



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**

**Riduzione della percentuale di lotti di campionature dimensionali evase in
ritardo rispetto alla data di Pre-Serie in Piaggio & C. S.p.a, Laboratorio
Campioni**

SINTESI

RELATORI

Prof. Ing. Riccardo Dulmin
*Dipartimento di Ingegneria dell'Energia
dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni*

Ing. Alessandro Salvadori
Responsabile Qualità Piaggio S.p.A.

IL CANDIDATO

Mariangela Romano
m.romano17@studenti.unipi.it

Sessione di Laurea Magistrale del 30/09/2020
Anno accademico 2019/2020

Sommario

Il lavoro di tesi è stato svolto durante un periodo di Stage presso lo Stabilimento Due Ruote Piaggio di Pontedera. Oggetto di studio è stata l'Unità Organizzativa Controllo Materiali Acquistati o Laboratorio Campioni facente parte dell'Unità Organizzativa Qualità di Stabilimento. È stato sviluppato un progetto strutturato secondo la logica DMAIC, focalizzato sulla funzione primaria del Laboratorio Campioni quale il controllo dimensionale dei componenti. Il ritardo o mancato controllo da parte del Laboratorio Campioni si riscontra principalmente sui componenti dei Nuovi Prodotti di Pre – Serie (assemblaggio di un primo lotto di veicoli eseguito per verificare la qualità di componenti specifici, in anticipo alla successiva produzione di serie destinata al mercato) ed è critico in quanto può non consentire la delibera dei veicoli sia in linea di montaggio sia da parte della Qualità uscente. Lo Sponsor ha deciso di affrontare e risolvere il problema che riguarda la gestione e il carico di lavoro dell'Unità organizzativa oggetto d'esame.

ABSTRACT

This thesis work was carried out during an internship at the Piaggio Two Wheel Factory in Pontedera. The subject of study was the Purchased Materials Control Organizational Unit or Samples Laboratory which is part of the Plant Quality Organizational Unit. The project has been realized on logic DMAIC, with focus on primary function of the Business Unit analyzed as dimensional control of the components. The delay or missing control by Checking Purchase Materials is present primarily on components of new product when this is in Pre-Series and it is critical because the vehicles are not deliberated by lines of assembly or by Out Quality. The Sponsor has decided to resolve the problem concerning the management and workload of the examined Business Unit.

1. Contesto di lavoro

Oggetto del seguente elaborato è lo Stabilimento Due Ruote, il quale si occupa della produzione di veicoli a due ruote. È caratterizzato da sette linee di montaggio, ognuno dedicata ad un modello di scooter e a tutte le sue versioni.

Il ruolo svolto dal candidato è stato quello di addetto alla Piattaforma PPS, figura di congiunzione e coordinamento tra lo stabilimento produttivo e il programma di miglioramento. Il PPS, o meglio Piaggio Production System, è un programma di miglioramento continuo delle performance e di riduzione degli sprechi.

Durante il periodo di Stage, il candidato ha posto attenzione al Laboratorio Campioni o Controllo Materiali Acquistati, ente preposto per l'emissione del Benestare alla fornitura sui nuovi prodotti appartenente all'Unità Organizzativa Qualità di Stabilimento.

Per poter comprendere il contenuto dell'elaborato, di seguito sono riportate una serie di definizioni:

- Benestare per la fornitura - tutti i componenti di fornitura esterna ed interna per poter essere introdotti in produzione devono essere sottoposti a qualificazione, effettuata su una campionatura realizzata con attrezzature e cicli di produzione definitivi, garantita tramite Certificato di Qualità e Conformità sia dai fornitori interni (altri Stabilimenti) ed esterni;
- Certificato di Qualità e Conformità, CQC – con esso il fornitore dimostra la conformità del prodotto consegnato, riportando le caratteristiche controllate con i relativi valori ottenuti, alle prescrizioni contenute nella documentazione tecnica, generalmente rappresentata da disegni di progetto, garantendo sistematici controlli sul prodotto consegnato. Il mancato invio del certificato od una sua non completa compilazione, può essere motivo di rifiuto da parte di Piaggio del prodotto fornito.
- Pre-Serie - montaggio di un primo lotto di veicoli per verificare la qualità dei componenti specifici in anticipo alla salita produttiva e un obiettivo della Pre-serie è garantire processi interni ed esterni capaci di sostenere la produzione di massa, nel rispetto degli obiettivi assegnati.
- Classe funzionale - di fondamentale importanza in quanto in funzione a questa e alla complessità del componente viene concesso il benestare e vengono effettuati controlli diversi, ed indica il grado di importanza del componente.

I componenti vengono così classificati:

- CF1 / CF1D: particolari importanti ai fini della sicurezza;
- CF2: particolari importanti ai fini della funzionalità, immagine e/o onerosa sostituibilità;
- CF3: particolari che non rientrano nelle classi precedenti.

Le campionature sono indirizzate al Laboratorio Campioni, al momento del loro ingresso vengono ritirate dall'addetto al Magazzino, il quale provvede a consegnare la bolla di entrata, il documento di entrata e il Certificato di Qualità e Conformità al laboratorio. I componenti sono soggetti a controlli dimensionali, a verifica di materiale e verifica funzionale. Il Laboratorio Campioni è direttamente responsabile del controllo dimensionale. Il benessere alla fornitura viene concesso a fronte delle seguenti approvazioni, in funzione della classe funzionale e complessità del componente:

- Verifica dimensionale, denominato CD, a cura del Laboratorio Campioni/CMA, su piattaforma SAP;
- Verifica materiale, a cura del Laboratorio Materiali responsabile dell'emissione dell'Esito di collaudo Materiali, su piattaforma SAP;
- Verifica funzionale, a cura del Chief Engineer attraverso l'emissione dell'esito Funzionale, su piattaforma SAP;
- Benessere del processo, a cura di Ispettorato Fornitori per i componenti CF1/CF1D e/o per i componenti ritenuti critici dalla Piattaforma, con esito emesso su Piattaforma SAP.

Nel momento in cui il Laboratorio Campioni è in possesso dei risultati delle verifiche effettuate sul Materiale e delle verifiche funzionali emette l'esito finale (EF) che può essere:

- Benessere alla fornitura se le verifiche CD, CM e CF dove previsto, sono positive;
- Benessere in Deroga, si emette in presenza di almeno un esito (CD- CM- CF) non conforme ma derogato, specificando i termini della deroga come tempo, quantità e caratteristiche derogate.

Qualora non si verificano i punti sopracitati viene a mancare il benessere della fornitura. Il Laboratorio Campioni emette un esito di collaudo negativo con anomalie e non conformità rilevate, con la richiesta di ulteriore campionatura.

2. Problema e Obiettivi

La fase di montaggio all'interno dello Stabilimento comincia con il prelievo delle scocche verniciate, provenienti dal reparto di verniciatura e prosegue con l'assemblaggio dei componenti giunti dal Reparto Laboratorio Campioni fino ad arrivare ad ottenere il PF.

A fine linea il numero di veicoli montati è dato dalla somma del numero di veicoli risultati conformi ai vari controlli lungo la linea ed il numero di veicoli che non hanno superato con esito positivo i controlli.

Quest'ultimi, i veicoli non deliberati, possono essere tali in quanto:

- Incompleti, per mancanza di materiale sulle linee dovuto a ritardi nel controllo da parte del Laboratorio campioni;
- Da riparare, a causa di difettosità, per mancato controllo da parte del Laboratorio campioni;
- Da riparare per errore durante il montaggio;
- Da ritoccare vernice, a causa di difetti attribuiti al reparto di Verniciatura;
- Da riparare motore, a causa di problema di responsabilità dello Stabilimento Motori.

I dati vengono utilizzati per compilare il Report Buono Subito che riporta le percentuali di veicoli deliberati e le percentuali complementari di veicoli non deliberati. Questi dati sono necessari per analizzare l'andamento del reparto produttivo. Sono dati puramente quantitativi e non mostrano le cause che generano le non conformità. Ponendo l'attenzione soltanto sulle prime due categorie, poiché attribuibili al Laboratorio Campioni, è emerso che sono presenti maggiormente nella fase di Pre-serie dello Sviluppo Nuovo Prodotto.

Il ritardo o mancato controllo dal CMA su componenti per Nuovi Prodotti è critico in quanto può non consentire il processo di delibera dei veicoli sia in linea e quindi poi passa alle riparazioni a terra sia da parte della Qualità Uscente, la quale esegue su campioni di prodotti controlli estetici e funzionali assegnando punteggi di demerito. La somma dei punteggi rappresenta un indice che valuta la qualità del prodotto.

Partendo da tali considerazioni, il Capo di Stabilimento ha ritenuto necessario definire una strategia per cercare di risolvere il problema che riguarda la gestione e il carico di lavoro del CMA.

La mancata delibera dei veicoli genera extra costi, determina l'aumento del capitale circolante dello stabilimento ed il ritardo per la successiva fase di serie di produzione.

Ridurre il numero di campionature evase in ritardo rispetto alla data di preserie porta ai seguenti vantaggi:

- Maggiore efficienza del Laboratorio Campioni;
- Minore rischio potenziale di utilizzare componenti non conformi in produzione;
- Maggior Qualità del prodotto

Gli obiettivi sono:

- Creazione di un indicatore opportuno;
- Riduzione indicatore del 30% entro fine anno, tale da aumentare l'indice dei veicoli deliberati e conseguentemente ridurre l'indice delle Qualità Uscente.

3. Lavoro svolto

3.1 Define

Fondamentale per l'implementazione del progetto è l'individuazione dei parametri critici che caratterizzano il processo oggetto dell'analisi. In figura 1 è riportato l'albero della VOC:

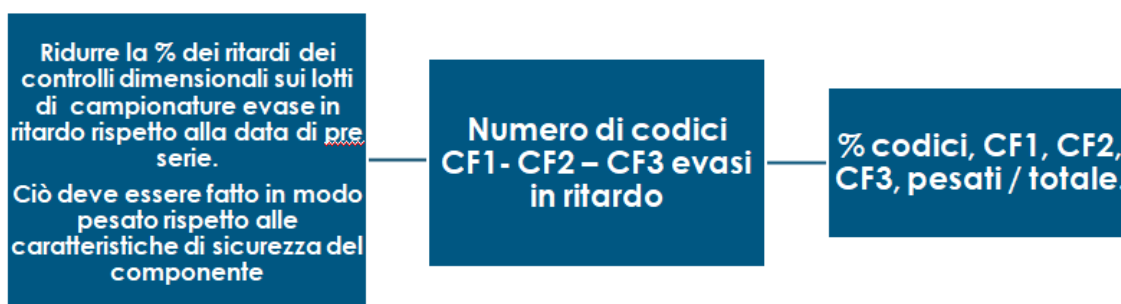


Figura 1: Albero della Voc

Lo Sponsor ha inoltre chiesto la definizione - realizzazione di un KPI opportuno che sarebbe poi diventata la CTQ primaria.

Il team definisce:

- Quando deve essere considerato in ritardo un codice:
 - Si possono presentare due tipologie di ritardi:
 - Ritardo nella registrazione a SAP, quindi ritardo nell'arrivo presso il magazzino campionature;
 - Controllo effettuato dopo la data di pre-serie.

In virtù di questi due modi in cui il ritardo si può presentare, il team definisce:

- Riguardo la data di arrivo, questa deve essere almeno una settimana prima della data di pre-serie (in modo da poter garantire in quella settimana il controllo all'operatore);
- Riguardo la data di controllo, non deve essere oltre la data di pre-serie ma il controllo può essere effettuato anche il giorno stesso di mandata in linea
- Il KPI attribuisce un peso specifico ai singoli componenti in quanto decide di considerare la classe di appartenenza del singolo prodotto.

In base a quanto emerso, la Y è stata definita come:

$$Y = \frac{n^{\circ} \text{ codici ritardo CF1} * p1 + n^{\circ} \text{ codici ritardo CF2} * p2 + n^{\circ} \text{ codici ritardo CF3} * p3}{n^{\circ} \text{ codici tot. CF1} * p1 + n^{\circ} \text{ codici tot. CF2} * p2 + n^{\circ} \text{ codici tot. CF3} * p3}$$

- Codici ritardo: codici evasi in ritardo rispetto alla data di pre-serie
- p= peso relativo alla classe funzionale
 - p1= 5 per codici con classe funzionale CF1 e CF1D;
 - p2= 2 per codici con classe funzionale CF2;
 - p3= 0.5 per codici con classe funzionale CF3.

3.2 Measure

Questa si può considerare la prima vera fase del progetto: il team organizza le informazioni da inserire nel modulo da far compilare agli operatori dell'area Laboratori campioni, per potere avere un dato as-is di partenza.

L'operatore controlla che il pezzo sia in magazzino; se il pezzo è a magazzino, lo preleva ed effettua il controllo. Effettuato il controllo, egli registra sul "Fogli specifici", le operazioni eseguite.

Il modulo utilizzato, mostrato in figura 1, è un foglio di raccolta dati Excel, condiviso tra gli operatori addetti al controllo e compilato ogni qualvolta viene effettuato un controllo.

VEICOLO	DENOMINAZIONE	CLASSE FUNZIONALE	DATA PRESERIE	FORNITORE - SCHEDA FORNITORE	DATA REGISTRAZIONE SAP	DATA CONTROLLO	ESITO CAMPIONATURA	RITARDO ARRIVO	RITARDO CONTROLLO
NRG 50	PNEUMATICO ANT. L20/70-13	CF1D	31-03-18	MITAS (SAVATECH D.O.O.)	19-04-18	20-04-18	SI - 1	-19	-20
NRG 50	TUBAZIONE IDRAULICA FRENO ANT.	CF1D	31-03-18	IT4919445	26-03-18	15-04-18	SI - 1	5	-15
NRG 50	PARAFANGO ANTERIORE	CF2	31-03-18	IT7898850	03-04-18	04-04-18	SI - 2	-3	-4
VESPA PRIMAVERA	Kit Portapacchi TouringFront Carrier Kit	CF2	24-01-18	17211 17247	06-03-18	11-03-18	SI - 2	-41	-46
43190	STAFFA DI SUPPORTO SENSORE V. CON P.I.	CF3	31-03-18	IT1252259	23-03-18	27-03-18	NO	8	4

Figura 2: Foglio di raccolta dati

Il periodo di raccolta dati è durato due mesi, al termine del quale il team si è riunito per iniziare l'analisi.

Dalle prime osservazioni dei dati è emerso che nel periodo di raccolta dati il numero di campionature evase in ritardo rispetto alla data di preserie è pari al 56% così da avere un dato as-is.

Dall'analisi del dato, il 55% è attribuibile ai codici CF1-CF1D, il 38% ai CF2 e il restante ai CF3.

3.3 Analyze

Partendo dalla mappatura di processo, il team tramite brainstorming determina le potenziali cause che hanno generato il problema. In figura 5 flow chart con individuazione delle potenziali cause alle relative fasi.

Nel dettaglio, le cause potenziali X1 - X2 sono state individuate nella fase di prelievo del componente. Il team si domanda: la quantità è sempre disponibile? Il personale è sempre disponibile? La causa X3 è attribuibile alla fase di controllo vera e proprio, verificando la disponibilità della macchina. Infine, X4 attribuibile alla completezza del CQC.

Le idee prodotte sono state inserite nel diagramma di Ishikawa, mostrato in figura 4. Le cause individuate sono le seguenti:

- Quantità da controllare non disponibile
- Operatore non disponibile
- Macchina non disponibile
- CQC non esaustivo

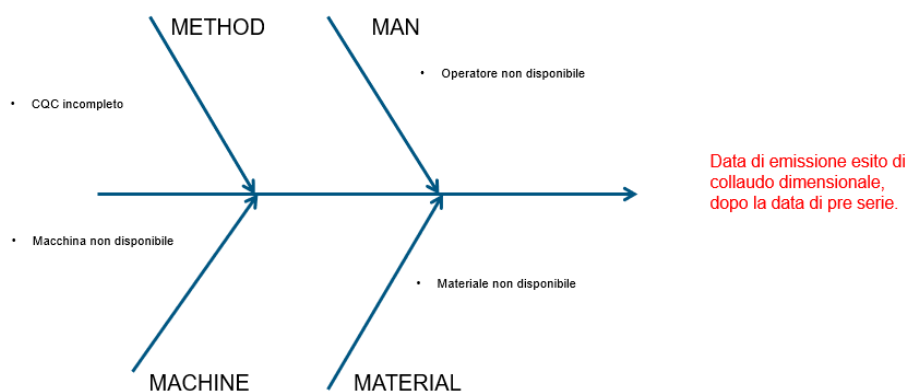


Figura 4: Diagramma di Ishikawa

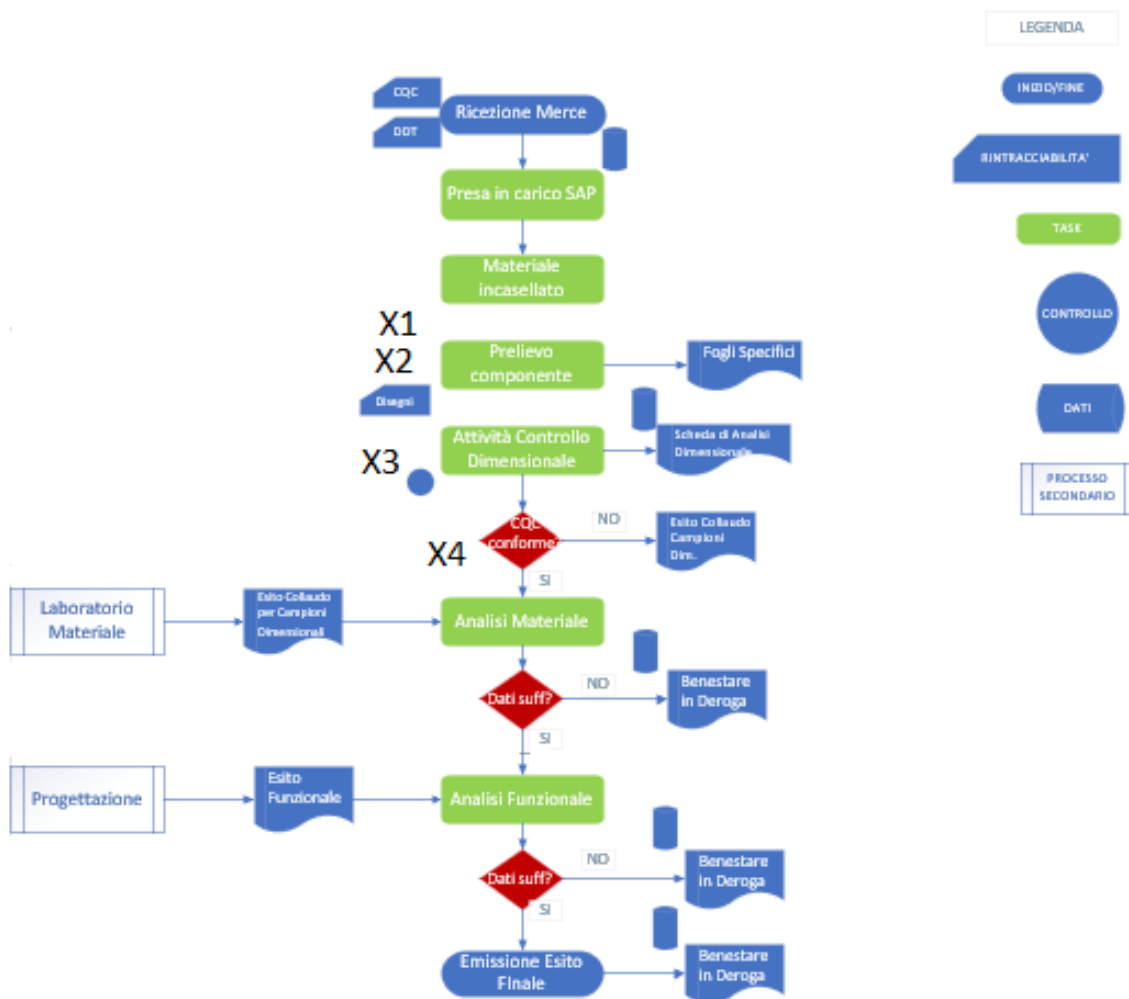


Figura 5: Flow Chart con individuazione cause

In accordo con il responsabile si è pensato di portare avanti ed analizzare tutte le cause individuate; in tabella sono evidenziate le relazioni con l'indicatore correlato:

Relazione tra fattori potenziali (x) e indicatori economici (y)				
Fattori Potenziali (x)		Indicatori economici (y)		Ipotesi relazione
X1	Quantità non disponibile	Y1	% codici in ritardo sul totale in arrivo	Indisponibilità della quantità causa ritardi
X2	Operatore non disponibile	Y1	% codici in ritardo sul totale in arrivo	Indisponibilità dell'operatore causa ritardo
X3	Macchina non disponibile	Y1	% codici in ritardo sul totale in arrivo	Macchina non disponibile causa ritardo
X4	CQC non esaustivo	Y1	% codici in ritardo sul totale in arrivo	Cqc non esaustivo provoca ritardi perché aumenta i controlli

Tabella 3: Relazione cause - Indicatore

A valle dell'individuazione delle cause potenziali, è stata ridefinito il sistema di raccolta dati per i componenti in ingresso nel 2018 con l'obiettivo di intercettare il ritardo lungo il processo e viene costruito un nuovo modulo da far compilare all'operatore durante la fase di controllo. Per perseguire l'obiettivo ricercato e garantire la funzionalità dei nuovi dati raccolti, nel modulo, presente in figura 6, sono state introdotte una maggiore quantità di informazioni richieste, necessarie per ottenere dati puntuali e precisi.

Tramite Pareto, grafico in figura 7, si evince che tre su quattro sono causa della maggior parte dei ritardi. Le principali cause in questione sono:

- Mancanza personale
- Non disponibilità della macchina
- Cqc non esaustivo.

Classe Funzionale	Denominazione	Utilizzo 3D	PRE-SERIE	Data di ingresso a magazzino CAMP	Data presa in carico operatore per controllo DIM	Data di termine controllo dimensionale	Presenza CQC (s/no)	Fornitore	Macchina disponibile?	Personale Disponibile?	CQC snellisce il controllo	Disponibile quantità	RITARDO (confronto pre-serie-fine controllo)
CF3	cann later	si	13-03-18	18-12-17	19.12.17	30.05.18		VPIC1	NO	NO	NO	SI	SI
CF1D	braccio sosp. Dx	si	24-01-18	18-12-17	19.12.17	30.05.18	SI	Rifimpress	NO	No	SI	SI	SI
CF2	Gr. Cavetti	no		11-01-18	11.01.18	02.03.18	NO	MSSL					
CF2	Antenna	no		11-01-18	11.01.18		NO	Minda					
CF1D	forcella	si		05-12-17		14-02-18		Badve	SI	SI	SI	SI	NO
CF1	cavalletto	si		21-02-18		05-04-18	SI	Donati	SI	SI	SI	SI	NO
CF2		si	24-01-18	19-01-18	25.01.18	15.02.18		Three Brother	No	No	No	SI	SI
CF2	marmitta	si		02/08/2017		16-02-18	SI	Munjai	SI	SI	SI	SI	NO
CF2	marmitta	si		14-05-18	06-06-18		NO	Dongguan	NO	NO	NO	SI	SI
CF2	marmitta	si		14-05-18	06-06-18		NO	Dongguan	NO	NO	NO	SI	SI
CF2	marmitta	si	31-03-18	30-01-18		28-02-18	SI	Munjai	SI	SI	SI	SI	NO
CF2	collettore scarico	si	13-03-18	19-02-18	03-03-18	03-03-18	NO	Youcheng	SI	SI	No	SI	SI
CF2	paracalore	si		14-02-18	19-02-18	08-03-18	NO	Zongshen	No	No	No	SI	
CF2	Gr. Cavetti	no	24-01-18	02-02-18	07.02.18	12.02.18	SI	Minda					
CF2	paracalore	si				17-05-18	NO	Zongshen	SI	SI	No	SI	
CF2	marmitta	si		13-04-18	13-04-18			Forhan Reshi	NO	NO	NO	SI	
CF2	marmitta	si		09-05-18	25-05-18		No		NO	NO	NO	SI	
CF2	marmitta	si		20-04-18	23-04-18	10-05-18	No	Dongguan	SI	SI	NO	SI	
CF2	marmitta	si	13-03-18	19-02-18	06-03-18	26-03-18	NO	Youcheng	NO	SI	SI	SI	SI
CF2	marmitta	si		18-06-18	19-06-18			Broad B.					
CF2	fascia	si		19-02-18	06-03-18	06-03-18	NO	Youcheng	SI	SI	NO	SI	
CF2	paracalore	si	13-03-18	07-05-18	08-05-18	16-05-18	NO	SPA	NO	NO	NO	SI	SI
CF2	paracalore	si	13-03-18	25-05-18	06-06-18	16-05-18	NO	SPA	NO	NO	NO	SI	SI
CF1D	manubrio	si		22/12/2017				VPIC1	NO	NO	NO	SI	
CF3	staffa	si		11-01-18		22-02-18	SI	CaM					

Figura 3: Nuovo foglio di raccolta dati

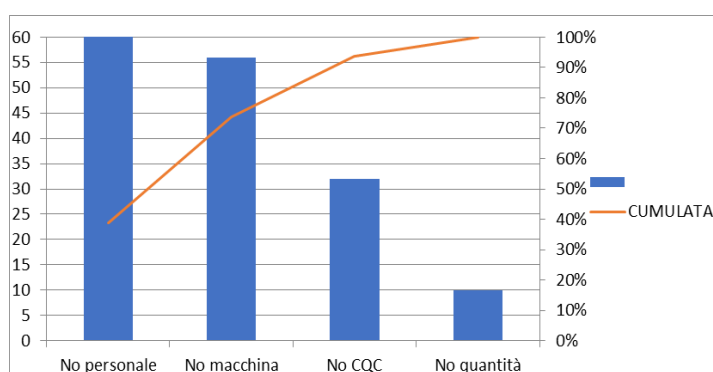


Figura 4: Pareto

3.4 Improve

La fase di analisi avrà fornito una base di dati da cui partire per progettare iniziative di miglioramento. Dall'osservazione delle principali cause, si è risaliti all'individuazione delle cause radici alla base del problema oggetto di indagine, utilizzando i "5 Whys".

DESCRIZIONE PROBLEMA	1° Why	2° Why	3° Why	4° Why	5° Why	CATEGORIA CAUSA			
						MAN	MATERIAL	METHOD	MACHINE
OPERATORE NON DISPONIBILE	Operatore non formato all'utilizzo della macchina					X			
	operatore assente								
MACCHINA NON DISPONIBILE	macchina guasta								X
	troppi controlli sulla stessa macchina								X
CQC INCOMPLETO							X		

Figura 5: 5 Why

Si è deciso di individuare le cause sulle quali agire tramite la matrice delle Priorità, esaminando quelle considerate di alta priorità e medio/bassa priorità.

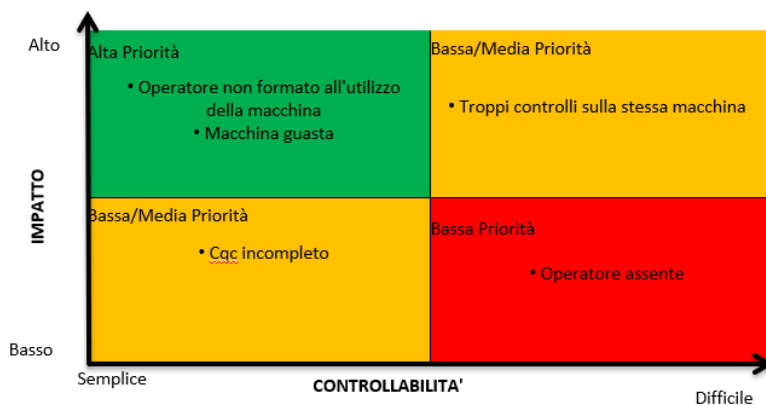


Figura 6: Matrice Priorità

Il Team di Progetto ha individuato, per ciascuna causa, una serie di potenziali interventi di miglioramento da attuare per contrastare il problema.

3.4.1 Operatore non disponibile

Analizzando la causa Operatore non Disponibile, il team ha valutato esclusivamente il perché "Operatore non formato all'utilizzo della macchina", poiché di alta priorità. Da Brainstorming sono state individuate due possibili soluzioni:

- Formazione interna
- Assunzione

Le soluzioni individuate sono state valutate attraverso la matrice delle priorità, considerando una classificazione secondo driver, quali efficacia, economicità, semplicità di applicazione e la soluzione scelta è ricaduta su "formazione interna".

3.4.2 Macchina non disponibile

Ponendo attenzione sulla causa “troppi controlli sulla stessa macchina”, il team ha deciso di includerla nella soluzione del personale non disponibile, poiché questa causa vuol dire macchina occupata in quanto già utilizzata dall’operatore e comunque pianifica un acquisto per l’anno successivo.

3.4.3 CQC incompleto

I perché individuati sono riferiti a specifiche del fornitore ed è per questo che il team ha deciso di comunicare tali problematiche ai fornitori, inviando loro lettera in quanto le cause radici individuate non dipendono da attività svolte dal Laboratorio Campioni.

3.5 Control

La fase finale è la fase di controllo: l’indicatore, considerando che l’implementazione delle soluzioni è stata effettuata solo in parte, risulta essere in miglioramento, assestandosi intorno il 48%. Il control effettuato riguarda l’effetto avuto a seguito della riparazione della macchina e dell’invio della lettera al fornitore.

Oltre a quanto visto, un grande margine di miglioramento risiede in una maggiore sensibilizzazione e coinvolgimento delle altre aree.

4. Risultati

L’obiettivo dichiarato dallo sponsor consiste nella riduzione del 30% della percentuale ritardi entro le successive 24 settimane dallo start. Tale obiettivo ridurrebbe notevolmente il numero di componenti difettosi e di conseguenza i veicoli scartati per motivi legati alla qualità del prodotto finito.

Un grande margine di miglioramento risiede nell’ottimizzazione della raccolta dati e di messa a disposizione di questi per analisi in tempo reale. In questo elaborato è stata descritta la fase di raccolta dati e la difficoltà nella ricostruzione di un’anagrafica condivisa utile a successive analisi ed elaborazioni ma questa avviene in maniera del tutto manuale, ovvero l’operatore inserisce per ogni singolo codice tutte le informazioni nella tabella utilizzata. Al fine di migliorare questi aspetti sarebbe utile implementare un sistema digitale che integri anche il fornitore con un database centrale in cui raccogliere le informazioni e magari associare a ciascuno componente un codice a barre che una volta letto tira fuori tutte le informazioni necessarie. Per fare ciò è necessario dapprima condividere l’anagrafica di tutti i dati da raccogliere e le loro dimensioni.