata per raggiungere l'obiettivo dell'articolo comprende un'analisi teorica delle pratiche lean e della sostenibilità ambientale, nonché un'indagine empirica condotta presso la Abdulghani Company. La ricerca si avvale di un quadro teorico dettagliato, di un'analisi dei dati demografici dei partecipanti allo studio e di un'analisi statistica, come la regressione, per valutare l'impatto delle pratiche lean sull'ambiente e sull'efficienza operativa.</p>	<p>I dati in input per questa ricerca includono informazioni demografiche sui partecipanti allo studio, dati sull'efficacia delle pratiche lean implementate presso la Abdulghani Company e dati relativi all'impatto ambientale e alla sostenibilità dell'azienda.</p>	<p>La ricerca evidenzia che l'implementazione delle pratiche lean ha portato a un notevole risparmio energetico e ad una riduzione dell'impatto ambientale, dimostrando come l'adozione di tali strumenti possa contribuire in modo significativo alla sostenibilità ambientale. In particolare, l'implementazione delle pratiche lean ha portato a una significativa riduzione degli sprechi e dei costi operativi, migliorando l'efficienza complessiva dell'azienda.</p>	

<p>Simamora, A; Insanita, R.</p>	<p>2024</p>	<p>Lean Manufacturing Implementation through Value Stream Mapping on Gold Products</p>	<p>Lo scopo è identificare ed eliminare gli sprechi nel processo di produzione dell'UBPP Precious Metal Manufacturing Bureau in Indonesia, utilizzando il Value Stream Mapping (VSM) per raggiungere gli obiettivi proposti dalla Lean Production. La motivazione che ha spinto a condurre questo studio è la presenza di attività senza valore aggiunto nel processo produttivo dell'oro e di altri metalli preziosi, come la tracciabilità manuale della produzione e quindi la mancanza di procedure standardizzate e digitalizzate, con conseguenti sprechi di tempo ed errori.</p>	<p>La ricerca coinvolge la mappatura dello stato attuale del processo produttivo, l'identificazione degli sprechi e lo sviluppo di soluzioni per ridurli o eliminarli. Viene analizzato il layout attuale del processo produttivo per individuare opportunità di miglioramento.</p>	<p>Informazioni dettagliate sul processo produttivo dei prodotti d'oro, compresi i tempi di ciclo per ciascun processo, i tempi non a valore aggiunto e i tempi di esecuzione. Inoltre, vengono considerate le variazioni di peso dei prodotti d'oro e le relative differenze nei tempi di ciclo.</p>	<p>La Current State Map mostra i flussi di materiali e di informazioni dalle materie prime fino al prodotto finito. Il ciclo di produzione è diviso in diverse fasi e il cycle time è determinato per diverse varianti di peso utilizzando una sorgente di granuli o scarti da 15 kg. Il takt time è pari a 7,2 s/pz, a fronte di un tempo disponibile per la produzione di 64.800 s/giorno e una domanda giornaliera di 9.000 pezzi. Dall'analisi svolta risulta che cinque processi hanno un tempo di produzione inferiore al takt time, indicando che possono soddisfare gli obiettivi di produzione. I miglioramenti emersi includono una riduzione significativa del tempo e degli sprechi nel processo di produzione di metalli preziosi. Questi miglioramenti sono il risultato di diverse iniziative, tra cui l'implementazione di tecnologie avanzate come l'analisi avanzata dello stato delle macchine in tempo reale e l'uso di attrezzature moderne come il pulitore a vapore e il sistema di pulizia ad ultrasuoni. La standardizzazione dei processi e l'aggiornamento dell'attrezzatura, insieme al riposizionamento degli impianti e all'implementazione di controlli di qualità più rigorosi, hanno contribuito ad eliminare attività non a valore aggiunto e a ottimizzare l'efficienza complessiva del ciclo produttivo.</p>	<p>I dati ottenuti tramite campionamento per ciascuna variazione di grammatura potrebbero sollevare dubbi sulla rappresentatività del campione. Inoltre, ci sono problemi con i dati di performance auto-segnalati e potenziali bias del singolo rispondente. Nonostante questi limiti, i dati forniscono un'ampia rappresentazione delle pratiche manifatturiere di numerose organizzazioni.</p> <p>Ulteriori spunti di ricerca futura potrebbero tener conto degli effetti delle dimensioni dell'impresa e del settore e di ulteriori fattori ambientali come gli effetti del dinamismo dell'ambiente, la complessità e la riduzione dei costi.</p>
--------------------------------------	-------------	--	---	---	---	--	---