



UNIVERSITÀ DI PISA

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

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

***Introduzione alla Lean Production e
applicazione della metodologia SMED
in un reparto produttivo: il caso Hallite Italia Srl***

SINTESI

RELATORI

Prof. Ing. Davide Aloini
*Dipartimento di Ingegneria dell'energia,
dei sistemi e del territorio*

Ing. Daniele Agnesi
Technical Manager, Hallite Italia Srl

IL CANDIDATO

Niccolò Sighieri
sighieri.n@gmail.com

Sessione di Laurea Magistrale del 24/11/2021

Introduzione alla Lean Production e applicazione della metodologia SMED in un reparto produttivo: il caso Hallite Italia Srl

Niccolò Sighieri

Sommario

Questo lavoro di tesi è frutto di un tirocinio svolto presso la sede italiana di Hallite Seals, azienda leader nella fornitura di soluzioni di tenuta ad alto valore tecnologico e facente parte del gruppo Michelin. L'obiettivo del progetto è stato quello di introdurre all'interno del reparto produttivo dell'azienda le metodologie alla base della Lean Production attraverso una riprogettazione dei processi riguardanti la preparazione degli ordini di produzione (setup), col fine ultimo di migliorare l'OEE del reparto produzione. L'approccio scientifico utilizzato per strutturare l'elaborato di tesi è stato quello del metodo DMAIC.

Dopo la definizione del progetto, è stata eseguita la fase di misurazione dello stato attuale dei processi, in cui è stato misurato il valore iniziale dell'OEE e le durate dei setup delle tre tipologie di attrezzaggio individuate. Le azioni di miglioramento sono state identificate nella fase di analisi, in cui è stata applicata la metodologia SMED, per poi essere messe in pratica nella successiva fase di implementazione. L'esecuzione del progetto ha consentito un aumento sostanziale dell'OEE, riducendo inoltre la presenza e la durata di altre attività a non valore aggiunto presenti durante lo svolgimento dell'attività produttiva.

Abstract

This thesis work is the result of an internship at Italian plant of Hallite Seals, a leading company in the supply of high-tech sealing solutions and part of the Michelin Group. The aim of the project was to introduce the Lean Production methodologies into the company's production department, through a redesign of the processes concerning the preparation of manufacturing orders (setup) and some secondary processes, with the goal of improving the OEE of the production department. The scientific approach used to structure the thesis work was the DMAIC method. After the definition of the project, the phase of measurement of the current state of the processes was carried out, in which the initial value of the OEE and the setup times of the three types of tooling identified were measured. The improvement actions were identified in the analysis phase, in which the SMED methodology was applied, and then put into practice in the subsequent implementation phase. The execution of the project has allowed a considerable increase in the OEE, reducing the presence and the duration of other non-value-added activities present during the production activity.

1. Introduzione

1.1 Hallite Seals

Hallite Seals Srl è un'azienda multinazionale, facente parte del Gruppo Michelin, leader nella fornitura e produzione di innovativi sistemi di tenuta ad alto valore tecnologico e nella progettazione di soluzioni di tenuta per cilindri e sistemi idraulici, pneumatici ed oleodinamici. Il network di partner di Hallite Seals garantisce una presenza mondiale che assicura la disponibilità di prodotti Hallite in tutto il Mondo. La compagnia infatti conta una decina di stabilimenti tra America, Europa, Asia e Oceania.

I clienti dell'azienda si suddividono principalmente fra OEM, costruttori di cilindri e aftermarket, i quali operano nei seguenti settori: agricolo, oleodinamico, minerario, delle costruzioni e del sollevamento.

1.2 Il progetto e gli obiettivi: la fase di definizione

Il progetto prevede l'analisi ed il miglioramento dei processi presenti nel reparto produttivo dell'azienda attraverso l'individuazione e la successiva riduzione o eliminazione delle inefficienze e degli sprechi presenti. Le tecniche e le metodologie, finora poco utilizzate in azienda, fanno riferimento alla Lean Production e consentono di andare a trattare tutte quelle attività che non rappresentano un valore aggiunto per il prodotto finito, ma soprattutto per il cliente finale. Tale progetto rientra all'interno di uno più ampio intrapreso dall'azienda per condurre il reparto produttivo e l'azienda stessa verso livelli di qualità e produttività maggiormente elevati. Durante il tirocinio sono stati mappati i processi presenti nel reparto produzione e, tramite gli indicatori identificati (OEE e tempi di setup), è stata misurata a livello quantitativo la condizione attuale del reparto produttivo. In seguito alle fasi di definizione e misurazione, sono state individuate le criticità e le attività a non valore aggiunto. L'attenzione è stata rivolta principalmente ai processi di setup delle macchine, necessari ad avviare un nuovo ordine di produzione. Per tali processi, la metodologia SMED rappresenta la tecnica mediante la quale è stato possibile individuare le azioni di miglioramento per raggiungere gli obiettivi prefissati.

Il fulcro del progetto prevede un approccio strutturato nei confronti della Lean Production, attraverso una riprogettazione dei processi presenti durante le attività produttive e la riduzione delle attività a non valore aggiunto. L'obiettivo principale è quello di ricavare un miglioramento dell'efficienza delle macchine e dell'intero reparto produttivo.

2. Situazione attuale del reparto produttivo: la fase di misurazione

Il reparto produttivo dispone di tre torni a CNC aventi caratteristiche tra loro differenti, le quali consentono di produrre un'ampia varietà di sistemi di tenuta con materiali, profili e dimensioni molto diversi. Il progetto si è incentrato su due delle tre macchine presenti nel reparto produzione (tornio Seal Master e tornio Mazak), che producono nella quasi totalità dei casi lotti di dimensioni relativamente ridotte, ovvero nell'ordine di alcune decine di pezzi, al massimo nell'ordine di poche centinaia. Per questo motivo, gli attrezzaggi che vengono effettuati su tali macchine sono almeno sei o sette per ciascun turno di lavoro. I tempi necessari ad effettuare il setup per un ordine di produzione rappresentano una componente importante del tempo totale. Infatti, durante il calcolo del valore di OEE, emerge che quella relativa ai setup è la seconda attività a non valore aggiunto in termini di frequenza di accadimento (21-22%).

La terza macchina che va a completare il reparto è il tornio TCN, una macchina non presidiata che produce lotti che raggiungono un ordine di alcune decine di migliaia di pezzi, con produzioni che si estendono per alcune settimane. A seguito di valutazioni preliminari, si è deciso di non considerare la macchina in questione direttamente nell'analisi, in quanto tale tornio effettua l'attività di produzione nella quasi totalità del tempo di un turno di lavoro (più dell'85% del tempo).

2.1 Scelta degli indicatori: OEE e tempi di setup

Per ricavare il valore dell'OEE sono stati calcolati i tre fattori necessari: la disponibilità (A), le performance (P) e il quality rate (Q). Il primo fattore è stato ricavato effettuando una misurazione sul campo tramite il metodo Work Sampling, ovvero un metodo statistico basato su osservazioni istantanee e casuali che permettono di comprendere quali attività vengono svolte dagli operatori e la relativa distribuzione percentuale.

I risultati delle misurazioni effettuate sono riportati nel seguente grafico (Figura 1), in cui sono presenti le attività svolte dagli operatori durante il periodo di osservazione.

Il valore di A per l'operatore del tornio Seal Master è pari a 0,42. Per il tornio Mazak non è riportato il grafico che evidenzia il valore di A, che è pari a 0,43. Le altre attività riportate nel grafico sono attività a non valore aggiunto che influiscono negativamente sul valore di OEE e per le quali è necessario intraprendere uno studio.

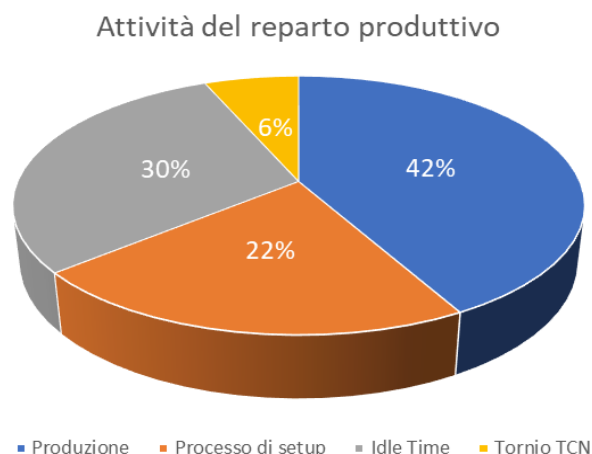


Figura 1: Distribuzione delle attività del reparto produttivo (operatore/macchina SM)

Gli altri due fattori (P e Q) sono stati ricavati da una base di dati relativa ad un arco temporale che si estende da settembre 2020 ad aprile 2021. I dati a disposizione permettono di ricavare le quantità prodotte, gli scarti di lavorazione, il valore della produttività reale e teorica e di conseguenza i valori di P e Q. I valori di P per il tornio Seal Master e per il tornio Mazak sono rispettivamente pari a 0,95 e 0,98. Il valore di Q è uguale per entrambe le macchine ed è pari a 0.95. I valori di OEE allo stato iniziale sono i seguenti:

$$OEE = A \times P \times Q$$

$$OEE_{SM} = 0,42 \times 0,95 \times 0,95 = 0,38$$

$$OEE_{Maz} = 0,43 \times 0,98 \times 0,95 = 0,40$$

Per quanto riguarda le tipologie di setup, come già accennato, è presente un'ampia varietà di materiali, profili di guarnizioni e dimensioni delle stesse, con cui è possibile ottenere numerose combinazioni di prodotti finiti. Per riuscire nell'intento di ottenere una classificazione ragionevole dei setup, la discriminante utilizzata è stata quella delle dimensioni esterne delle billette di materia prima utilizzato per ottenere il prodotto finito. Infatti, all'aumentare delle dimensioni del diametro esterno del materiale da utilizzare, si complicano le attività di attrezzaggio dello stesso sulla macchina.

Con questo metodo, le tipologie di setup sono state suddivise in tre classi:

- L'attrezzaggio standard, che prevede il montaggio della billetta di materiale su clamp a presa rapida (fino a 212 mm di diametro esterno del materiale);
- L'attrezzaggio avanzato, il quale richiede che il materiale venga fissato tramite delle viti su una piastra forata (oltre 212 mm di diametro esterno del materiale);
- L'attrezzaggio complesso, esclusivo del tornio Seal Master, che rappresenta una variante dell'attrezzaggio avanzato. È stato considerato per diametri superiori a 260 mm, poiché nella fattispecie la macchina necessita di un riposizionamento degli utensili sulla torretta portautensili.

3. Applicazione della metodologia SMED: la fase di analisi

3.1 Fase preliminare SMED

In questa fase vengono definiti i motivi e gli obiettivi dell'esecuzione SMED, ovvero la volontà di ridurre il tempo di esecuzione del processo di set up, con ovvie incidenze positive sul valore dell'OEE del reparto produttivo.

Una volta definito il team di sviluppo della metodologia, è stata effettuata una mappatura dello stato attuale del processo di preparazione di un ordine di produzione e di altre attività a non valore aggiunto presenti. La durata allo stato attuale dei setup/attrezzaggi individuati si estende da un minimo di circa 12.5 minuti per l'attrezzaggio standard ad un massimo di 22.5 minuti per quello complesso, mentre l'attrezzaggio avanzato ha una durata di circa 18.5 minuti. Da questi tempi è escluso il tempo necessario a ricavare il primo pezzo, il cui tempo è variabile a seconda del ciclo di lavorazione che deve essere compiuto. Inoltre, per il primo pezzo ricavato si tratta spesso di uno scarto di lavorazione, quindi di un'attività a non valore aggiunto, a cui segue il controllo delle misure del pezzo stesso, le quali vengono adeguatamente corrette (se necessario) per poter poi procedere con la produzione del lotto.

3.2 Prima fase SMED: separazione tra operazioni interne ed esterne

Nella prima fase viene sfruttata la mappatura del processo appena eseguita, da cui emergono subito le prime criticità. Le singole attività elementari di cui è composto il processo vengono svolte in maniera sequenziale dall'operatore al termine dell'ordine di produzione precedente. Quindi, non è presente allo stato iniziale alcuna distinzione tra le attività che possono avvenire con la macchina in funzione (attività esterne) e le attività che devono necessariamente avvenire con la macchina ferma (attività interne).

Lo svolgimento progressivo delle attività rappresenta uno spreco per il reparto e per la macchina, la quale risulta essere improduttiva per un tempo superiore al necessario e con una mole di sprechi senz'altro maggiore.

3.3 Seconda fase SMED: conversione delle attività interne in attività esterne

Questa fase dell'analisi diventa cruciale in quanto risulta necessario stabilire quali attività elementari possono essere convertite in attività esterne. La principale tecnica utilizzata è stata quella che prevede la preparazione anticipata delle condizioni operative. Le operazioni identificate e analizzate in ogni attrezzaggio sono le seguenti: le attività di chiusura dell'ODP precedente, le attività di programmazione del nuovo ODP, l'attrezzaggio del materiale, l'attrezzaggio degli utensili, le operazioni di first-off e le attività di controllo delle misure del primo pezzo ricavato dalla lavorazione. Tale tecnica è stata applicata nelle prime tre operazioni del processo di setup e preparazione di un ordine di produzione.

3.3.1 Chiusura ODP precedente

In questa prima operazione non devono essere effettuate attività strettamente legate alla preparazione delle condizioni operative per poter procedere con la produzione. Si tratta altresì di attività necessarie soltanto a concludere un ordine di produzione precedente, la cui non esecuzione non vincola lo svolgimento delle operazioni successive. Per questo motivo è stata utilizzata una variante alla tecnica di preparazione anticipata, in cui le attività elementari potenzialmente effettuabili in parallelo alla produzione vengono svolte dopo il processo setup (e non prima). In questo modo, le attività per lo stoccaggio dei pezzi finiti e l'aggiornamento del software gestionale vengono svolte quando l'ordine di produzione successivo è già stato avviato. La rimozione del materiale residuo dal mandrino e dei pezzi finiti dal fondo della macchina sono le uniche due attività elementari di questa operazione che vengono svolte all'interno del processo di setup, poiché non è ovviamente possibile eseguirle in parallelo alla produzione.

3.3.2 Programmazione

La programmazione prevede le seguenti attività: la ricerca del programma sui dispositivi hardware, il controllo della correttezza del programma stesso (confronto con le revisioni dei disegni tecnici) ed infine il suo trasferimento alla macchina. Tutte queste attività possono essere compiute in anticipo rispetto all'inizio del processo di setup. L'unica attività elementare che deve essere necessariamente svolta durante il processo di setup è la ricezione del programma da parte della macchina, la quale può avvenire soltanto con la macchina ferma.

3.3.3 Attrezzaggio del materiale

Anche in questa terza operazione le attività sono state riprogettate in modo tale da ricreare anticipatamente le condizioni operative. Infatti, la nuova procedura prevede che un operatore terzo rifornisca con anticipo la linea col materiale direttamente e indirettamente necessario alla produzione, in modo tale che l'operatore addetto alla macchina riesca ad effettuare, prima del termine dell'ordine di produzione precedente, il montaggio del materiale da lavorare su clamp o piastre forate, la cui struttura è fissata sul mandrino del tornio. Quest'ultima attività di fissaggio della struttura sul mandrino avviene durante l'esecuzione del setup.

3.4 Terza fase SMED

In questa fase della metodologia è prevista la semplificazione di alcune operazioni del processo di setup per ridurre ulteriormente i tempi di attrezzaggio. Le tecniche utilizzate prevedono l'utilizzo di sistemi di bloccaggio veloce.

Nelle operazioni di attrezzaggio del materiale sulla macchina sono state individuate delle difficoltà circa il montaggio su piastre forate dei materiali aventi diametri esterni maggiori di 212 mm, i quali richiedono un tempo di montaggio considerevole (circa 3 minuti) e un'abilità dell'operatore notevole. Per ovviare a questi sprechi, è stato deciso di estendere il montaggio dei materiali su clamp a presa rapida fino a 220 mm, mentre per diametri superiori è stato deciso di disporre il reparto di un sistema di auto-centraggio per ridurre il montaggio a circa un minuto. La raccolta dei pezzi all'interno della macchina è un'altra attività migliorabile. La soluzione individuata è intuitiva, a costo zero e consiste nel posizionare nella macchina dei mezzi di raccolta veloce. L'idea è quella di posizionare una scatola di plastica rigida o una sorta di setaccio sul fondo della macchina così da consentire un prelievo più rapido dei pezzi finiti.

4. Altre attività a non valore aggiunto

Con le stesse tecniche utilizzate nella seconda e terza fase della metodologia SMED, a cui si aggiunge la possibilità di eseguire in parallelo delle attività, sono state trattate anche altre attività a non valore aggiunto che vengono svolte dagli operatori all'interno del reparto produttivo, migliorando le quali sarà possibile notare un ulteriore incremento del valore dell'OEE delle macchine e del reparto. Più precisamente, le attività analizzate non fanno parte del processo di setup e preparazione di un ordine di produzione, ma si tratta di attività

intermedie (a non valore aggiunto) che fermano la produzione di un determinato lotto per tempi non trascurabili.

4.1 Tornio TCN

Uno di questi sprechi è rappresentato dalla terza macchina presente nel reparto, il tornio TCN. Questa macchina non è presidiata continuamente da alcun operatore ma non per questo non necessita di manodopera da parte di questi ultimi. Infatti, gli operatori sono incaricati di caricare barre di materiale di lunghezza 2 metri ogni volta che sono state interamente lavorate. Questa operazione, assieme alla rimozione dei pezzi finiti, richiede alcuni minuti. Per questo motivo, entrambi gli operatori vengono coinvolti per operare in parallelo, in modo tale da diminuire i tempi necessari ad effettuare questo “setup intermedio” del lotto di produzione.

4.2 Idle Time

Le altre attività a non valore aggiunto che sono state trattate mediante metodologie Lean sono raggruppate all'interno degli idle time, ovvero fermate di breve durata, talvolta trascurabili. In realtà, due sono le attività che è stato possibile trattare e migliorare: la raccolta dei pezzi finiti e la sostituzione del materiale, le quali si verificano durante la produzione di un lotto. Per la prima delle due attività, la soluzione è già stata individuata nella terza fase SMED (paragrafo 3.4) ed è valida anche durante la produzione di un lotto. Per l'attività di sostituzione del materiale si sottolinea che il reparto dispone, solo per alcuni range di diametro, di due clamp uguali. Questa condizione porta ad indubbi vantaggi quando l'operatore deve sostituire il materiale da lavorare, poiché può utilizzare il secondo clamp ed effettuare il montaggio in parallelo alla produzione. Ciò non avviene con le piastre forate, il cui tempo di attrezzaggio è di circa 3 minuti. In questo caso non è possibile sfruttare la tecnica della preparazione anticipata per un nuovo manicotto da lavorare.

5. Situazione futura del reparto produttivo: la fase di implementazione

In questa fase sono state implementate le azioni di miglioramento delle attività analizzate precedentemente. In particolare, sono stati riprogettati i processi di setup degli attrezzaggi identificati. I nuovi processi implementati prevedono la suddivisione delle attività esterne, svolte in anticipo rispetto all'inizio del setup della macchina, dalle attività interne. Per fare questo, sono state progettate delle nuove procedure per ciascun processo, supportate da SMED graph (figura 2) e diagrammi di flusso. Nella tabella 1 sono riportate le attività elementari svolte e l'ordine con cui sono riportate è quello con cui vengono effettuate allo

stato AS IS. In questo modo è possibile notare che, allo stato futuro, le attività vengono svolte seguendo la logica SMED, concentrando tutte le attività interne nel nuovo processo di setup, escludendo le attività esterne che vengono eseguite durante il funzionamento delle macchine (prima e dopo il setup).

Attività elementari			
A	Rimozione manicotto dal mandrino	O	Posizionamento billetta su piastra forata
B	Raccolta pezzi finiti dal tornio	P	Centraggio piastra forata
C	Scrittura del codice pezzo e n° pezzi sulla busta e imbustamento	Q	Fissaggio manicotto con n.3 viti sulla piastra
D	Stoccaggio pezzi finiti	R	Fissaggio con restanti viti
E	Carico ordine sul software gestionale	S	Montaggio clamp/piastra forata su mandrino
F	Ricerca programma su hardware	T	Prelievo utensili/inserti necessari
G	Controllo correttezza programma	U	Riposizionamento utensili
H	Trasferimento alla macchina	V	Sostituzione inserti su utensili già installati
I	Ricezione programma	W	Setting misure per produzione primo pezzo
L	Ricerca manicotti	X	Produzione primo pezzo
M	Ricerca codici da assemblare	Y	Raccolta primo pezzo dal tornio
N	Montaggio manicotto su clamp	Z	Controllo misure con calibro
		AA	Controllo misure con macchina ottica

F
G
H
L
M
O
P
Q
R
T
A
B
I
S
U
V
W
X
Y
Z
AA
C
D
E

Tabella 1 e Figura 2: Attività elementari del processo di setup e relativo SMED graph (caso di attrezzaggio complesso)

Anche per quanto riguarda le altre attività a non valore aggiunto sono state implementate le azioni di miglioramento individuate nell'analisi. Nel caso del montaggio o della sostituzione del manicotto, la nuova procedura consiste nella rimozione fisica del sistema piastra forata – materiale lavorato e l'immediato montaggio in macchina di un altro sistema in cui il materiale è pronto per essere lavorato. Affinché ciò avvenga è necessario l'acquisto di una seconda piastra forata per ciascuna misura già presente in reparto, in modo da poter applicare la nuova procedura. Così facendo non è più necessario effettuare lo smontaggio e nuovo montaggio del materiale sulla stessa piastra forata con conseguenti tempi di fermata più elevati. Il tornio TCN prevede una nuova procedura in cui gli operatori agiscono in parallelo. Questo miglioramento non è importante tanto per la macchina stessa, la quale possiede valori di produttività elevati, quanto perché riduce il tempo di allontanamento degli operatori dalle due macchine di cui sono responsabili. Il tipo di valutazione effettuata per

queste attività è un confronto tra le durate prima e dopo l'implementazione e l'incremento dell'OEE ottenuto tramite la nuova procedura.

6. Fase di controllo

L'ultima fase del metodo DMAIC prevede il controllo dei processi e delle attività implementate. Questo avviene tramite la misurazione del valore di OEE (con un certo grado di continuità) e dei tempi di setup (mediamente una misurazione a settimana). Oltre ad avere una fotografia frequente dello stato di salute del reparto produttivo, queste attività di controllo consentono di individuare ulteriori sprechi e/o attività sulle quali è possibile agire per incrementare l'efficienza di linea, nell'ottica del miglioramento continuo.

7. Risultati ottenuti

In seguito all'applicazione della metodologia SMED e alla riprogettazione dei processi analizzati, sono stati raggiunti dei risultati importanti circa le prestazioni del reparto produttivo dell'azienda. Dopo essere stati riprogettati, i processi di setup degli attrezzaggi standard, avanzato e complesso, sono stati validati attraverso misurazioni sul campo che hanno dimostrato che nelle condizioni operative in cui gli operatori agiscono, tali processi sono tecnicamente fattibili e ripetibili nel tempo. Quindi, i risultati teorici della riprogettazione dei processi di setup sono validati e di seguito confrontati con la situazione iniziale.

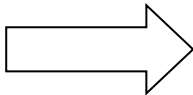
Setup	Durate setup		Setup	Durate setup
Attrezzaggio standard	12.25		Attrezzaggio standard	6.5
Attrezzaggio avanzato	18.5		Attrezzaggio avanzato	7
Attrezzaggio complesso	22.5		Attrezzaggio complesso	11

Tabella 2: Tempi di setup per le tre tipologie prima e dopo l'applicazione della metodologia SMED

I miglioramenti sulle tempistiche sono stati rapportati alla frequenza con cui queste tre tipologie di attrezzaggio avvengono. Il dato a disposizione circa le frequenze degli attrezzaggi è basato sullo storico dei mesi da settembre 2020 ad aprile 2021.

Per il processo di setup delle macchine si verifica un risparmio futuro che si attesta, rispettivamente per Seal Master e per Mazak, al 47% e al 48.5%.

Oltre alla macro-attività del processo di setup, anche le attività trattate all'interno delle categorie idle time e tornio TCN hanno contribuito a migliorare il valore dell'OEE. Infatti, per la sostituzione del materiale in caso di utilizzo di piastre forate, il miglioramento è considerevole. La procedura, che prima aveva una durata di tre minuti, è stata ridotta fino ad una durata inferiore ai 30 secondi. Per l'attività del setup intermedio del tornio TCN, l'analisi ha portato ad un miglioramento di circa 30 secondi. In questo modo, aumenta anche la probabilità di intervento su tale macchina in ombra alla produzione delle altre due macchine, ovvero senza interromperne la produzione. Tutte queste attività hanno permesso di raggiungere i seguenti risultati: a parità di valori di P e Q nel calcolo dell'OEE, il valore di A allo stato futuro è pari a 0,523 per il tornio Seal Master e pari a 0,542 per il tornio Mazak. Quindi il valore dell'OEE per le due macchine è pari a:

$$OEE_{SM} = 0.523 \times 0.95 \times 0.95 = 0.472$$

$$OEE_{Maz} = 0.542 \times 0.95 \times 0.98 = 0.504$$

8. Conclusioni

Dai risultati del progetto è possibile affermare che la riprogettazione dei processi analizzati ha portato indubbi benefici all'interno del reparto produttivo. L'indicatore OEE, oltre ad essere stato migliorato, rappresenta un metro di giudizio importante ed affidabile, al quale l'azienda potrà sempre riferirsi per valutare in futuro lo stato di salute del reparto e l'impatto di eventuali miglioramenti attuati o attuabili. I tempi delle attività di setup sono diminuiti sensibilmente e anche in questo caso possono essere ulteriormente migliorati qualora si individuino delle possibilità concrete. Nell'intero periodo di svolgimento delle osservazioni era stato notato un impiego non strutturato delle metodologie Lean al servizio del reparto produttivo. La presenza di sprechi veniva trattata per portare ad un miglioramento dell'efficienza e delle performance, ma non venivano applicati metodi specifici. Con il progetto svolto sono state introdotte le metodologie Lean, con l'obiettivo di avvicinare anche gli operatori al mondo Lean attraverso una formazione continua. In questo modo anche gli operatori possono farsi promotori di miglioramenti da loro individuati durante lo svolgimento delle attività, favorendo il processo di miglioramento continuo che è uno dei pilastri del pensiero snello.