

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica



Tesi di laurea magistrale

Project Management applicato allo sviluppo del
prodotto, tramite stampaggio a freddo, in I.M.C.

RELATORE: Ch.mo Prof. Maurizio Schenone

LAUREANDO: Raffaele Politino

Sommario

Abstract.....	5
1 Industria Metallurgica Carmagnolese S.p.A (I.M.C).....	7
2 Studio di fattibilità	13
2.1 Studio di Fattibilità sul progetto in esame	14
2.2 Analisi tecnica	15
2.2.1 Dimensioni dello stampo	20
2.2.2 Richiesta di forza di stampaggio dello stampo.....	22
2.2.3 Posizionamento degli "air pins".....	23
2.2.4 Capacità Produttiva.....	28
2.3 Analisi economica.....	32
3 Pianificazione temporale del progetto	37
3.1 Sviluppo della pianificazione temporale del progetto.....	45
4 Cenni di Advanced Product Quality Planning.....	50
4.1 Elaborazioni Dati di Processo	53
4.2 Esigenze ambientali.....	55
4.3 Gestione Forniture Materiali	55
4.4 Confezionamento.....	58
5 Esecuzione delle prove sul campo.....	61
5.1 HLBO del P/N 84406944	62
5.2 HLBO del P/N 84414208	69
5.3 HLBO del P/N 84406983	79
5.4 HLBO del P/N 84422948/-5183.....	83
5.5 HLBO del P/N 84558397/-470.....	86
5.6 HLBO del P/N 84558442/-480.....	92

5.7	HLBO del P/N 84235905	102
6	Produzione documenti PPAP	106
6.1	Disegni del prodotto vendibile	108
6.2	Documenti di Modifica del Progetto	109
6.3	Approvazione dell'Ingegneria del Cliente (se richiesta).....	112
6.4	FMEA di Progetto e di Processo	112
6.5	Diagrammi di Flusso di Processo	117
6.6	Rilievi Dimensionali	120
6.7	Risultati delle Prove di Prestazione e sui Materiali	122
6.8	Studio iniziale di processo.....	124
6.8.1	<i>Il Controllo Statistico di Processo (SPC)</i>	<i>125</i>
6.9	Studi di Analisi dei Sistemi di Misura (MSA)	129
6.9.1	<i>Lo studio R&R.....</i>	<i>131</i>
6.9.2	<i>Come eseguire l'R&R</i>	<i>132</i>
6.10	Piano di Controllo.....	136
6.11	Part Submission Warrant (PSW).....	139
6.12	Campionatura del Prodotto e Campione Master	141
7	Conclusioni	142
	Bibliografia.....	146

Abstract

Questo lavoro di tesi è stato svolto presso la IMC (Industria Metallurgica Carmagnolese) un'impresa che fa del suo core-business lo stampaggio a freddo di parti metalliche strutturali sia di autovetture che di veicoli commerciali.

La tesi tratterà tutti i processi sia decisionali che operativi, dal punto di vista della figura, da me ricoperta, del Project Manager, sullo sviluppo di un progetto della durata di 8 mesi. Il progetto è stato eseguito seguendo le linee guida del PMBOK (Project Management Body Of Knowledge) che è appunto una guida pubblicata dal Project Management Institute (PMI), che ha lo scopo di documentare e standardizzare le pratiche comunemente accettate di project management è internazionalmente riconosciuta come standard IEEE e ISO 21500:2012 per descrivere i concetti fondamentali del project management applicabili a diverse tipologie di progetti: costruzione, sviluppo software, processi automatizzati, processi industriali.

Il "case study" che verrà analizzato in questa tesi rientra nell'ambito automotive. La IMC lavora per conto terzi con le più grandi aziende europee automotive del calibro di Daimler-Mercedes, Gruppo Volkswagen, Renault/Volvo Trucks, BMW, IVECO ed altri.

Per queste case automobilistiche il servizio offerto è la realizzazione di componenti metallici tramite la tecnica dello stampaggio a freddo. Ed è proprio in questo contesto, internazionale, che nasce il progetto P2952/82, in esame, commissionato dall'azienda franco-svedese Volvo Trucks, per la realizzazione e la successiva produzione di serie di componenti strutturali per il lancio di un nuovo veicolo. Il progetto da parte di Volvo nasce dall'esigenza di realizzare un nuovo modello di autoarticolato che dovrà entrare in produzione nel 2020.

La realizzazione dell'intero camion, chiaramente, è di vastissima dimensione, noi ci occuperemo in questo studio soltanto della porzione di progetto di responsabilità IMC. Gli attori di questo di progetto sono sostanzialmente tre: Volvo Trucks il committente; Matrici/Batz/Socima le aziende che hanno costruito gli stampi per conto di Volvo, la commessa è stata affidata a Matrici, mantenendone il management del progetto e ha sub-commissionato la realizzazione degli stampi a Batz e Socima ed in fine la IMC che si è occupata delle prove di stampaggio e della successiva produzione di serie. Nel trattato, verranno analizzati tutte le principali fasi del progetto, che sono state affrontate durante la sua realizzazione, dallo studio di fattibilità per valutare la possibilità di realizzare il progetto, fino alla presentazione della documentazione PPAP, che con l'avvenuta accettazione e con la seguente spedizione dei pezzi sancisce la fine della fase di progetto e dà vita ad una nuova fase che è la produzione di serie. Come suggerito dal PMBOK le fasi salienti del progetto sono: l'avvio, tramite studio di fattibilità; la pianificazione, in cui verrà redatto un TimePlan con delle tempistiche da rispettare; l'esecuzione, che è la fase in cui vengono effettuate le prove; monitoraggio e controllo che viene condotta per tutta la durata del progetto tramite il processo dell'APQP ed infine la chiusura del progetto che avviene con l'accettazione del PPAP e la spedizione dei particolari.

1 Industria Metallurgica Carmagnolese S.p.A (I.M.C)

La IMC fu fondata nel 1962 a Carmagnola, dove tutt'ora si trova. Inizialmente attiva nell'ambito della costruzione stampi per deformazione a freddo della lamiera, la I.M.C. S.p.A. viene rilevata nel 1977 da Andrea Roagna, che ne sviluppa nel corso degli anni il volume d'affari, focalizzando il core-business nello stampaggio di parti per carrozzeria e chassis di auto e camion espandendo il parco clienti fino a fornire direttamente i maggiori costruttori europei.

Nel 2017 la famiglia Roagna, forte dei successi raggiunti e della solidità di I.M.C. S.p.A., cede la maggioranza dell'impresa al Gruppo Mittel merchant bank italiana con vocazione all'investimento strategico, che acquisisce il 75% del capitale, garantendo il necessario supporto a un business consolidato e orientato al futuro.

La IMC occupa una superficie di circa 50.000 m², all'interno di questa area sono stati edificati sia gli edifici adibiti agli uffici amministrativi, che sei capannoni produttivi di cui: uno è il reparto della meccanica, dove viene effettuata la manutenzione sugli stampi utilizzati per la produzione o per poter effettuare eventuali modifiche sempre sugli stampi per migliorarne la produttività dove all'interno si trovano le macchine utensili, CNC, come frese, torni, etc; il capannone "nuovo" è diviso in due aree in una sono collocate le presse "grosse", grosse sia per quanto riguarda la dimensione fisica che la potenza disponibile, mentre la seconda area è adibita allo stoccaggio del prodotto finito e alle spedizioni; un altro capannone, questo diviso in tre reparti: in quello più grande sono collocate le presse "piccole" e le linee di presse, un'altra area è stata dedicata allo stoccaggio della materia prima e nella porzione restante troviamo le linee di assemblaggio, lastratura; un altro capannone è dedicato sia allo stoccaggio di semi-lavorati che di prodotto finito che non è prossimo alla spedizione; un altro

capannone chiamato “ABA” è utilizzato interamente per la produzione dei serbatoi in pressione, in un’ala del capannone avviene l’assemblaggio del serbatoio e lo stoccaggio dei serbatoi semi-lavorati, nell’altra ala del fabbricato troviamo la linea di verniciatura dei serbatoi.

Come detto tra i clienti si annoverano i maggiori costruttori europei come: Lamborghini, Maserati, Audi, Mercedes-Benz, BMW, Volkswagen, Iveco, Volvo Trucks, etc.

I servizi offerti sono principalmente due: Stampaggio a freddo di parti di carrozzeria, sia auto che camion, ed assemblaggio.



Figura 1 Particolari prodotti in IMC tramite stampaggio a freddo

Lo stampaggio a freddo viene effettuato tramite un parco presse vastissimo, circa 25 presse, di varie dimensioni e potenza e anche di vario utilizzo. Di seguito le immagini di alcune presse meccaniche a trasferta e progressive, con alimentazione automatica da coils, fino a 3000 ton. e 6m x 2,5m di tavola disponibile.



Figura 2 Presse IMV 2500 Ton (sx) e Colombo Agostino 3000 Ton (dx) transfer/progressiva

Un'altra tipologia di presse di disponibili è per lo stampaggio in linea, di seguito mostreremo le immagini di linee di presse meccaniche semplice e doppio effetto, con automazione fino a 1600 ton.



Figura 3 Linea di presse Aida 4x1000 Ton



Figura 4 Linea di presse Schuler 1x1600 Ton + 4x500 Ton

Per quanto riguarda l'assemblaggio, oggi giorno l'azienda come già detto in precedenza si è specializzata sullo stampaggio a freddo, infatti come linea vera e propria di assemblaggio ne possiamo annoverare solamente una, con saldatura TIG che viene utilizzato per la produzione di serbatoi in pressione per veicoli commerciali. Qui di seguito un'immagine.



Figura 5 Serbatoio prodotto utilizzando la linea di saldatura TIG

Dopo essere stato assemblato il serbatoio verrà anche verniciato e infatti in IMC è presente, anche, una linea di verniciatura entrambi gli impianti si trovano all'interno del capannone chiamato "ABA".



Figura 6 Serbatoio dopo la verniciatura

In IMC è presente anche un ufficio di ricerca e sviluppo, poiché durante l'ingegnerizzazione di un nuovo prodotto lavorando a partire dalle prime fasi a fianco dei produttori di auto e veicoli commerciali al fine di sviluppare progetti tecnici e tecnologici innovativi dei pezzi che produrremo nel rispetto degli obiettivi di peso, sicurezza, riciclabilità e qualità. Questo ufficio principalmente dello studio di fattibilità ed effettua, tramite appositi software, la simulazione di imbutitura.

13-14-15 STAGE FLANGING CAMME

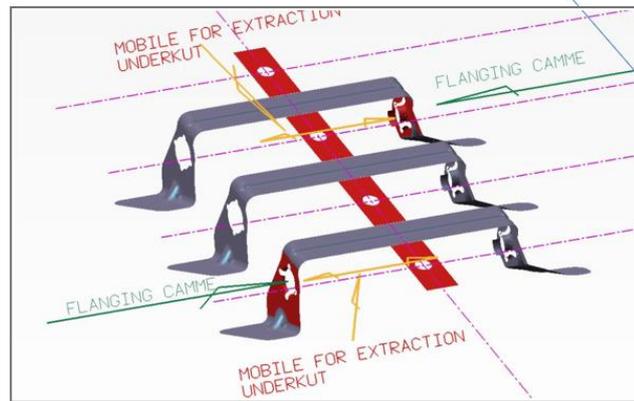


Figura 7 Esempio di studio di fattibilità



Figura 8 Simulazione di imbutitura tramite software

In conclusione l'IMC è una media impresa, conta circa 100 dipendenti, una realtà dinamica e internazionale, ricordiamo che il 90% dei clienti è europeo, in continuo sviluppo sia strutturale che finanziario. Che offre molte possibilità di crescita sia professionale che umana.

2 Studio di fattibilità

L'analisi o studio di fattibilità di un progetto normalmente precede la fase di avvio di un progetto dovendone valutare le motivazioni e l'opportunità.

Le valutazioni in essa contenute non sostituiscono in alcun modo quelle da produrre in fase di pianificazione. Ne costituiscono semmai la premessa e sono unicamente finalizzate a decidere se avviare o meno il progetto.

L'analisi di fattibilità di un progetto viene svolta a partire da dati e stime a livello macro in modo da non impegnare eccessivo tempo e risorse.

L'impostazione dello studio è basata su una struttura di base indipendente dal tipo di progetto in quanto deve poter supportare: il confronto tra progetti simili nell'ottica di una gestione/selezione di portafoglio; la valutazione del contributo di ciascun progetto al business aziendale; l'individuazione di una corretta allocazione degli investimenti e la sostenibilità dei flussi di cassa associati a ciascun progetto.

Il documento ha la seguente articolazione: Precisazione dell'ambito di progetto (Scope) con la finalità di definire i bisogni che il progetto si ripromette di soddisfare e le motivazioni da cui nasce nonché le aree di business da esso impattate e vengono inoltre precisati i prodotti attesi dal progetto e le funzionalità di base di ciascun deliverable.

Nei macro-requisiti si precisano le caratteristiche e i requisiti (funzionali, tecnici e qualitativi) di alto livello che ciascun deliverable deve soddisfare per poter essere implementato. La strategia è la sezione nella quale si definisce l'approccio che si intende adottare per sviluppare il progetto e soddisfare i requisiti previsti, delinea i processi di project management che intende adottare, gli standard di qualità e di produzione che dovranno essere recepiti dal progetto. Nelle stime di

massima si prende in considerazione una prima definizione delle attività da svolgere basandosi su dati storici o parere di esperti.

Su questa base si procede successivamente a definire tempi e costi connessi. La valutazione costituisce la sezione più importante del documento dove viene svolta l'analisi del budget complessivo del progetto e della sostenibilità dei flussi di cassa. Nucleo centrale di questa valutazione di fattibilità è il Business Case in cui viene valutata l'effettiva utilità aziendale del progetto. Infine le conclusioni dove vengono riportate le considerazioni dei principali stakeholders, valutate eventuali alternative e le opzioni make-or-buy, ed infine la decisione se approvare o meno il progetto.

Una volta che il progetto è stato approvato, l'analisi di fattibilità costituirà la base per costruire il Project Charter e formalizzare l'incarico al Project Manager che a partire dalle indicazioni di massima in essa contenute dovrà sviluppare il piano di progetto che consentirà un'ulteriore verifica dell'attendibilità dell'analisi svolta.

2.1 Studio di Fattibilità sul progetto in esame

Per quanto riguarda questo progetto l'analisi di fattibilità è stata effettuata su due livelli: industrializzazione dei particolari e produzione in serie dei particolari.

Questi due livelli, come è facilmente intuibile, hanno una parte in comune che è l'analisi tecnica e una seconda parte, l'analisi economica che per i due casi è molto diversa in quanto nel primo caso ci occuperemo di stimare i costi, quindi il budget necessario per la prototipazione e lo sviluppo del progetto fino all'accettazione, nel secondo caso invece l'analisi economica sarà incentrata sui costi di produzione in serie e quindi andrà ad influenzare l'effettivo prezzo di vendita del prodotto.

Il Project Management della commessa si è occupato per lo più sull'analisi tecnica lasciando all'ufficio commerciale le valutazioni economiche.

2.2 Analisi tecnica

Per analisi tecnica si intendono una serie di studi e valutazioni sulla fattibilità del progetto analizzando le attrezzature e/o macchinari a disposizione e il Know-How aziendale, in questa fase vengono esaminate le "capacità tecniche" aziendali.

In prima battuta questo tipo di studio esula alcun tipo di discorso economico, ma risponde semplicemente alla domanda.

Questo/i nuovo/i prodotto/i siamo in grado di farlo/i?

- Tipo di stampo/i (transfer, progressivo e stampi per la linea);
- Dimensioni dello stampo;
- Potenza richiesta per lo stampaggio;
- Posizionamento degli "air pins";
- Capacità produttiva (numero pezzi da produrre).

Analizzeremo singolarmente le voci sopraelencate spiegando brevemente il loro significato ed entreremo sullo specifico per quanto riguarda le richieste del committente e le scelte effettuate.

Il tipo di stampo, come ho già elencato, può essere sia transfer che progressivo/a passo che diversi stampi per una linea di presse: Lo stampo transfer stacca immediatamente dal nastro il pezzo ancora da trasformare e trasferisce il grezzo nei successivi passaggi grazie a manipolatori o barre di trasferimento, a due o tre assi, sincronizzate al movimento verticale della pressa estraendo nell'ultimo passaggio il pezzo finito dallo stampo.

Attenzione: il meccanismo di trasferimento (transfer) non fa parte dello stampo, ma un accessorio da abbinare al sistema stampo-prensa che normalmente si acquista già finito. Viene solo personalizzata la manipolazione. Lo stampo transfer, tendenzialmente, nasce per un preciso tipo di impianto (pressa + transfer) e resta vincolato a quest'ultimo. Qualora si sia costretti a utilizzarlo su impianti diversi costringe ad interventi di adeguamento di costo importante.

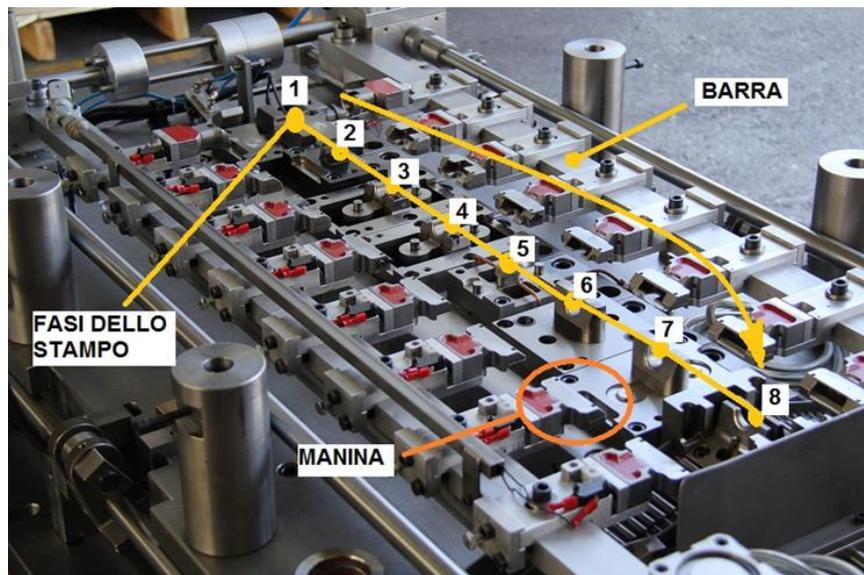


Figura 9 Stampo a passo o progressivo

Lo stampo a passo sfrutta il nastro per trasferire il pezzo attraverso i vari passaggi di lavorazione e solo alla fine del percorso di stampaggio si stacca il pezzo finito. Lo stampo a passo può essere utilizzato su diversi tipi di presse senza particolari adattamenti alla tipologia di quest'ultima, creando i presupposti per l'ottimizzazione produttiva del parco macchine dell'officina. Stampo per linea

Questa invece è una soluzione ormai poco tradizionale, in quanto per produrre un pezzo che ha bisogno di "n" lavorazioni di stampaggio vengono realizzati "n" per ogni operazione. Per rendere bene l'idea facciamo un esempio:

Da un nastro (coil) d'acciaio bisogna produrre il pezzo x , questo particolare ha bisogno di 5 lavorazioni. La prima è tranciare lo sviluppo dal resto del nastro e la chiameremo OP10. E' necessario costruire uno stampo che tranci semplicemente il nastro e lo faccia diventare un "quadrotto". Oggigiorno questo tipo di operazione si tende a farla al di fuori della linea di produzione tramite una cesoia automatica collegata con un sistema di svolgimento del nastro, definendo un passo "p" che sarà la lunghezza del foglio da utilizzare per la realizzazione del pezzo che coincide un angolo α di svolgimento dell'aspo sulla quale è avvolto il nastro.

Questo quadrotto sarà la nostra "materia prima" di partenza per la realizzazione del particolare.

La seconda operazione che dovrà affrontare questo foglio di materia prima sarà l'imbutitura. In questo caso è necessario costruire appositamente uno stampo che faccia questo tipo di lavorazione e quindi chiameremo lo stampo OP20. In realtà questo sarà il primo stampo poiché come abbiamo detto la produzione del foglio di lamiera sarà fatto "off-line".

La terza operazione che dovrà affrontare questo foglio imbutito sarà la foratura ovvero uno stampo con dei punzoni che creano dei fori o asole sul pezzo imbutito per ottenere la forma voluta. Questa sarà la nostra OP30.

La quarta operazione sarà la tranciatura o rifilatura, ovvero il foglio imbutito e forato ha dimensioni maggiore del particolare finito, c'è del materiale sui bordi in avanzo necessario per poter effettuare l'imbutitura in quanto l'acciaio in eccesso serve per lo scorrimento del materiale durante l'imbutitura e anche per il bloccaggio dello stesso durante la formatura.

Quindi questo avanzo di materiale deve essere rimosso tramite una trancia che definisce il profilo del particolare. Si costruisce uno stampo apposito e lo chiameremo OP40.

La quinta ed ultima operazione dell'esempio sarà l'assestamento ossia uno stampo che interverrà sui bordi del particolare assicurandosi che sia avvenuto lo snervamento del materiale e non ci sia un ritorno elastico del pezzo. Questo stampo verrà chiamato OP50.

Riassumendo per la produzione di questo componente serviranno 4 stampi diversi e conseguentemente una linea di 4 presse, la movimentazione da una stazione di lavorazione all'altra sarà effettuata da una serie di robot che verranno utilizzati per "agganciare" il pezzo da una stazione e portarla in quella successiva.

Nella richiesta del cliente (12 particolari diversi di cui 4 di loro gemellari ovvero che da un unico stampo vengono fuori 2 particolari speculari Dx e Sx questi stampi vengono chiamati Cx2) venivano menzionate il numero di operazioni necessarie per ogni particolare, quindi il numero di stampi per ogni particolare.

4 stampi per ogni particolare per un totale di 32 stampi.

Quindi sono state subito eliminate le presse "transfert" e le presse "singole", e si è posta l'attenzione solo sulle presse che potessero lavorare in linea.

Le linee di presse in IMC sono sostanzialmente tre, comunemente chiamate con il nome del costruttore: linea Schuler formata da 6 presse, linea Aida formata da 4 presse ed infine la linea Erfurt formata da 5 presse.



Figura 10 Linea AIDA



Figura 11 Linea Schuler



Figura 12 Linea Erfurt

2.2.1 Dimensioni dello stampo

Le dimensioni dello stampo identificano, considerandolo come un parallelepipedo, le tre dimensioni fisiche: larghezza, lunghezza e altezza (stampo chiuso). Perché sono così importanti le dimensioni?

Parlando inizialmente delle dimensioni larghezza e lunghezza: la struttura della pressa è sorretta da 4 “pilastri” detti montanti, la tavola inferiore della pressa detto “plateau” è dove viene ancorata la parte inferiore dello stampo, questo plateau è fissato su di un carro che ne permette, tramite scorrimento su dei binari, l'estrazione, passando tra i montanti, sul quale viene adagiato lo stampo (sia parte inferiore che superiore) e tramite il suddetto carro viene reinserito “sotto pressa”. Successivamente la parte superiore dello stampo viene ancorato alla parte superiore della pressa detta mazza. Se per assurdo lo stampo fosse più grande del “plateau” l'inserimento dello stesso non sarebbe possibile in quanto lo stampo batterebbe contro i montanti impedendone l'ingresso, come se comprassimo un divano talmente grande che non passerebbe dalla porta del soggiorno sarebbe una spesa del tutto inutile.

Invece per quanto riguarda l'altezza dello stampo il discorso è leggermente più tecnico, poiché la distanza massima tra mazza e plateau di una pressa è predefinita in sede di costruzione. Per dare un'idea dell'ordine di grandezza diciamo 1650 mm, quindi possiamo subito capire che uno stampo alto 1600 mm sarebbe già molto difficile da gestire in quanto lo stampo di per se ha bisogno di una corsa diciamo di 200 mm in aggiunta poiché l'estrazione del pezzo avviene tramite dei robot deve essere possibile l'inserimento del braccio del robot tra le due parti dello stampo, superiore e inferiore, agganciare il pezzo alzarlo per almeno 200 mm (l'alzata è strettamente dipendente dalla profondità di

imbutitura) e portarlo nella stazione successiva. Questo ragionamento ci porta ad individuare un'altezza massima di accettazione dello stampo.

Di seguito verranno inserite due tabelle: nella prima (Tabella 1) vengono indicate le dimensioni del set di stampi, in realtà il set di stampi per ogni P/N avendo tutti quanti le stesse dimensioni sono state riportate soltanto le dimensioni di un solo stampo; nella seconda (Tabella 2) vengono indicate le dimensioni del plateau della linea.

Tabella 1 Dimensioni degli stampi

P/N	Lunghezza [mm]	Larghezza [mm]	Altezza [mm]
84558397 84558470	3500	1500	1000
84558442 84558480	3500	1500	1000
84406944	2500	1200	1000
84406983	2500	1200	1000
84414208	2500	1200	1000
84422948 84425183	2500	1200	1000
84244979 84245283	2500	1200	1000
84235905	2500	1200	1000

Tabella 2 Dimensioni del plateau delle presse

Nome pressa	Nome Linea	Tons	Max Dimension Blanks [mmxmm]	Lunghezza [mm]	Larghezza [mm]
IMV	Schuler	1600	2000x1500	4000	2200
Schuler	Schuler	4X500	\	3360	1300
Weingarten	Schuler	600	\	3000	1800
AIDA	AIDA	4x100	3000x1700	4500	2500
Schuler	Erfurt	1000	2000x1500	2700	1700
Erfurt	Erfurt	4x500	\	3150	2100

Da queste informazioni si può dedurre che tutte e tre le linee di presse, possono essere utilizzate per l'esecuzione delle prove e la loro conseguente produzione. Possiamo quindi passare all'analisi successiva.

2.2.2 Richiesta di forza di stampaggio dello stampo

Per "forza di stampaggio" si indica la forza necessaria affinché l'acciaio raggiunga la plasticizzazione e mantenga la forma desiderata. In poche parole è la forza che la pressa applica sulla superficie del foglio di lamiera per imbutirlo e tranciarlo. Normalmente la fase o operazione che richiede una maggiore forza di pressione è l'imbutitura, un processo tecnologico attraverso il quale una lamiera viene deformata plasticamente ed assume una forma scatolare, cilindrica o a coppa. Di seguito inseriremo una tabella riepilogativa con la potenza richiesta, per ogni singola operazione di ogni particolare.

Tabella 3 Forza di stampaggio richiesta da ogni operazione

P/N	OP.20 [Ton]	OP.30 [Ton]	OP.40 [Ton]	OP.50 [Ton]
84558397 84558470	950	400	400	500
84558442 84558480	760	350	350	500
84406944	600	300	300	400
84406983	504	300	300	350
84414208	515	300	300	350
84422948 84425183	600	350	350	500
84244979 84245283	880	400	400	500
84235905	900	400	400	500

Infatti l'OP.20, imbutitura, è l'operazione che richiede più forza insieme all'OP.50, assestamento. Per questo motivo le presse disposte in linea,

normalmente, sono costituite dalla pressa di testa che ha una “forza disponibile” maggiore rispetto le altre, 2,5/3 volte maggiore.

Analizziamo adesso le presse che compongono le linee: la linea Aida è composta da 4 presse da 1000 t ciascuna, precedentemente era nata con una pressa di testa di 2500 t adesso scorporata dalla linea e utilizzata come pressa singola, mentre la linea Schuler è formata da 5 presse: con la pressa di testa una IMV da 1600 t e le altre 4 presse sono delle Schuler, appunto, da 500 t mentre la linea Erfurt è formata da una pressa di testa con una forza di stampaggio di 600 t e le seguenti 4 presse di 500 t.

Come si può vedere dalla tabella riassuntiva per quanto riguarda l’OP.20 nessun particolare necessita di una forza maggiore delle 1000 t mentre per quanto riguarda le altre operazioni, in particolare per l’OP.50, nessuna di queste supera le 500 t.

Questi valori quindi ci permettono di scartare, la linea Erfurt poiché non dispone della quantità di forza richiesta nella prima operazione, restano in “gioco” le altre due linee la Schuler e l’AIDA. Si passa quindi all’altro paragrafo sull’analisi tecnica.

2.2.3 Posizionamento degli “air pins”

Questo tipo di analisi è un po’ più tecnica rispetto alle altre, quindi è necessario fare una breve introduzione di cosa sono questi “air pins” così da poter apprezzare l’importanza di questi componenti.

Tutte le presse presenti in IMC sono di tipo meccanico, ovvero la movimentazione della mazza o slitta della pressa, la parte che compie il movimento alternativo sulla quale viene ancorata la parte superiore dello stampo che viene premuto contro la parte “fissa”, il moto viene trasmesso, non tramite

dei pistoni oleodinamici, ma bensì da alcuni manovellismi, in parole povere una pressa funziona in modo opposto ad un motore a combustione interna: ovvero il motore elettrico rotativo fornisce l'energia all'intero sistema che tramite un sistema di bielle e manovelle converte il moto rotativo del motore in moto alternato per la mazza della pressa.

Nella parte inferiore della pressa c'è un blocco in acciaio chiamato in gergo "plateau", dove al suo interno esiste una zona cava chiamata "cuscino o polmone" questo cuscino viene "collegato", tramite dei canali dove vengono appunto inseriti i cosiddetti "air pins", ricapitolando questa cava è tenuta in pressione (regolabile) e quindi questi "air pins" appoggiano da una parte su questa membrana e dall'altra parte sulla parte inferiore della matrice dello stampo. L'immagine seguente (Figura 4) proverà a rendere l'idea della struttura che è stato appena descritto:

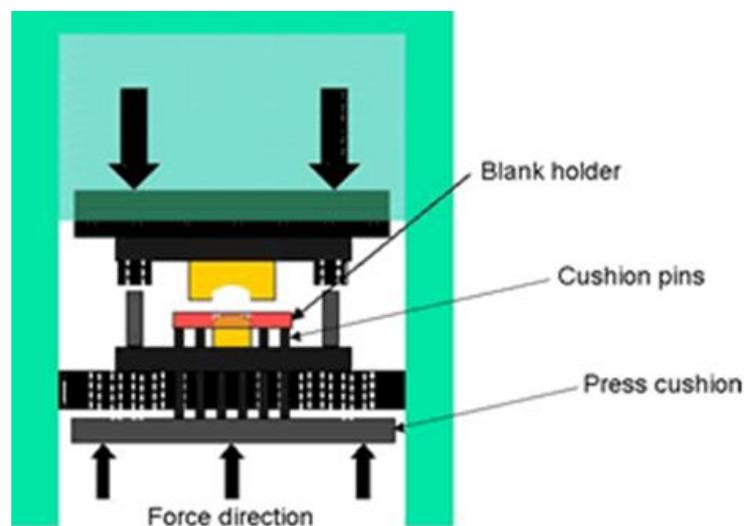


Figura 13 Schema di funzionamento di una pressa

Come sappiamo gli stampi sono comunemente formati da due parti chiamati matrice e punzone, il punzone costringe la lamiera ad aderire nella matrice ottenendo così la forma desiderata, durante la fase di imbutitura il punzone non

effettua l'accoppiamento con la matrice in modo "brusco" ma tramite il polmone in pressione la matrice accompagna, abbassandosi, il movimento del punzone.

Ne segue che la disposizione degli "air pins", poichè permettono collegamento la membrana in pressione e la matrice, deve essere resa più uniforme possibile, cioè devono essere presenti su tutta la "figura" del particolare. Le sedi dove vengono inseriti sono fisse, ciò comporta un'analisi sulla loro disposizione, verrà mostrata la simulazione solo per l'OP 20, l'imbutitura, di ogni particolare per le due linee rimaste valide ossia la pressa AIDA da 1000 t e la IMV 1600 t.

Si può vedere nelle successive immagini il tipo di simulazione effettuata, nella figura 14 sulla linea AIDA e nella figura 15 sulla linea Schuler pressa IMV.

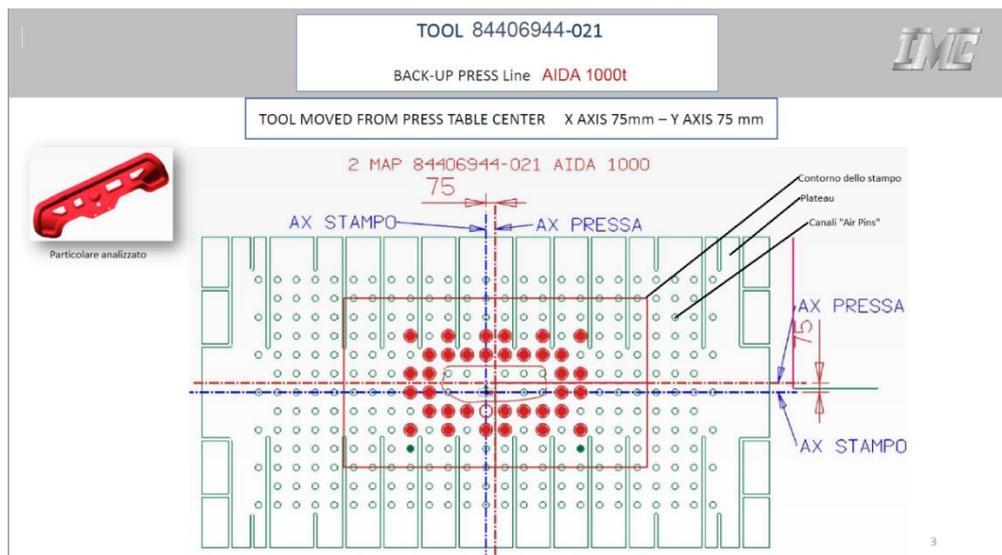


Figura 14 Posizionamento Air pins pressa AIDA 1000 t

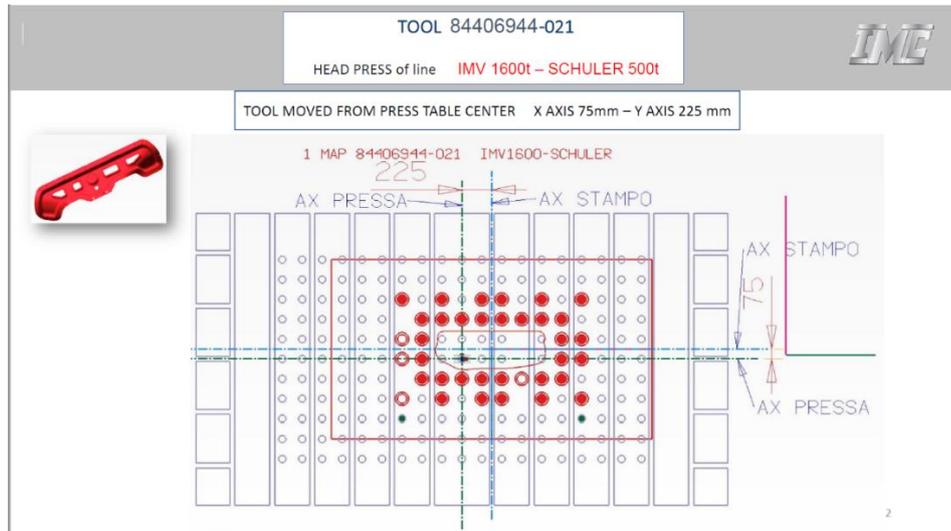


Figura 15 Posizionamento Air Pins pressa IMV 1600 t

Queste due immagini rappresentano una simulazione della vista in pianta del plateau della pressa (rettangolo grande azzurro) al cui interno è inscritto un rettangolo più piccolo (rettangolo piccolo rosso) che è la schematizzazione dello stampo, poi notiamo anche dei “pallini” rossi pieni e vuoti, indicano il posizionamento degli “air pins”, i pallini pieni identificano quelli che effettivamente verranno utilizzati mentre i pallini vuoti identificano i canali che dovrebbero essere utilizzati ma per problemi costruttivi non possono essere utilizzati, mentre il rettangolo irregolare rappresenta il foglio di lamiera con la quale verrà fatto il particolare.

Come possiamo vedere dall'intestazione delle due immagini, nella prima leggiamo Tool “codice del particolare” – “operazione e subito sotto la pressa di testa delle due soluzione nella prima leggiamo AIDA nella seconda IMV. Normalmente lo stampo viene centrato con la pressa ovvero il centro stampo coincide con il centro pressa, invece in questo caso per far sì che il i pins siano distribuiti uniformemente lo stampo è stato spostato nel primo caso di 75 mm in entrambi gli assi, nel secondo caso 75 mm lungo l’asse y e 225 mm lungo l’asse x.

Ritornando ai “pallini pieni e vuoti” vediamo che nel primo caso le sedi dei “missing pins” è una (un pallino vuoto) nel secondo caso, parlando della pressa Schuler sono 4 (4 pallini vuoti) tutti dallo stesso lato, questo comporta ad una distribuzione non uniforme delle pressioni rischiando flessioni o rotture dello stampo stesso (poiché parliamo di forze di 1000 t).

In questo identico modo sono stati analizzati tutti e 8 i particolari della commessa, evito di inserire tutte le immagini, ma di seguito troverete una tabella riassuntiva (tabella 4).

Tabella 4 Riassunto Air Pins mancanti.

P/N	N° of Dies	Missing Pins AIDA	Missing Pins Schuler IMC (ax moved 225mm)	Press Chosen
84406944	4	1	4	AIDA
84406983	4	1	2	AIDA
84414208	4	1	4	AIDA
84422948/-5183	4	1	4	AIDA
84558397/-8470	4	1	2	AIDA
84558442/-8480	4	0	2	AIDA
84235905	4	0	2	AIDA
84244979/-5283	5	1	4	AIDA

La tabella riassuntiva mostra nella prima colonna il codice dei particolari, la seconda il numero di stampi per ogni particolare, la terza il numero di pins mancanti per la linea AIDA mentre la quarta il numero di pins mancanti per la linea Schuler. Inizialmente dove i pins mancanti sono solamente 2 si era deciso di scegliere in modo preliminare la linea Schuler, questo anche per non sovraccaricare solamente una linea durante la vera e propria produzione di serie, ma specifiche richieste del cliente hanno fatto sì che per tutti i particolari verrà utilizzata la linea AIDA. Questa scelta ha fatto nascere l'esigenza di fare un'analisi sulla capacità produttiva che spiegheremo nel punto seguente.

2.2.4 Capacità Produttiva

Per capacità produttiva si intende la disponibilità dei macchinari e del personale per la produzione in serie dei pezzi, viene fornita dal cliente una quantità nominale di pezzi da produrre annualmente, da parte nostra bisogna verificare ipotizzando un "tempo ciclo" la possibilità di produrre questi pezzi quando si entrerà nel periodo di effettiva produzione. Senza questo "feedback" sarebbe impossibile accettare la commessa.

Una doverosa premessa da fare è la seguente: L'azienda IMC normalmente lavora su due turni giornalieri (circa 16 ore al giorno) per 5 giorni a settimana, in caso straordinario si attiva il turno di notte (24 ore al giorno) e un turno il sabato.

$$\text{Ore settimanali totali} = 16 \times 5 = 80 \text{ ore}$$

Ma di queste 80 ore solamente il 30%, 1,5 giorni a settimana, è utilizzabile poiché entrambe le linee hanno già il loro bel da fare per la produzione di altri particolari. Per stimare la capacità annuale ci dobbiamo attenere a quel tasso di utilizzo:

$$\text{Capacità annuale stimata} = 80 \times 45 \times 0.3 = 1080 \text{ h/anno}$$

Questo valore sarà quello di riferimento per valutare l'accettazione o meno della commessa. Purtroppo queste ore non potranno essere utilizzate a nostro piacimento, ciò vuol dire che non possiamo produrre per esempio tutto il volume annuale in un unico ciclo di stampaggio ma ci dobbiamo attenere al vincolo di disponibilità che è di 24 ore settimanali.

Come è già stato detto si è ricevuto un documento con la stima del fabbisogno annuo da parte del cliente per ogni particolare. A seguire una tabella riepilogativa:

Tabella 5 Riepilogo fabbisogno annuo

 VOLVO Project P2952 FH Umea outsource															
N.	Part. N°.	Vers.	Weight	Description	Drawing	Vers.	Vol.	Die	Press Name	Operation	Material				
											Type	Thick.	Width	Length	Blank Need
1	84558397	C04	2,916	Inner Plate LH FML2	84322904	04	15423	Cx2	1600ton+ 3x500 - 4 Op. Press Line: 4x1000ton	4 operazioni	VSCR140EF-Z100B	1,2	585	1850	5,1039
	84558470			Inner Plate RH FML2											
2	84558442	C04	1,538	Inner Plate LH FML1E	84323089	04	15423	Cx2	Press Line: 4x1000ton	4 operazioni	VSCR140EF-Z100B	1,2	635	1060	3,1743
	84558480			Inner Plate RH FML1E											
3	84406944	C04	1,810	Reinf. Engine Casing	82688760	04	30846	Cx1	Press Line: 4x1000ton	4 operazioni	VSCR180Y-Z100B	1,7	410	920	5,0401
4	84406983	C04	1,440	Reinf. Bow Engine Casing	82688749	04	30846	Cx1	Press Line: 4x1000ton	4 operazioni	VSCR260Y-Z100B	2,5	370	655	4,7622
5	84414208	C04	1,760	Reinf. Bow Engine Casing	82688756	04	30846	Cx1	Press Line: 4x1000ton	4 operazioni	VSCR260Y-Z100B	1,7	430	1035	5,9468
6	84422948	C04	0,590	Reinforcement LHS	82690811	04	30846	Cx2	Press Line: 4x1000ton	4 operazioni	VSCR180Y-Z100B	2,500	520,000	245 - 780	5,3134
	84425183		0,590	Reinforcement RHS	82690845										
7	84244979	1,526	1,528	CAB Bracket front LH FM	82678563	04	15423	Cx2	Press Line: 1600ton+4x 500ton	5 operazioni	VSCR180Y-Z100B	3,000	430,000	825,000	8,3650
	84245283			CAB Bracket front RH FM											
8	84235905		2,299	Vertical Member	84326776	06	30846	Cx1	Press Line: 4x1000ton	4 operazioni	VSCR260Y-Z100B	3,000	780,00	250,00	4,5981

Quindi il tempo ciclo ipotizzato è di circa 5 pezzi al minuto, rappresenta il lasso di tempo che intercorre da quando viene “inserito” il foglio di lamiera fino all’estrazione del pezzo finito, quindi vengono prese in esame tutte le lavorazioni intermedie. Il tempo ciclo non racchiude tutto il tempo speso per la produzione dei particolari, essendo che esiste un tempo di “setup” della linea, come abbiamo detto che la linea sia Aida che Schuler hanno già una sua percentuale di utilizzo, altri particolari vengono prodotti su queste linee, abbiamo bisogno di volta in volta di dover preparare la linea per il particolare, montare gli stampi su tutte le presse e montare gli strumenti utili per la movimentazione del pezzo tra una

pressa e l'altra, purtroppo sono accessori personalizzati, quindi ciò comporta ad un'ingente costo in tempo stimato in 6 ore.

La premessa fatta sopra serve a capire se con il tipo di vincolo del 1,5 giorni a settimana riusciamo comunque a produrre il numero di pezzi richiesto annualmente e con quale tipo di efficienza temporale riusciamo a farlo.

Questo breve estratto di programmazione della produzione è funzionale a verificare la capacità produttiva della IMC rispetto alla commessa: qui di seguito verrà allegata una tabella che mostrerà il numero di ore totali necessarie alla produzione di questi particolari, in fase di produzione di serie e spiegherò i criteri di calcolo:

Tabella 6 Calcolo del tempo di produzione

 VOLVO Project P2952 FH Umea outsource												
N.	Part. N°.	Description	Vol. Anno	Die	Press Name	Tempo Setup Linea [h]	Tempo Ciclo [pz./h]	Tempo a disposizione [h]	N° di Pezzi stampati a sett. [pz] sett.	Numero Cambio Stampi	Tempo occupazione linea [h]	Efficienza di Produzione [%]
1	84558397	Inner Plate LH FML2	15423	Cx2	1600ton+ 3x500 - 4 op. Press Line: 4x1000ton	6	300	24	5400	3	70,00	73%
	84558470	Inner Plate RH FML2										
2	84558442	Inner Plate LH FML1E	15423	Cx2	Press Line: 4x1000ton	6	300	24	5400	3	70,00	73%
	84558480	Inner Plate RH FML1E										
3	84406944	Reinf. Engine Casing	30846	Cx1	Press Line: 4x1000ton	6	300	24	5400	6	139	74%
4	84406983	Reinf. Bow Engine Casing	30846	Cx1	Press Line: 4x1000ton	6	300	24	5400	6	139	74%
5	84414208	Reinf. Bow Engine Casing	30846	Cx1	Press Line: 4x1000ton	6	300	24	5400	6	139	74%
6	84422948	Reinforcement LHS	30846	Cx2	Press Line: 4x1000ton	6	300	24	5400	6	139	74%
	84425183	Reinforcement RHS										
7	84244979	CAB Bracket front LH FM	15423	Cx2	Press Line: 1600ton+4x 500ton	6	300	24	5400	3	69	74%
	84245283	CAB Bracket front RH FM										
8	84235905	Vertical Member	30846	Cx1	Press Line: 4x1000ton	6	300	24	5400	6	139	74%
											903,51	

Come si nota nella seconda colonna c'è il "codice" del particolare, possiamo definirlo il "nome" del particolare, nella terza colonna è messo in evidenza la sua descrizione.

Nella quarta colonna è stato inserito il numero di pezzi richiesti annualmente, nella quarta colonna "Die" identifica la tipologia di stampo: Cx1 vuol dire che da ogni colpo pressa viene fuori un solo particolare, mentre Cx2 vuol dire che da ogni colpo pressa vengono prodotti 2 particolari diversi tra loro, se avessimo trovato la sigla Qx2, avrebbe indicato che da ogni colpo pressa sarebbero stati prodotti 2 pezzi uguali.

La quinta colonna "Press name" identifica la linea produttiva selezionata, in via del tutto preliminare. La colonna "Tempo di Setup" mostra il tempo espresso in ore necessario a montare/smontare gli stampi dalla linea e montare/smontare l'attrezzatura per la sua movimentazione tra la precedente e la successiva pressa. La colonna "Tempo Ciclo" non è nient'altro che il numero stimato di pezzi che si possono produrre in un'ora:

$$N^{\circ} \text{ pezzi orari} = N^{\circ} \text{ pezzi minuto} \times 60 = 5 \times 60 = 300 \frac{\text{pz}}{\text{h}}.$$

Nella successiva "Tempo a disposizione" è espresso il numero di ore disponibili settimanalmente per la produzione di questi particolari, come già detto si hanno a disposizione 1,5 giorni per settimana che corrispondono appunto a 24 ore, ricordiamoci che si lavora su due turni giornalieri (16 ore). La decima colonna identifica il potenziale numero di pezzi che si riescono a produrre in una settimana:

$$N^{\circ} \text{ pezzi sett.} = N^{\circ} \text{ pezzi ora} \times (\text{ore sett.} - \text{tempo Setup}) = 300 \times (24 - 6) = 5400 \text{ pz/sett}$$

Per il “Numero Cambio” viene espresso il seguente concetto: “Se noi facessimo 5400 pezzi a settimana quanti cambi stampo dovremmo fare durante l’anno per evadere completamente la richiesta annuale?” Quindi si è arrotondato per eccesso il rapporto tra numero di pezzi richiesti anno e il numero di pezzi prodotti settimanalmente e per ogni codice si è potuto individuare un numero di cambio stampi.

In “Tempo occupazione linea” è stato calcolato il tempo, espresso in ore, e per ogni particolare, necessario alla produzione dell’intero lotto annuale, considerando sia il numero di pezzi annuali richiesti dividendoli per il numero di pezzi ora e sommando a questo anche il numero di cambi stampo per la sua durata.

La somma di questi tempi di ogni particolare ci identifica il numero di ore annuo necessario per completare l’intera commessa ovvero circa 900 ore totali. Quindi tornando indietro avendo stimato un numero di ore “libero” di 1080 possiamo dire che la commessa per quanto riguarda l’analisi tecnica è **fattibile**.

2.3 Analisi economica

Come detto nell’introduzione del capitolo, nello studio di fattibilità, l’analisi economica è un’operazione assai complessa e molto rilevante per l’accettazione del progetto. Nel progetto in questione ci saranno due tipologie di analisi economiche, per essere precisi ce ne sarebbero tre.

La prima parte di analisi economica sarebbe un’analisi di opportunità, ovvero se converrebbe o meno prendersi in carico questo progetto/commessa, in questo specifico caso non è stata necessaria in quanto le linee di produzione che sono state esaminate per l’analisi tecnica, non erano sature, ciò vale a dire che questo tipo di lavoro andrebbe a riempire i “vuoti” di produzione, quindi siccome

l'obiettivo è quello di saturare, certamente con lavori redditizi, tutte le macchine a disposizione, senza compromettere il normale svolgimento dell'azienda e questa commessa ricade appunto in questo ambito.

La seconda parte di questa analisi viene svolta in fase di presentazione dell'offerta, cioè si valuta il prezzo di vendita del prodotto, purtroppo per questa analisi il formato che viene usato normalmente, non è disponibile per politiche aziendali, per rendere l'idea di cosa contiene questo documento si può pensare come un'analisi sui costi di produzione e poi si aggiunge il "valore aggiunto" aziendale, troveremo per esempio il costo della materia prima, il costo della MOD, il costo dei macchinari come costi diretti, poi vengono stipulate delle percentuali con il cliente sui costi indiretti, per esempio ci sarebbero da considerare i costi della logistica e i costi riguardanti il reparto di qualità che verranno allocati sul costo unitario tramite come in esempio ad una percentuale.

A questo punto viene fissato un prezzo di vendita del singolo particolare, in questo caso i particolari sono 12, quindi 12 prezzi di vendita unitari e si aspetta la risposta del cliente. Di seguito inseriremo una tabella Excel, è un fax-simile del documento utilizzato in IMC, per cercare di rendere quanto più chiaro possibile il tipo di analisi effettuata.

Tabella 7 Valutazione costo di produzione

				MOTIVO APERTURA ANALISI		
Cliente		data:		<input type="checkbox"/> Prodotto di produzione saltuaria		
Disegno :		q.tà mese :		<input type="checkbox"/> Prodotto modificato		
Descrizione:		q.tà anno :		<input type="checkbox"/> Prodotto nuovo		
Esp. mod.				<input type="checkbox"/> Prototipo		
Data mod.		Fabbisogno	Quantità	Costo	prezzo €	prezzo al
Disegno		Kg	pezzi	unitario €/kg	cad. / pezzo	cliente
FABBISOGNO E COSTO MATERIALI					€ 0,000	-
					€ 0,000	-
					€ 0,000	-
					€ 0,000	-
					€ 0,000	-
					€ 0,000	-
					€ 0,000	-
					€ 0,000	-
					€ 0,000	-
					€ 0,000	-
					€ 0,000	-
					€ 0,000	-
					€ 0,000	-
					€ 0,000	-
					€ 0,000	-
					€ 0,000	-
					€ 0,000	-
					€ 0,000	-
					€ 0,000	-
					€ 0,000	-
					€ 0,000	-
					€ 0,000	-
				tot.	€ 0,000	-
				gest. Log.	0,0%	€ 0,000
				gest. Qual.	0,0%	€ 0,000
				tot. materiale	€ 0,000	-

Operazione	LAVORAZIONE	tempi centesimi	Quantità pezzi ora	costo per pezzo	note	prezzo al cliente
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-
			tot. 01	€ 0,000		-
			margin	€ 0,000		-
			tot. lavoraz.	€ 0,000		-

RIEPILOGO OFFERTA			Costo	Note
	materiale		€ 0,000	
	lavorazione		€ 0,000	
	trasporto			
	tot.		€ 0,000	
	margin trattativa		€ 0,000	
	tot. prezzo offerta		€ 0,000	

DETTAGLIO ATTREZZATURA				Quantità	Costo fornitura	Prezzo al Cliente	Note
				tot. attr.	€ 0	€ 0	

Poi la terza analisi economica è incentrata sui i costi di sviluppo e industrializzazione, ovvero quei costi che vengono sostenuti dalla IMC per tutta la durata del progetto, per questo tipo di analisi è stato creato una tabella Excel, mostrata qui di seguito, dove vengono stimati tutti i costi di progettazione.

Tabella 8 Stima dei costi dell'Home Line Buy-Off

INFORMAZIONI SUI PARTICOLARI						COSTI						COSTO TOT.
PICTURE	PROJECT	DESCRIPTION	Stato HLBO	Esito	Loop HLBO	Ore Linea [h]	Ore Manodopera Produzione [h]	Ore Manodopera Meccanica [h]	Attrezzatura Meccanica	Ore Manodopera Collaudo [h]	Ore Macchina Misura [h]	[€]
						Costo Linea [€/h]	Costo Orario MOD [€/h]	Costo Orario MOD [€/h]	€	Costo Orario MOD [€/h]	Costo Macc. Misura [€/h]	
	84558397	INNER PLATE, LH/RH FML2	Effettuato	Verde								
	84558470	INNER PLATE, LH/RH FML1E	Effettuato	Verde								
	84558442	INNER PLATE, LH/RH FML1E	Effettuato	Verde								
	84558480	REINFORCEMENT ENGINE CASING	Effettuato	Verde								
	84406944	REINFORCEMENT BOW ENGINE CASING	Effettuato	Verde								
	84406983	REINFORCEMENT BOW ENGINE CASING	Effettuato	Verde								
	84414208	REINFORCEMENT BOW ENGINE CASING	Effettuato	Verde								
	84422948	REIN ENGINE CASING UPPER LH/RH	Effettuato	Verde								
	84425183	REIN ENGINE CASING UPPER LH/RH	Effettuato	Verde								
	8424979	CAB BRACKET FRONT LH/RH - FM										
	84245283	CAB BRACKET FRONT LH/RH - FM										
	84235905	VERTICAL MEMBER FRONT	Effettuato	Giallo								

Le prime cinque colonne della tabella mostrano delle informazioni sui particolari, una colonna in particolare “Esito” può assumere tre colori differenti, verde se l’esito è stato positivo, giallo se l’esito non è stato del tutto positivo ma ci sono soluzioni per poter ottenere il risultato sperato, rosso quando invece quando non sono ancora state trovate delle soluzioni. La colonna “Loop HLBO” identifica il numero di loop stimati per le prove, e poi troviamo tutta la parte inerente ai costi, comprendendo tutte le risorse impiegate durante l’esecuzione delle prove.

Questo documento viene redatto in un primo momento durante l’analisi di fattibilità, e viene man mano aggiornato sui fatti reali, non più stimati, per fare un confronto sui costi preventivati e i costi effettivamente sostenuti.

Il project manager deve cercare quanto più possibile di rispettare questa stima, e mantenersi al di sotto del budget, qualora si dovesse sfiorare si dovrà redigere un ulteriore documento e spiegare il/i motivo/i ed eventualmente chiedere un conguaglio al cliente per le spese “extra”.

3 Pianificazione temporale del progetto

La pianificazione temporale: è un insieme di tecniche per sviluppare il cronoprogramma che mostrerà quando effettuare le azioni necessarie.

La scelta degli strumenti e delle tecniche per il cronoprogramma dipendono dal livello di dettagli disponibili relativi al lavoro da svolgere. La pianificazione temporale del progetto: è correlato a tutti gli step del ciclo di vita del project management.

La pianificazione temporale è una raccolta di tecniche utilizzate per sviluppare e presentare programmi che mostrano quando il lavoro verrà eseguito. La scelta degli strumenti e delle tecniche utilizzate per sviluppare un programma temporale dipende dal livello di dettaglio disponibile sul lavoro che deve essere fatto.

Pianificazione temporale del progetto é:

- È parte della pianificazione del progetto,
- Uno strumento che comunica quando le attività pianificate devono essere svolte pianificazione temporale del progetto è correlata con gli step del ciclo di vita del project management.

La pianificazione temporale del progetto è una delle fasi più delicate della realizzazione dello stesso, in quanto è fondamentale riuscire a raccordare le esigenze aziendali con le esigenze temporali di progetto.

Per un'azienda che lavora principalmente su commessa sia di progetti che di produzione vuol dire essere in grado di trovare le finestre adeguate per la realizzazione del progetto senza impedire il normale funzionamento aziendale. In quanto i macchinari e le risorse da utilizzare per il progetto sono normalmente

utilizzate per la produzione di serie aziendale. Nella IMC le risorse (macchinari e MOD) non sono dedicate unicamente per lo sviluppo di progetto.

Si è pertanto partito da definire alcune “milestone” del progetto ovvero dei vincoli fissi sulla quale costruire il progetto intorno. Mi piace pensarlo come se fossero delle stelle su cui tutto deve gravitare attorno. Queste pietre miliari vengono fornite da parte del committente in questo caso Volvo Trucks, l’altro fornitore ovvero Matrici che sono coloro che costruiscono gli stampi e il fornitore di materia prima.

Pianificare la gestione della pianificazione:

- Pianificazione degli orari;
- Definisci attività;
- Attività di sequenza;
- Stimare le risorse di attività;
- Stimare la durata delle attività;
- Sviluppare un programma;
- Programma di controllo;

Diamo un'occhiata più approfondita a ciascuno di questi.

Definisci attività e attività in sequenza

Questo processo identifica e documenta ciò che è necessario fare per produrre i risultati del progetto. In altre parole, identifica i compiti del progetto. Utilizzerai la dichiarazione dell'ambito che hai messo insieme durante le attività di gestione dell'ambito per aiutarti a suddividere il lavoro in singole attività. L'output principale di questo lavoro è che ti ritroverai con un elenco definito di attività di progetto. Questo è utile in quanto è l'input principale del processo successivo.

Attività di sequenza

Usando la lista di compiti, verranno messi nell'ordine giusto. Alla fine di questo processo, si avrà una visione delle relazioni tra le attività del progetto. Questo processo ti aiuta a far funzionare il progetto nell'ordine giusto in modo da poter utilizzare in modo efficiente le risorse del progetto e consegnarlo il più rapidamente possibile.

Le attività da svolgere per tutta la durata del progetto, la parte attinente dello studio, sono sostanzialmente attività operative. Ricordiamo che il progetto nasce da una commessa da parte del cliente Volvo Trucks, nella produzione di alcuni componenti strutturali della cabina di un camion il cui lancio è stato fissato per l'inizio del 2020, la fase di progettazione dei particolari è stata effettuata dal Team Volvo, mentre la costruzione degli stampi è stata affidata ad un'azienda spagnola "Matrici", e la prototipazione e produzione è stata affidata alla IMC.

Quindi le attività da svolgere risultano essere:

- Raccogliere tutto il materiale informativo necessario e archivarlo come possono essere i CAD dei componenti e degli stampi, i programmi di controllo dei componenti, la tipologia di materia prima da utilizzare (BDA).
- Organizzare la ricezione dei "tool-set" necessari per la realizzazione del progetto e catalogarli, per tool-set si intendono il gruppo di stampi per ogni componente e le attrezzature di controllo, comunemente chiamati "calibri". Fondamentale in questa fase è proprio la gestione logistica degli spazi da dedicare a tali attrezzatura, ricordiamo che stiamo parlando di 33 stampi con una superficie di 6 m² con impilabilità massima di 2, ciò vuol dire mettere a disposizione circa 96 m² per il solo stoccaggio.

- L'approvvigionamento della materia prima cioè far in modo che l'ufficio acquisti riesca ad analizzare le offerte e emettere l'ordine d'acquisto in tempi consoni per la realizzazione del progetto, o in alternativa far ruotare il progetto attorno a queste tempistiche.
- Un'altra attività importantissima è quella della personalizzazione delle attrezzature, siccome le attrezzature, gli stampi nel caso specifico, sono state realizzate da un'altra azienda che non conosce il tipo di macchinari che noi abbiamo a disposizione e quindi le nostre esigenze, è fondamentale adattare e personalizzate queste attrezzature alle presse presenti in IMC, e contemporaneamente acquistare ulteriori attrezzature necessarie all'esecuzione del progetto.
- Pianificare l'esecuzione del progetto, e lo svolgimento della prova basandosi sulle "milestone" disponibili.
- Organizzare i piani di controllo del progetto.
- Produrre i documenti per il PPAP da consegnare al cliente.
- Organizzare la logistica per il "packaging" dei componenti e la spedizione dei campioni.

Stimare le risorse di attività

Avendo classificato le attività si inizia ad avere una panoramica più ampia del progetto e si può quindi iniziare a fare una stima delle risorse di cui necessitano tutte le attività sopra elencate. Ed è proprio questo processo di stima in cui si dovrà capire di quali risorse: umane, attrezzatura e materiali si potrà aver bisogno oltre, ovviamente alla quantità.

Seguendo quindi la classificazione delle attività si iniziano a stimare le risorse: nella raccolta del materiale informativo riguardante i CAD se ne occuperà direttamente il tecnologo che analizzerà i file qualora ci fosse la necessità di altri

documenti o se sorgono altre esigenze. Per quanto riguarda la documentazione del BDA (Blank Dimension Agreement) la revisione di questo documento verrà fatta dall'ufficio commerciale e dall'ufficio acquisti in quanto loro si occuperanno in primis per fare una quotazione sul progetto e successivamente per le quotazioni d'acquisto e i tempi di arrivo.

Per quanto riguarda la gestione della ricezione degli stampi e delle attrezzature di controllo, questa attività impegnerà in prima battuta il responsabile della logistica e il responsabile dell'area della manutenzione stampi che cercheranno una soluzione efficiente per lo stoccaggio degli stampi, in seconda battuta servirà un operatore che si occuperà della movimentazione degli stampi inizialmente per creare un'area adatta allo stoccaggio degli stampi e successivamente a scaricarli materialmente dai camion utilizzati per il trasporto. Fatto ciò lo stesso operatore si occuperà della codifica e della registrazione degli stampi nel sistema informatico aziendale, operazione che servirà per la costruzione successiva dei cicli di lavoro.

Una volta che gli stampi sono stati ricevuti bisogna inizialmente analizzare il loro stato (se ne occuperà lo stesso operatore che li ha scaricati) ovvero che rispecchiano le caratteristiche descritte nei CAD, fatto ciò inizia il processo di personalizzazione degli stampi, in questa ci si occupa, per esempio, di creare delle cave nella struttura dello stampo che serviranno per l'inserimento degli ancoraggi e dei centratori per poterli posizionare e agganciare nella pressa.

Quindi le risorse che saranno necessarie sono: un operatore per la movimentazione degli stampi, la macchina CNC per effettuare tramite fresa le sedi in cui verranno posizionati gli ancoraggi e un operatore per la l'utilizzo del CNC, mentre il responsabile dell'area meccanica si occuperà della preparazione dei sistemi di movimentazione del pezzo tra una pressa e un'altra procedendo

eventualmente anche all'acquisizione dell'attrezzatura necessaria qualora non fosse disponibile nel magazzino interno.

Per la pianificazione delle prove sul campo e il suo svolgimento, per quanto riguarda la pianificazione se ne occuperà il responsabile della produzione ad indicare al project manager le finestre disponibili, poi le altre risorse saranno un operatore per la conduzione delle presse, tre operai che si occuperanno inizialmente a montare gli stampi dentro le presse e l'attrezzatura di movimentazione e conseguentemente per la rimozione di entrambe le cose, e successivamente come supporto per il lavoro manuale che può essere il caricare la materia prima sulla linea e scaricare il prodotto in uscita macchina, anche il conduttore della pressa resterà a disposizione per tutta la durata della prova. Come si può dedurre sarà necessaria durante le prove (Home Line Buy-Off) la disponibilità della linea, in totale 4 presse.

Per controllare step by step i risultati durante i vari Home Line Buy-Off (prove sul campo effettuate all'interno dell'IMC) ovvero capire se i pezzi che vengono man mano prodotti rispetto i requisiti di qualità, necessitiamo della totale disponibilità del "collaudo" dove è posta la macchina di misura che si occuperà dei rilevamenti dimensionali. Questa attività necessita di un metrologo per utilizzare la macchina di misura e la macchina di misura stessa.

Per quanto riguarda la documentazione per il PPAP, la risorsa di cui necessitiamo è senza dubbio il responsabile dell'ufficio qualità. Sarà lui a produrre tutti i documenti utili per redigere il documento e presentarlo dopo una revisione insieme al project manager al responsabile della qualità del cliente.

Per il "packaging" e la spedizione dei campioni ci affideremo al responsabile della logistica, che insieme al "logistic manager" della Volvo Trucks si occuperà

dello studio dell'imballo nel quale saranno adagiati i pezzi prodotti e successivamente verrà concordata una data, o più date, di spedizione.

Stimare le durate delle attività

Questo passaggio è il punto in cui il duro lavoro di calcolo della durata di ciascuna attività avviene. Questo processo è importante poiché si avrà una visione più chiara di quanto tempo ci vorrà per fare ogni attività, usando le risorse che hai identificato. Non bisogna tralasciare la disponibilità delle risorse e le vacanze con le durate delle attività. Solo perché un compito richiede solo 8 ore non significa che sarà finito entro la mattinata.

Iniziamo dal tecnologo, per analizzare e catalogare tutti i file CAD di cui abbiamo bisogno, possiamo stimare la durata del suo lavoro con circa 3 giorni di lavoro.

Per quanto riguarda il responsabile degli acquisti, per analizzare i BDA e formulare le richieste d'acquisto e valutarne i preventivi, si ipotizza un giorno di lavoro.

Per la valutazione degli spazi da utilizzare per lo stoccaggio degli stampi, e l'eventuale spostamento di altri stampi per creare un'area dedicata, possiamo stimare come 8 ore per il responsabile della logistica e 8 ore per l'operatore, carrellista, per creare lo spazio necessario.

Per quanto riguarda invece lo scarico degli stampi, una volta arrivati in IMC, si considera l'operatore impegnato per 8 ore. Gli stampi non arriveranno tutti nello stesso giorno, ma noi condensiamo il tutto nelle 8 ore.

Per la fase di personalizzazione degli stampi, compreso quindi lo studio approfondito dei CAD, progettazione delle attrezzature per la movimentazione dei pezzi, comprare questo tipo di attrezzatura quindi lead time; mettere gli stampi sotto la fresa CNC, il tutto viene stimato in 200 ore di lavoro di MOD per

ogni set di stampi, quindi per un totale di 1600 ore, alla quale si aggiungono anche 60 ore di uso del CNC.

A questo punto c'è da stimare la durata delle prove sul campo, sono stati richiesti da parte del committente, per ogni particolare almeno due prove di stampaggio. La durata stimata di ogni prova è di circa 4 turni lavorativi, che corrispondono a 2 giorni. Quindi siccome i try-out da fare sono 8, il totale corrisponde a 32 turni da 8 ore ciascuno, arrivando ad un totale di 256 ore. Quindi queste 256 ore corrispondono sia alle ore in cui la linea di presse è occupata per gli HLBO che alle ore di cui necessitiamo di un operario, ricordiamoci che per questo tipo di lavoro abbiamo avuto bisogno di 2 operai.

Come abbiamo già detto, durante gli HLBO, si aveva bisogno della completa disposizione della macchina di misura, per controllare in modo interattivo i risultati dello stampaggio dei particolari, la durata di questa attività è di circa 2 turni per ogni prova, quindi stimata in 16 turni, per un totale di 128 ore. Che come abbiamo già detto impegna sia l'operatore che la macchina di prova.

Per la preparazione dei documenti per il PPAP, necessitiamo intanto del responsabile del controllo qualità, che produce i documenti quali, il flow-chart, il piano di controllo ed elabora anche i valori del Cp, Cpk. Quindi possiamo stimare la durata in 1 turno per ogni particolare per un totale di 8 turni ovvero 64 ore.

In più per l'analisi della "capability" per ogni particolare bisogna effettuare 30 misurazioni, di cui 5 misurazioni complete e 25 parziali, quindi questo lavoro viene stimato sui 4 turni per ogni particolare, per un totale di 32 turni per tutti i particolari, e 256 ore che come risorsa impiegheremo, come già detto, di un metrologo e della macchina di misura.

Per concludere ci sarà la stima delle ore del responsabile della logistica per lo studio del "packaging" che si può stimare in 16 ore totali, e aggiungere a queste

le ore necessarie per la spedizione e l'imbballaggio fatta dagli operai di altre 32 ore sul totale dei particolari.

3.1 Sviluppo della pianificazione temporale del progetto

Per sviluppare la pianificazione di progetto, è necessario completare quanto segue:

- Ambito del progetto;
- Sequenza di attività;
- Compiti raggruppati in 5 fasi del progetto (ideazione, definizione e pianificazione, lancio, performance, chiusura);
- Mappa delle interdipendenze delle attività;
- Analisi del percorso critico;
- Pietre miliari del progetto

Una volta chiari tutti gli elementi che fanno parte del programma del progetto, si può iniziare l'analisi delle varie tecniche di gestione progettuale.

Ci sono diversi modi di approcciarsi alla pianificazione del progetto basandoti sulla tua esperienza e sulla complessità del tuo progetto.

La pianificazione del progetto è parte del project management, relativo all'uso di schemi come Gantt charts che sono usati per pianificare e riportare i progressi passo dopo passo.

Un diagramma di Gantt è un piano di progetto dettagliato. Il programma di pianificazione del diagramma di Gantt è un'utile tecnica visiva per il monitoraggio del progresso e la creazione di report.

Frequentemente utilizzato nella gestione dei progetti, un diagramma di Gantt fornisce un'illustrazione grafica di un programma che aiuta a pianificare, coordinare e tenere traccia delle attività specifiche in un progetto.

Ogni attività è rappresentata da una barra che riflette l'inizio e la data dell'attività, e quindi la sua durata.

Il grafico mostra tutte le attività, quando sono state impostate per iniziare e terminare, per quanto tempo durerà ogni attività, dove ci sono sovrapposizioni di attività, dipendenze tra le attività (indicate con frecce) e la data di inizio / fine dell'intero progetto.

Dopo aver raccolto tutte queste informazioni e fatte le dovute stime, si iniziano a raggruppare tutte le informazioni temporali che diventeranno le “pietre miliari” del progetto, ovvero date specifiche inderogabili, a meno di comunicazioni formali del cliente, da rispettare!

La base di partenza sono le date comunicate dal cliente: la più importante, senza dubbio è la data di presentazione della documentazione PPAP, ciò comporta che tutte le prove siano state fatte e aver avuto buon esito, la settimana è la CW13 del 2019; un'altra data rappresentativa è la CW15 del 2019 che identifica il periodo in cui dovranno essere fatte le spedizioni. Altre due informazioni temporali importanti sono la settimana degli arrivi degli stampi, e le settimane dell'arrivo della materia prima, la prima data ci viene fornita dall'altro fornitore, con il quale si è lavorato in tandem, la seconda data invece ci viene fornita dall'acciaieria.

Con tutte queste informazioni temporali, aggiunte alle esigenze aziendali è stato possibile redigere un “TimePlan” ovvero una pianificazione temporale di quando avvenivano le prove. Queste prove vengono effettuate all'interno della IMC in presenza dei Project Manager della Volvo Trucks, del Project Manager di

Matrici e i tecnici che avevano effettivamente costruiti gli stampi. Il tutto è stato coordinato dal Project Manager della IMC.

Di seguito verranno inserite dei grafici gantt della programmazione temporale del progetto. Questo documento non viene fatto una tantum, ma è un documento che durante tutto il periodo di sviluppo del progetto viene aggiornato in base ai risultati o alle esigenze del cliente.

Qui di seguito verrà mostrata la prima stesura chiamata "TimePlan v1.00".

ITEM	PICTURE	PROJECT	DESCRIPTION	PRESS	RAW MATERIAL WEEK ARRIVAL	DIES WEEK ARRIVAL	CW38					CW39				CW40				CW41				CW42			
							17	18	19	20	21	24	25	26	27	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
							Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Mon	Tue	Wed	Thu												
1		84558397 84558470	INNER PLATE LHRH FML2	AIDA LINE 4x1000 T	38	39																					
2		84558442 84558480	INNER PLATE LHRH FML1E	AIDA LINE 4x1000 T	38	39																					
3		84406944	REINFORCEMENT ENGINE CASING	AIDA LINE 4x1000 T	40	39																					
4		84406983	REINFORCEMENT BOW ENGINE CASING	AIDA LINE 4x1000 T	40	41																					
5		84414208	REINFORCEMENT BOW ENGINE CASING	AIDA LINE 4x1000 T	40	39																					
6		84422948 84425183	REINFORCEMENT ENGINE CASING UPPER LHRH	IMV 1500 T + LINEA SCHULER 4x500 T	40	39																					
7		84244979 84245283	CAB BRACKET FRONT LHRH-FM	AIDA LINE 4x1000 T	38	44																					
8		84235905	VERTICAL MEMBER FRONT	AIDA LINE 4x1000 T	38	41																					

Figura 16 TimePlan v1.00 1/3

A causa dell'elevata estensione orizzontale del documento, abbraccia un lasso di tempo di circa sette mesi, la pianificazione temporale sarà suddivisa in 3 parti. Si può osservare troviamo una colonna in cui sono state inserite le immagini dei particolari, nella colonna successiva il codice di progetto, in quella dopo la descrizione del tipo di particolare, la linea di presse selezionate, la settimana stimata di arrivo della materia prima, e la settimana stimata dell'arrivo degli stampi "dies", nelle altre colonne è stato costruito un calendario con il numero delle settimane, e i giorni, utili per identificare la durata temporale delle prove. Nel grafico sono anche presenti due tipologie di gantt: azzurri e rossi, i primi rappresentano i tempi per adattare gli stampi alle presse della IMC e in rosso le prove sotto pressa.

Per ogni set di stampi è stata stimata una durata di 8 giorni, per poter effettuare tutte le modifiche necessarie, acquistare il materiale da utilizzare per le “navette”, atte al trasferimento del pezzo da una stazione di stampaggio e l’altra della linea. Questi 8 giorni non verranno spesi solamente effettuando lavori sugli stampi utilizzati per il progetto, ma essendo che l’azienda ha comunque bisogno del personale del reparto di manutenzione per il suo normale svolgimento, questo lasso di tempo garantisce il completamento dei lavori, anche se ci fossero degli imprevisti. La parte di Gantt in rosso invece identifica i giorni utilizzati per l’Home Line Buy-Off, come si nota sono stati dedicati 2 giorni ogni 2 settimane per le prove, giovedì e venerdì, si sono scelti gli ultimi due giorni della settimana, perché qualora dovessero sorgere degli imprevisti, in casi eccezionali, si sarebbe potuto ricorrere al sabato per portare al termine la prova. Questo tipo di pianificazione è stata fatta per tutti i particolari, 8 items, sorvoliamo il loro inserimento, e riportiamo la parte finale in cui finiscono tutte le prove:

ITEM	PICTURE	PROJECT	DESCRIPTION	PRESS	RAW MATERIAL WEEK ARRIVAL	DIES WEEK ARRIVAL	CW5							CW52							CW1							CW2							CW3							CW4							CW5																											
							MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN														
1		84558397 84558470	INNER PLATE, LH/RH FMI2	AIDA LINE 4x1000 T	38	39																																																																						
2		84558442 84558480	INNER PLATE, LH/RH FMI3E	AIDA LINE 4x1000 T	38	39																																																																						
3		84406944	REINFORCEMENT ENGINE CASING	AIDA LINE 4x1000 T	40	39																						1																																																
4		84406983	REINFORCEMENT ROW ENGINE CASING	AIDA LINE 4x1000 T	40	41																																																																						
5		84414208	REINFORCEMENT ROW ENGINE CASING	AIDA LINE 4x1000 T	40	39																																																																						
6		84422948 84425183	REINF ENGINE CASING UPPER LH/RH	IMV 1600 T + LINEA SCHULER 4x500 T	40	39																																																																						
7		84244979 84245283	CAB BRACKET FRONT LH/RH - FM	AIDA LINE 4x1000 T	38	44																																											1																											
8		84235905	VERTICAL MEMBER FRONT	AIDA LINE 4x1000 T	38	41																																																																						

Figura 17 TimePlan v1.00 2/3

In questa porzione di grafico si vede uno spazio totalmente annerito, che evidenzia i giorni di vacanza a cavallo del Natale, nonostante l’azienda non abbia giorni di chiusura, ci sarà un’ovvia riduzione di personale, si è per questo motivo evitato di renderli disponibili per le prove. Inizialmente si era stimata la fine del primo “loop” delle prove per la CW5, anche se il PPAP doveva essere presentato entro la CW13. Questo margine di tempo di otto settimane, si è tenuto poiché non

si era sicuri che con un solo loop, per ogni particolare, si riuscisse a raggiungere gli obiettivi prefissati. Mostriamo la parte finale del TimePlan:

PLANNING FIRST HLBO			MARCH 2019												APRIL 2019																			
ITEM	PICTURE	PROJECT	CW11				CW12				CW13				CW14				CW15				CW16											
			11	12	13	14	15	18	19	20	21	22	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	20	21
			Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
1		84558397 84558470																																
2		84558442 84558480																																
3		84406944																																
4		84406983																																
5		84414208																																
6		84422948 84425183																																
7		84244979 84245283																																
8		84235905																																

Figura 18 TimePlan v1.00 3/3

Qui in questa ultima parte della tabella, possiamo notare l’inserimento delle “milestone” inerenti il PPAP (CW13 2019) e Giorni di spedizione (CW15).

Essendo la prima stesura del TimePlan, deve essere considerata come una stima fatta solo teoricamente con le informazioni che si avevano in quel preciso momento, questo documento man mano che le prove sono state effettuate è stato aggiornato con le effettive tempistiche e date.

L’evoluzione del TimePlan si è conclusa con il TimePlan 1.22, quindi sono state effettuate 22 modifiche dall’originario, il perché di queste modifiche verrà spiegato nel capitolo inerente all’esecuzione delle prove.

4 Cenni di Advanced Product Quality Planning

L'APQP - Advanced Product Quality Planning - è un metodo strutturato di gestione del processo di sviluppo di un prodotto, introdotto ed applicato, inizialmente da Ford, ed ufficializzato nel manuale APQP del AIAG (Automotive Industry Action Group). Oggigiorno è richiesto da molti altri OEM, anche al di fuori del settore automotive.

Le fasi principali dell'APQP sono:

- assegnazione delle responsabilità ad un team inter funzionale;
- pianificazione di prodotto;
- progettazione e sviluppo di prodotto;
- progettazione e sviluppo di processo;
- validazione del prodotto e del processo;
- feedback, valutazione ed eventuali azioni correttive;
- ingegnerizzazione di prodotto.

L'APQP sostanzialmente è un documento che “nasce” indicando agli utenti coinvolti (Team) la necessità di produrre un set predefinito di attività e documenti correlati, gli elements Gestione delle attività, check list, milestones, deliverables;

- Definizione dei ruoli e delle competenze;
- Distribuzione automatica delle attività agli utenti coinvolti;
- Scadenziario dei tempi di risposta e segnalazione dei ritardi
- Nessuna ridondanza di informazioni;
- Gestione della documentazione a supporto, gestione delle versioni e delle revisioni dei documenti;
- Stato di avanzamento real-time e visibilità immediata dei ritardi;

Normalmente in un'azienda più strutturata, prevede una figura che si occupi della sola APQP, in IMC questa figura viene ricoperta dal Project Manager essendo colui il quale segue in prima persona del progetto ha una ampia panoramica del progetto, chiaramente non si occuperà di tutti i punti di cui è formata l'APQP, ma farà sì che le tempistiche siano rispettate e tutti i processi vengano svolti in modo esaustivo.

L'APQP è una check-list sulle tappe da seguire durante il progetto, la sua struttura non è unica, ogni azienda utilizza il formato che rispecchia le esigenze aziendali, quello adoperato in IMC è formato da due sezioni, la prima che è divisa in 5 capitoli, dove sono elencate tutte le attività da svolgere, il tipo di documento richiesto, l'ente responsabile di quella data azione, la percentuale dello stato di avanzamento di ogni singola attività e infine le note e le osservazioni che potrebbero essere degli indirizzi di cartelle per trovare determinati documenti oppure semplici osservazioni mnemoniche. Di seguito verrà mostrata la prima parte:

Tabella 10 Check-list riesame APQP

IMC		Riesame APQP		VOLVO UMEA TRUCK 84406944	
Data riesame : 09/06/2019					
RIF	Attività	Documenti	Resp.	Stato	Note/Osservazioni
1.1 Riesame iniziale				100,0%	
1.1.1	Raccolta documentazione da elaborazione offerta	Fattibilità iniziale e documentazione pertinente	PM	Ok	
1.1.2	Riesame fattibilità: Verifica offerta/ordine	Riesame fattibilità	PM	Ok	Fattibilità Volvo 84406944.doc
1.2 Raccolta documentazione iniziale e pianificazione				100,0%	
1.2.1	Analisi delle esigenze	Ceck-list APQP (Selezione attività applicabili / non-applicabili)	PM	Ok	
1.2.2	Disegni : raccolta, distribuzione	Disegni	FT	Ok	N:\UTENTI\Commerciale e Gestione Progetti\Gestione Progetti\Volvo UMEA Outsourc\Cad Data e Drawings\84406944
1.2.3	Matematiche : raccolta, distribuzione	Matematiche	FT	Ok	N:\UTENTI\Commerciale e Gestione Progetti\Gestione Progetti\Volvo UMEA Outsourc\Cad Data e Drawings\84406944
1.2.4	Norme applicabili : individuazione, archiviazione	File albero delle norme e/o Raccolta cartella rete	FT	Ok	Cartella Norme - STD
1.2.5	Storia del prodotto : emissione/aggiornamento scheda di registrazione	Storia del particolare	PM	Ok	Cartella APQP
2.1 Elaborazione dati di base del processo				100,0%	
2.1.1	Elaborazione Distinta Base	SW Gestionale	PM	Ok	AMIX
2.1.2	Elaborazione Cicli di lavoro	SW Gestionale	PM	Ok	AMIX
2.1.3	Diagramma flusso del processo	Flow-chart	PM	Ok	
2.2 Analisi FMEA				100,0%	
2.2.1	Definizione delle criticità (QH, TLD, R/S, ecc.)	Registrazione su bozza FMEA	PM/AQ	Ok	
2.2.2	FMEA processo: elaborazione iniziale	FMEA	AQ/CQ	Ok	
2.2.3	FMEA processo: Approvazione	FMEA	AQ	Ok	
2.3 Elaborazione Piano di Controllo				100,0%	
2.3.1	Piani di Controllo: elaborazione iniziale	Piano Controllo (prototipi, pre-serie, serie)	CQ	Ok	
2.3.2	Piani di Controllo: Approvazione	Piano Controllo (prototipi, pre-serie, serie)	AQ	Ok	
2.4 Esigenze ambientali				100,0%	
2.4.1	Verifica su portale MDS esistenza dati dei componenti	IMDS Fornitore	PM	Ok	
2.4.2	Dichiarazione delle sostanze: caricamento su portale MDS	IMDS	PM	Ok	
2.4.3	Dichiarazione delle sostanze MDS: Approvazione cliente	IMDS	PM	Ok	IMDS accettato, report nella cartella di destinazione
2.5 Gestione forniture materiali / componenti				100,0%	
2.5.1	Gestione forniture materiali / componenti e definizione interfacce	Definizione fornitori	ACQ	Ok	Avvio Thyssen poi possibile Arcelor
2.5.2	Definizione Materia Prima : Tipo, Dimensioni, Fabbisogno	Scheda Materiale (del cliente se disponibile)	FT	Ok	File Volvo Matrici Blank Dimension
2.5.3	Trasmissione documentazione a fornitori materiali / componenti	Modulo trasmissione documenti (ordine, e-mail, fax)	PM	Ok	Tramite email
3.1 Attrezzatura fabbricazione serie : Costruzione / Modifica / Adattamento				100,0%	
3.1.4	Ingresso e registrazione stampi / attrezzature di produzione del cliente	DDT e registrazione SW Gestionale	MAN	Ok	15/10/2018
3.2 Attrezzatura di controllo / prova : Costruzione / Modifica / Ricezione				100,0%	
3.2.4	Ingresso e registrazione attrezzature di controllo fornite da cliente	DDT e registrazione SW Gestionale	MAN/MET	Ok	15/10/2018
3.3 Delibera attrezzature di fabbricazione e/o controllo				100,0%	
3.3.1	Stampi / attrezzature : verifica funzionale	Planning	CS	Ok	Da W38-18 in continuo aggiornamento
3.4 Fornitura materie prime / componenti				100,0%	
3.4.1	Verifica in entrata e delibera iniziale	Ciclo AA (da piano controllo)	CQ	Ok	
3.4.2	Verifiche documentazione di accompagnamento	Certificati / Rapporti e prove / controllo eseguiti da fornitore	LAB/CQ	Ok	
4.1 Documentazione al posto di lavoro				100,0%	
4.1.1	Specifiche di settaggio impianti / attrezzature / macchine	Schede conduzione impianti / attrezzature	FAB/CQ	Ok	
4.1.2	Istruzioni di lavoro	Schede/le IL specifica	FAB	Ok	
4.1.3	Istruzioni di controllo in produzione	Schede/le AC specifica	CQ	Ok	
4.1.4	Istruzioni uso calibri e moduli registrazione	Scheda utilizzo attrezzi di controllo	CQ/MET	Ok	
4.1.5	Statistici	Scheda specifiche SPC	CQ	Ok	
4.2 Confezionamento				100,0%	
4.2.1	Definizione imballi interni e spedizione	Scheda specifiche imballo	LOG	Ok	Schede di Imballo
4.3 Reclutamento e formazione				100,0%	
4.3.1	Definizione / Verifica delle esigenze formative specifiche	Polivalenza	PER	Ok	Standard
4.3.2	Esecuzione e registrazione formazione	Scheda formazione	PER	Ok	Standard
4.4 Approvazione del processo				100,0%	
4.4.1	Verifiche dimensionali	Rapporto di controllo dimensionale	MET	Ok	
4.4.2	Analisi SPC (Pm, Pp, Cm, Cp, ...)	File .xls o specifici cliente	CQ	Ok	
4.4.3	Delibera Proc.Prod.	Qualifica processo	PM	n.a.	
4.4.4	Conferma fabbisogno MP stabilito e peso della parte	Qualifica processo	PM	Ok	
4.5 Presentazione campionatura				100,0%	
4.5.1	Presentazione PPAP	Raccolta documentazione PPAP e trasmissione a cliente	CQ	Ok	
4.5.2	Spedizione campioni	DDT e data	CQ/LOG	Ok	
5.1 Avvio fornitura serie				0,0%	
5.1.1	Prima spedizione di serie	Bolla prima spedizione serie	LOG		Produzione di serie 2020

La seconda parte invece, presenta un diagramma di gantt dove viene mostrato l'avanzamento del progetto, in verde le attività già concluse, in giallo le attività ancora da concludere ma non ancora fuori la data di scadenza e in rosso, qui non presente, verranno identificate le attività non ancora svolte che hanno superato la data di scadenza.

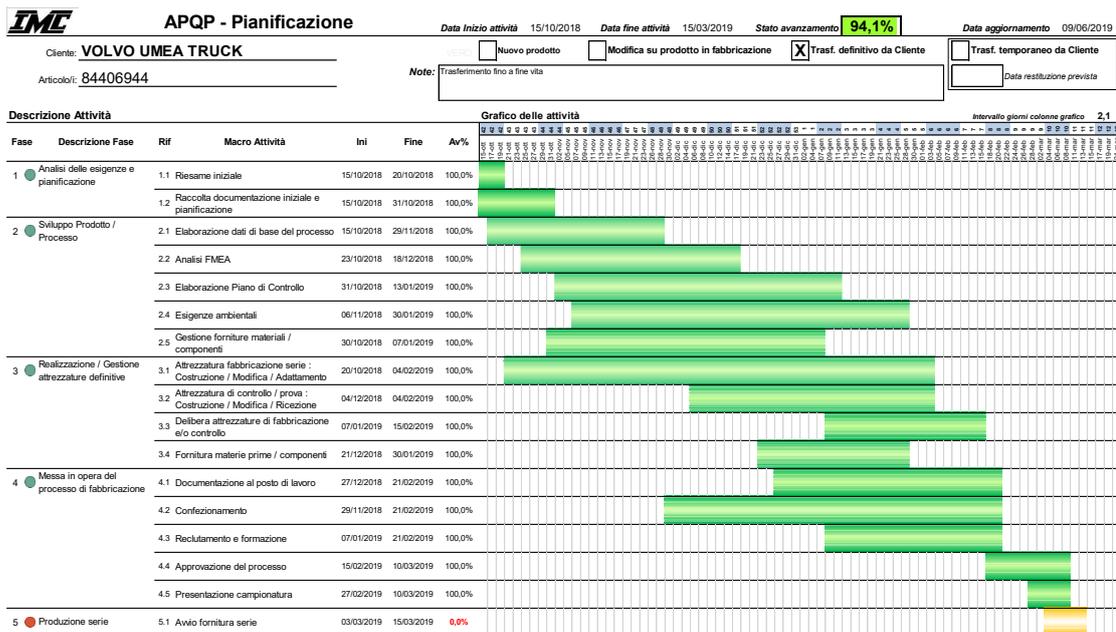


Figura 19 Gantt avanzamento dell'attività APQP

Riferendoci al primo foglio, la check-list, possiamo leggere alcune attività come la 2.1.3 Flow-chart, 2.2 Analisi FMEA, 2.3 Piano di controllo e 3.4 Controllo Materia Prima, che sono parte integrante del PPAP e che affronteremo nel dettaglio nel capitolo 5. Questo perché l'APQP si concatena in maniera viscerale con il PPAP.

In questo capitolo verranno analizzate alcune attività, che vale la pena menzionare.

4.1 Elaborazioni Dati di Processo

Per quanto riguarda questa parte, l'elaborazione dei dati di processo prevede come sotto gruppi: 2.1.1 Elaborazione distinte base, 2.1.2 Elaborazione cicli di lavoro e 2.1.3 Flow Chart.

Una distinta base, acronimo Diba (in inglese Bill of Materials - BOM), è l'elenco di tutti i componenti, sottoassiemi, semilavorati e materie prime necessari per

realizzare un prodotto. E' organizzata gerarchicamente, e si rappresenta come un albero, con la forma simile ad un albero genealogico, con in testa il prodotto finito, ed a scendere nei vari livelli si trovano i sotto-assiemi, i semilavorati e le materie prime.

Per convenzione la cima dell'albero, ovvero il prodotto finito, si trova a livello zero, il prodotto stampato livello uno, la materia prima a livello due e così via. La distinta base quindi può essere messa in relazione, "mappata" sul ciclo di lavoro, per ogni operazione viene indicato in tabella il part number identificativo dei singoli materiali che in tale operazione subiscono una trasformazione.

La distinta base è importante, poiché serve a monitorare e sapere, la quantità e le tempistiche dei sotto-prodotti, per formare il prodotto finale.

Quindi il Project Manager si occuperà di inserire nell'MRP aziendale di tutti i "part number" dei particolari, una volta fatta la distinta base, che in questo caso è fatta su tre livelli: Materia Prima, Prodotto Stampato, Prodotto Finito, si procede alla stesura dei cicli di lavoro ovvero si inseriscono tutte le informazioni tecniche per produrre il particolare.

Partendo per esempio dalla materia prima che avrà un suo codice (Z...), subirà una prima trasformazione nell'OP20, imbutitura, una seconda trasformazione OP30, trancia, una terza OP40 foratura e una quarta che è l'OP50 assestamento, quindi siamo passati dalla materia prima al prodotto stampato, una volta controllato il prodotto stampato, passerà al prodotto finito. Ecco il ciclo di lavoro espone tutte queste fasi, quantificando il tempo di cui necessita ogni stazione, il numero di operai richiesto e tante altre informazioni utili per la contabilità e la programmazione della successiva produzione.

4.2 Esigenze ambientali

Qui facciamo riferimento al portale IMDS (International Material Data System) una banca data online che contiene informazioni sui materiali utilizzati nell'industria automobilistica. Diversi produttori leader di automobili utilizzano l'IMDS per conservare i dati per vari requisiti di reporting.

Nell'IMDS, tutti i materiali presenti nella produzione automobilistica finita vengono raccolti, mantenuti, analizzati e archiviati. L'IMDS facilita il rispetto degli obblighi imposti ai produttori di automobili, e quindi ai loro fornitori, da norme, leggi e regolamenti nazionali e internazionali. Quindi anche in questo il Project Manager dovrà entrare nel portale online dell'IMDS e dichiarare la composizione del materiale utilizzato per la produzione dei particolari, poi queste richieste vengono inviate al committente che a sua volta verificherà i dati e emetterà un report, che può essere d'accettazione oppure di rinvio qualora qualcosa non rispecchi il vero.

4.3 Gestione Forniture Materiali

Questa voce compare nel punto 2.5 della check-list del PPAP e ha come voci a seguire 2.5.1 Gestione forniture materiali, 2.5.2 Definizione materia prima e 2.5.3 Trasmissione documentazioni ai fornitori. Praticamente questa voce riassume tutti gli step da seguire per quanto riguarda la materia prima.

L'ente che si occupa di questa sezione è l'ufficio acquisti con l'ausilio del Project Manager, in prima battuta si raccolgono le informazioni riguardanti la materia prima prevista. Queste informazioni vengono fornite dal cliente, in questo caso Volvo, tramite un documento ufficiale chiamato: BDA –Blank Dimension Agreement- in figura 20 un estratto del documento:

Issuer (dept, name)		Project P2952/82	Date 26-11-2017	Change order CR-
Part No 84 422 948 / 84 425 183		Part name REINF ENGINE CASING FIRE WALL LH-RH		Drawing No - Issue
Project FM CAB		Tool Supplier		
Thickness 2.5 mm	Width (Coil) 520 m/m	Length (Feed) 740 m/m	Reference number, from – to:	
Material quality, Coating / surface class STEEL VSCR180Y-Z100B				
Signature Tool Supplier		Signature Volvo GTO Umeå, representative		
Sketch (mark the rolling direction)				
<p>The drawing shows a trapezoidal metal blank with the following dimensions: top width 740 m/m, bottom width 245 m/m, and height 520 m/m. The left and right slanted sides are labeled 695 m/m and 555 m/m respectively. A 3D perspective view of a coil is shown in the top left corner with labels for 'Length (Feed)' and 'Width (Coil)'. A coordinate system with 'x' and 'xx' axes is also present.</p>				

Figura 20 Blank Dimension Agreement P/N 84422948/-5183

Questa è solamente uno delle diverse tipologie di materiale e forme che abbiamo richiesto per il progetto, brevemente verranno spiegate le diverse diciture del foglio. In questo documento il tipo di materiale è scritto nella casella “Material quality” il codice del materiale non rispetta la codifica UNI-ISO, ma è un codice interno Volvo, che tramite opportune tabelle di “conversione” ci rimandano alla classica dicitura e questo ci permetterà di poterlo ordinare tramite il fornitore.

Poi ci sono le voci “Thickness”, “Width” e “Length” che identificano lo spessore, la larghezza e la lunghezza del foglio di lamiera, in questo particolare caso il foglio è a forma trapezoidale quindi in aggiunta viene fornita un’immagine con ulteriori dimensioni per rendere univoco le dimensioni del foglio.

Una volta ottenute queste informazioni da parte del cliente, si stipula anche un numero di fogli da comperare in prima battuta per effettuare le prove, la quantità stabilita è stata di circa 1000 fogli per ogni particolare. Una volta concordati tutti questi elementi, si procede con la richiesta di offerta da parte dei fornitori, acciaierie, chiedendo a parte il prezzo il “lead time” per ogni componente, questa è un’informazione importantissima in quanto permetterà al Project Manager di aggiungere una milestone durante la fase di pianificazione temporale del progetto.

Grazie a tutti questi dati si è provveduto a costruire una tabella con le esigenze di materia prima per ogni tipo di particolare, per ogni tipologia di “blanks” viene assegnato un codice interno “aziendale” per poter essere individuato nel sistema informatico e quindi monitorare lo stato della materia prima.

Tabella 11 Riassunto della materia prima

VOLVO UMEA OUTSOURCE - MATRICI DIES											
dimensioni blank price agreement											
item	Part Number	Name	Z.....	Tipo materiale	Spes. [mm]	Largh. [mm]	Passo [mm]	Fabbis./kg	Massa del componente [kg]	Massa sfrido [kg]	Percentuale di utilizzo
1	84558397	INNER PLATE, LH FML2	Z1201	DX 54D - Z100B	1,2	585	1850	5,104	2,790	2,314	55%
	84558470	INNER PLATE, RH FML2						5,104	2,790	2,314	55%
2	84558442	INNER PLATE, LH FML1E	Z1202	DX 54D - Z100B	1,2	635	1060	3,174	1,507	1,667	47%
	84558480	INNER PLATE, RH FML1E						3,174	1,507	1,667	47%
3	84406944	REINFORCEMENT, ENGINE CASING	Z1701	HX180YD - Z100B	1,7	410	920	5,040	1,799	3,241	36%
4	84406983	REINFORCEMENT, BOW, ENGINE CASING	Z2501	HX260YD - Z100B	2,5	370	655	4,762	1,398	3,364	29%
5	84414208	REINFORCEMENT, BOW, ENGINE CASING	Z1702	HX260YD - Z100B	1,7	430	1035	5,947	1,732	4,215	29%
6 *	84422948	Rein fEngineCasingUpper LH	Z2502	HX180YD - Z100B	2,5	520	748	2,537	0,511	2,026	20%
	84425183	Rein fEngineCasingUpper RH						2,537	0,582	1,955	23%
7	84244979	Cab Bracket Front LH - FM	Z3003	HX260YD - Z100B	3,0	430	825	4,183	1,594	2,589	38%
	84245283	Cab Bracket front RH - FM						4,183	1,594	2,589	38%
8	84235905	Vertical member front	Z3004	HX260YD - Z100B	3,0	780	250	4,598	2,165	2,433	47%

Nel codice aziendale la Z sta ad indicare che si tratta di materia prima le prime tra cifre stanno ad indicare lo spessore nominale della lamiera mentre l’ultima cifra è un numero progressivo che indica che la stessa lamiera con lo stesso spessore ma con dimensioni diverse.

Se prendiamo ad esempio il P/N 84558397/84558470 e il P/N 84558442/480 possiamo vedere che si tratta dello stesso acciaio DX54D-Z100B stesso spessore

1.2 mm ma con larghezza e passo diversi, infatti in questo caso vengono identificati due codici diversi Z1201 per il primo e Z1202 il secondo, se ci fosse un altro particolare che necessita dello stesso acciaio con lo stesso spessore ma con dimensioni diverse verrà chiamato Z1203 e così via.

4.4 Confezionamento

Per quanto riguarda il confezionamento, parliamo della modalità di imballaggio dei particolari per la loro spedizione. Questo tipo di valutazione è molto importante, in quanto i pezzi spediti devono arrivare a destinazione senza subire alcun tipo di danno durante il trasporto e soprattutto per lunghe tratte, come in questo caso la Svezia, non devo riportare principi di ossidazione, poiché questo comporterebbe a non superare i requisiti qualitativi minimi.

Questo tipo di studio viene effettuato tra i Logistic Manager dei soggetti interessati (Volvo e IMC) e si cerca la miglior soluzione possibile. Una volta trovata, il cliente emetterà un documento ufficiale sul “packaging”.

Il contenitore in cui posizionare i pezzi finiti, può essere fornito sia dal cliente stesso, qualora lui utilizzi un formato standard in azienda, oppure la realizzazione del contenitore può essere commissionato al fornitore. In questo caso la “cassa” in cui verranno adagiati i particolari sarà direttamente fornito dal cliente, mentre è responsabilità del fornitore inserire alcuni componenti all’interno dell’imballo, come può essere un foglio di cartone sul fondo, oppure il sacco VCI una particolare pellicola che protegge i particolari dall’ossidazione. Di seguito mostreremo uno dei documenti sulla tipologia di imballo.

In questo caso parliamo del particolare 84414208, nel documento si vede una sezione dedicata all’“outer packaging” imballo esterno la quantità di questi componenti, e con “unit load” il numero di pezzi che potranno essere inseriti

all'interno del singolo imballaggio, la seconda sezione prevede "inner packing" ovvero ciò che dovrà essere messo all'interno del contenitore, come detto prima andrà messo un distanziatore in legno e il "sacco" VCI, una terza sezione da delle informazioni riguarda il peso della tara e il volume occupato. Ed infine un'immagine sul posizionamento del pezzo all'interno del contenitore. Queste direttive devono essere rispettate scrupolosamente per non incorrere in problemi qualitativi.

Volvo Trucks

PACKAGING INSTRUCTION
84414208-001

Valid from date

2018-11-20

Valid for

1540 Volvo Trucks Umeå, SWEDEN

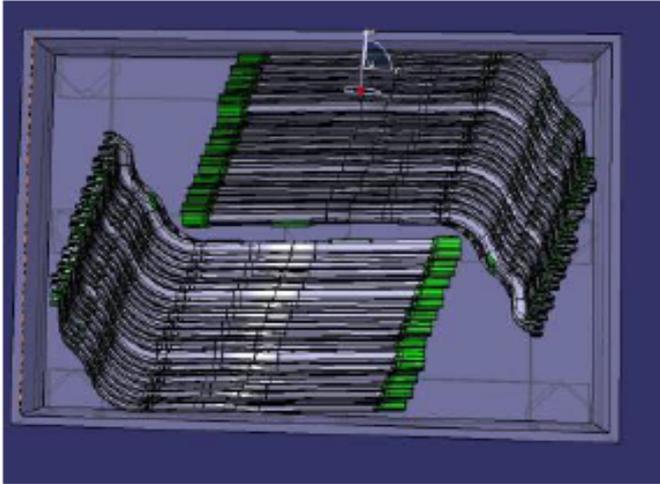
Part no		84414208		
Part name		REINFORCEMENT BOW, ENGINE CASING, RHS		
Supplier no	Supplier name			
39301	IMC			
Outer packaging				
Package type	Unit load	EMB no	EMB name	Quantity
L2	88	1	PALLET OF WOOD, TYPE L	1
		21	FRAME OF WOOD, TYPE L	2
		71	LID OF PLYWOOD, TYPE L	1
Inner packaging				
EMB No	EMB Name	Quantity	Inner pack unit load	
61	SPACER OF WOOD FIBRE, L INNER	1	88	
VCI Bag	VCI plastic bag	1	88	
For more packaging information: https://logistics.volvo.com			Packaging reference no	
Gross weight [kg]		Volume / unit [m ³]	Gross Volume [m ³]	
208.687		0.55		
Notes				
One layer is 2 bundles with 22 pcs acc to picture= 22 pcs				
L2-88= 2 layers with 44 pcs each in a Volvo pallet type L with 2 frames				
Please cover the inside of the pallet with a VCI plastic bag with enough material to close the bag after packing				
Please place a spacer emb 61 on the bottom of the pallet				
Please cover the inside of the pallet with a VCI plastic bag with enough material to close the bag after packing				
Images				
				
Image Notes				

Figura 21 Istruzioni di imballaggio del P/N 84414208

5 Esecuzione delle prove sul campo

In questo capitolo verrà illustrato, step by step, come sono state svolte le prove della durata complessiva di circa 7 mesi. Si avrà come input la pianificazione e seguiremo tutte le fasi dello sviluppo del prodotto soffermandoci maggiormente dove sono stati riscontrati dei problemi.

PACKAGE	ITEM	PICTURE	PROJECT	DESCRIPTION	PRESS	DIES WEEK	ARRIVAL	Time Plan (Days)																																	
								CW41							CW42							CW43							CW44							CW45					
	1		84558397	INNER PLATE, LH/RH FMLZ	AIDA LINE	45	Planned																																		
			84558470	INNER PLATE, LH/RH FML1E	AIDA LINE	44	Planned																																		
	2		84558480	REINFORCEMENT ENGINE	AIDA LINE	42	Actual																																		
	3		84406944	REINFORCEMENT BOW	AIDA LINE	42	Planned																																		
	4		84406983	REINFORCEMENT BOW	AIDA LINE	44	Actual																																		
	5		84414208	REINFORCEMENT BOW	AIDA LINE	42	Planned																																		
	6		84422948	REINFORCEMENT CASING	AIDA LINE	42	Actual																																		
	7		84244979	CAB BRACKET	AIDA LINE	47	Planned																																		
			84245283	FRONT LH/RH MEMBER	AIDA LINE	43	Actual																																		
	8		84235905	FRONT LH/RH MEMBER	AIDA LINE	43	Actual																																		

Figura 22 Aggiornamento del TimePlan v1.05

Come si evince dal “TimePlan v1.05” i set di stampi che sarebbero dovuti arrivare verosimilmente CW39 2018 in realtà a causa di alcuni ritardi del fornitore, sono arrivati in IMC ad inizio settimana 42.

I primi set ad arrivare sono stati i P/N: 84406944 (item n°3), 84414208 (item n°5) ed il 84422948/-5183 (item n°6), ne consegue una nuova pianificazione dando precedenza agli stampi che per primi sono arrivati in IMC, come possiamo vedere le prove inizieranno con il P/N 84406944.

5.1 HLBO del P/N 84406944

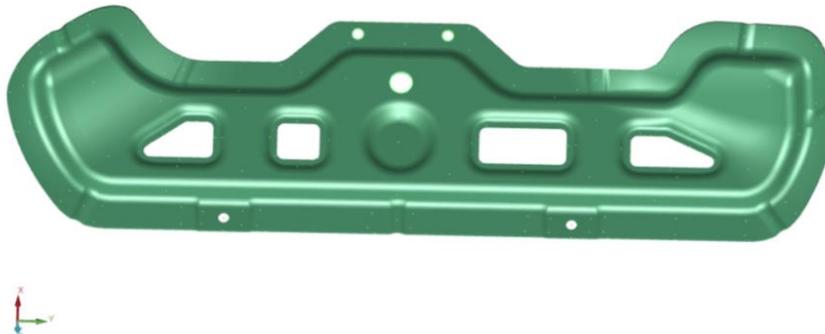


Figura 23 Immagine 3D del P/N 84406944

ITEM	PICTURE	PROJECT	DESCRIPTION	NOTE	CW42					CW43					CW44					CW45				
					15	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29	30	31	1	2	5	6	7	8	9
					Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri
1		84558397	INNER PLATE, LH/RH FML2	Planned																				
			84558470	INNER PLATE, LH/RH FML2	Actual																			
2		84558442	INNER PLATE, LH/RH FML1E	Planned																				
			84558480	INNER PLATE, LH/RH FML1E	Actual																			
3		84406944	REINFORCEMENT ENGINE CASING	Planned																	1°			
			REINFORCEMENT ENGINE CASING	Actual																		OK		
4		84406983	REINFORCEMENT BOW ENGINE	Planned																				
			REINFORCEMENT BOW ENGINE	Actual																				
5		84414208	REINFORCEMENT BOW ENGINE	Planned																				
			REINFORCEMENT BOW ENGINE	Actual																				
6		84422948	REINF ENGINE CASING UPPER	Planned																				
			84425183	REINF ENGINE CASING UPPER	Actual																			
7		84244979	CAB BRACKET	Planned																				
			84245283	CAB BRACKET	Actual																			
8		84235905	VERTICAL MEMBER FRONT	Planned																				
			VERTICAL MEMBER FRONT	Actual																				

Figura 24 TimePlan v1.22 HLBO del P/N 84406944

Per iniziare la prova su questo particolare erano stati concordati i giorni 25 e 26 ottobre 2018, ma in questi giorni i tecnici della Volvo non erano disponibili quindi è stato deciso di spostare la prova per il fine settimana della CW45, come da tabella 18, quindi il mercoledì sera precedente finita la produzione, si è iniziato a montare sotto le presse tutti e 4 gli stampi, (OP.20 Imbutitura, OP.30 Foratura, OP.40 Trancia del profilo, OP.50 Assestamento).

La prova è iniziata quando tutti i rappresentanti delle parti in causa fossero presenti, ovvero i PM della Volvo, il PM di Matrici più i tecnici e il PM della IMC che seguirà tutto il processo, coordinando le varie operazioni e valutare i risultati.

La mattina dell'inizio della prova, si è trovata la linea cpn gli stampi già montati senza settare i parametri macchina e i programmi per la movimentazione automatica, poiché i parametri macchina dovevano essere concordati insieme ai tecnici di Matrici e in prima battuta la prova fu svolta in manual mode per poter controllare i risultati tutte le stazioni di lavoro. La prima operazione fu l'imbutitura, una volta settati i parametri macchina, il risultato sembrava soddisfacente, in questa fase si può avere solamente un feedback di tipo visivo poiché nessuna misura si poteva fare durante la prima fase, quindi movimentando il pezzo manualmente si è passati per tutte le stazioni, fino ad avere il pezzo finito, una volta superato il controllo visivo si è proceduto allo stampaggio di altri 2 pezzi, 3 in totale. Quest'ultimi sono stati portati in sala metrologica e tramite la macchina di misura si sono ottenuti i rilievi dimensionali. Questa prima fase è funzionale per poter valutare l'effettiva funzionalità degli stampi, ovvero se il particolare appena stampato è conforme, cioè rientra nei limiti di tolleranza, o meno.

Le misure si suddividono in misure parziali, usate per lo più per un'analisi statistica, e misure totali, Chiamate in gergo FM (Full Measure) e PM (Partial Measure). Per i primi 3 pezzi vengono effettuate delle FM per vedere la qualità del prodotto di seguito mostriamo una delle 3 misure:

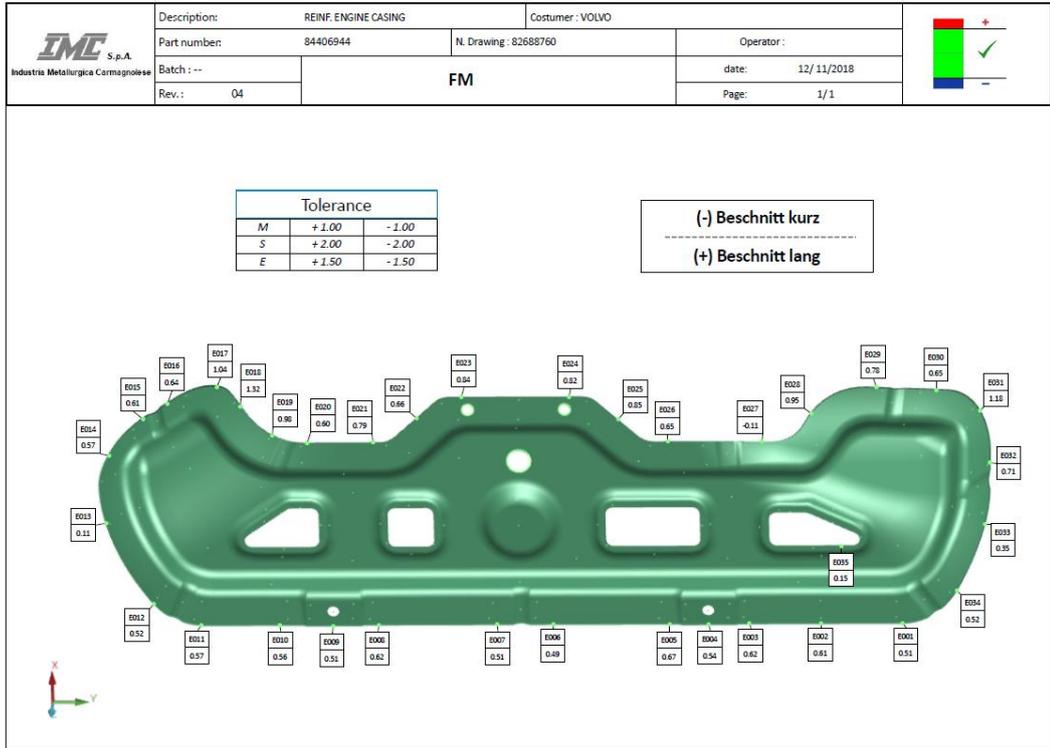


Figura 25 Report di misura P/N 84406944 1/5

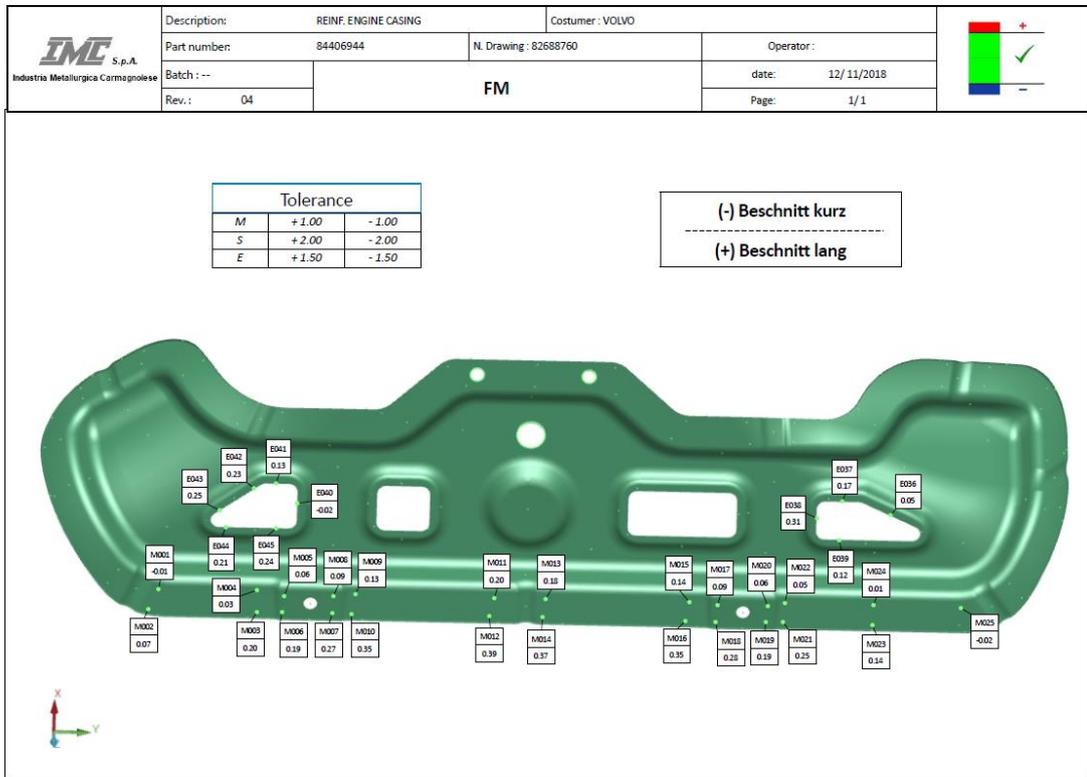


Figura 26 Report di misura P/N 84406944 2/5

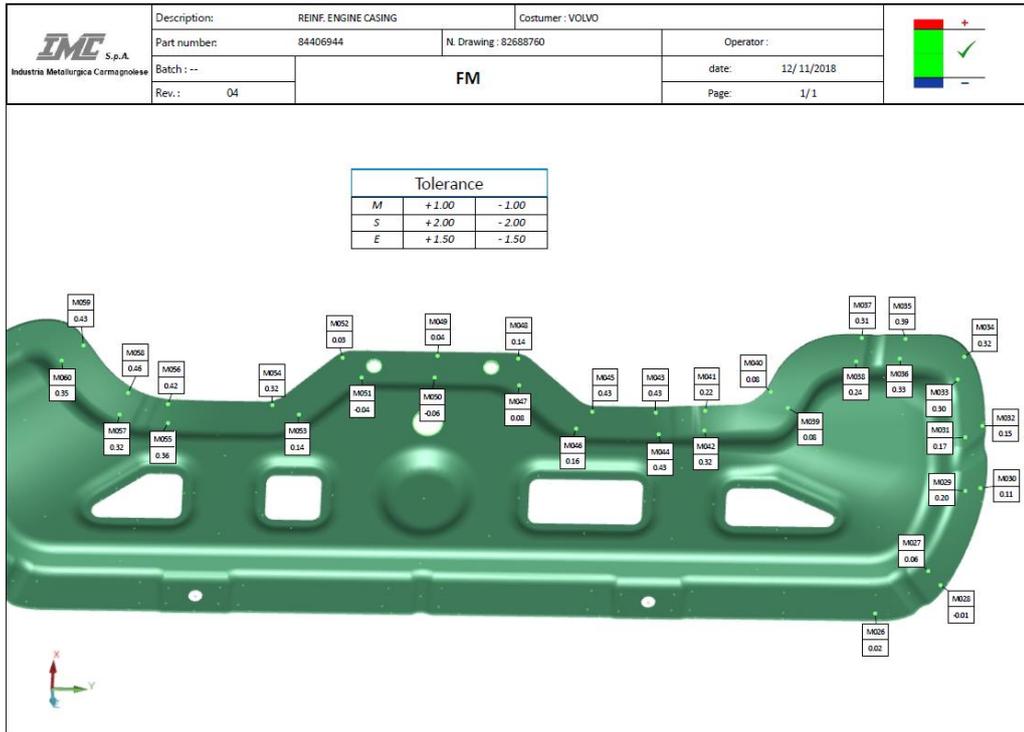


Figura 27 Report di misura P/N 84406944 3/5

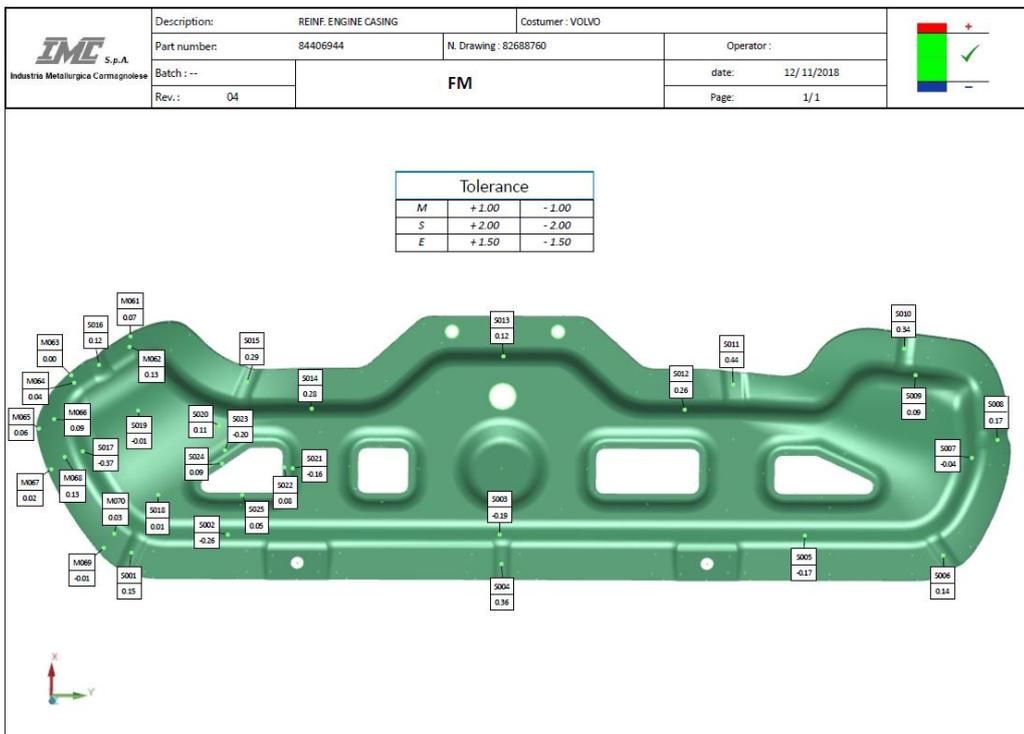


Figura 28 Report di misura P/N 84406944 4/5

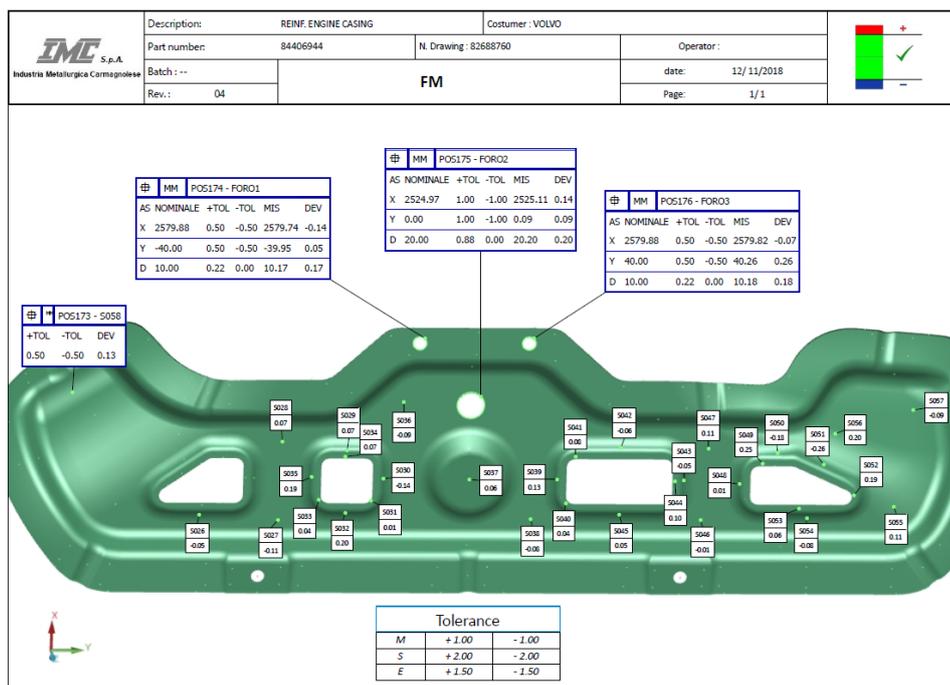


Figura 29 Report di misura P/N 84406944 5/5

Sui report di misura si nota una tabella intitolata "Tolerance", dove nella prima colonna ci sono delle lettere "M, S, E", la seconda colonna rappresenta il limite superiore di tolleranza, mentre la terza colonna il limite inferiore di tolleranza, tutto chiaramente espresso in millimetri, ci sono 3 range diversi di tolleranza in base alla lettera, queste lettere identificano il tipo di superficie che si sta analizzando: la lettera "M" identifica quei punti misurati sulla pista di accoppiamento, ciò vuol dire nella zona in cui vengono rilevati quei punti quella porzione di superficie sarà saldata con un altro elemento, infatti questi punti hanno un range di tolleranza ridotta rispetto agli altri poiché vanno ad influenzare l'intera struttura; i punti "S" sono dei punti di "superficie libera" nessun pezzo verrà assemblato in quella zona; infine i punti "E" sono i punti di taglio cioè di contorno, hanno il range più ampio in quanto difficilmente risulteranno critici durante l'assemblaggio.

Dai report inseriti non si riescono apprezzare al meglio i valori delle misure, ad ogni modo tutti i punti rientrano all'interno dei loro range di tolleranza, quindi

questo dimostra che l'attrezzatura di stampaggio (ossia il set di stampi) lavora perfettamente.

Si passa dunque alla fase successiva, ricordiamo che in questa fase lo stampaggio è avvenuto in modo "manuale" ovvero l'operaio si occupava della movimentazione del pezzo tra le varie stazioni di stampaggio. Anche se il particolare è conforme per avere il benessere sull'intero processo, bisogna mostrare ai PM Volvo, che la linea performi anche in "automatic mode", ovvero dall'inserimento del foglio di lamiera fino al prodotto finito, la linea funziona in totale autonomia.

Il processo di automatizzazione è abbastanza lungo, al primo settaggio può richiedere anche 6/7 ore, poiché è necessario attrezzare le presse con tutti i dispositivi per la movimentazione del pezzo e creare il programma di tutti i robot e sincronizzarli tra loro. Dopo aver impostato la linea totalmente in automatico, il primo pezzo prodotto verrà prelevato e portato in metrologia per un'ulteriore verifica sul corretto funzionamento degli stampi e che nulla sia cambiato sulla qualità del prodotto. Verificato questo si è passati alla produzione di 200 pezzi totalmente in automatico per verificare che tutto procedesse per il meglio. Durante il processo automatico della linea si ebbero dei problemi nell'estrazione del pezzo dall'OP.30, causata dalla formazione della "bava" durante la tranciatura. Questa "bava" tendeva a fare delle micro-saldature con la matrice dello stampo, rendendo difficile la sua estrazione, il processo di estrazione è costituito da delle ventose, in cui si crea il vuoto, che tramite i robot aderiscono sul pezzo sollevandolo, per agevolare questa operazione si è pensato di inserire sulla parte inferiore dello stampo, ovvero la matrice, degli espulsori, delle particolari molle, che quando la pressa va in battuta si comprimono rientrando nelle loro sedi, quando la parte superiore della pressa torna al PMS, gli estrattori si estendono nuovamente, spingendo il pezzo verso l'alto, i micro-legami

vengono rotti e il pezzo viene estratto con maggior facilità. Nelle immagini di seguito si vedono i punti di applicazione degli estrattori e il loro posizionamento sulla matrice.

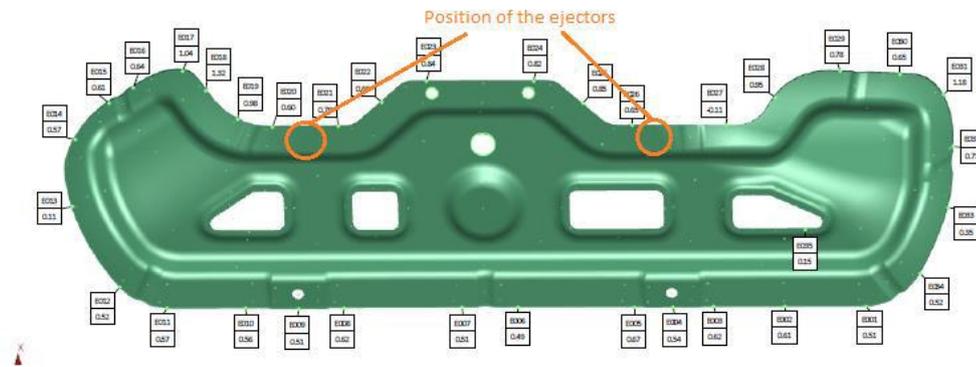


Figura 30 Punti di applicazione degli estrattori



Figura 31 Posizionamento estrattori sulla matrice

Per avere la validazione del processo automatico, si deve garantire il funzionamento, senza intoppi, nella produzione di un lotto minimo di 200 pezzi. Risolto il problema, si è proceduto con la produzione dell'intero lotto senza riscontrare alcun tipo di problema. Di questi 200 pezzi sono stati prelevati 30 pezzi: i primi 10, dal 96esimo al 105esimo e dal 190esimo fino al 200esimo, che verranno utilizzati per la campionatura e la "capability" parti fondamentali del PPAP. Di seguito una tabella riepilogativa sul calcolo della capability.

Tabella 12 Risultati capability del P/N 84406944

Points OK	58		58		58
Points NOK	0		0		0
Percent points OK	100%		100%		100%

5.2 HLBO del P/N 84414208



Figura 32 Immagine 3D del P/N 84414208

ITEM	PICTURE	PROJECT	DESCRIPTION	NOTE	CW45			CW46					CW47						
					5	6	7	8	9	12	13	14	15	16	19	20	21	22	23
					Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri
1		84558397	INNER PLATE, LH/RH FML2	Planned															
		84558470	INNER PLATE, LH/RH FML2	Actual															
2		84558442	INNER PLATE, LH/RH FML1E	Planned															
		84558480	INNER PLATE, LH/RH FML1E	Actual															
3		84406944	REINFORCEMENT ENGINE CASING	Planned					1°										
			REINFORCEMENT ENGINE CASING	Actual					OK										
4		84406983	REINFORCEMENT BOW ENGINE	Planned															
			REINFORCEMENT BOW ENGINE	Actual															
5		84414208	REINFORCEMENT BOW ENGINE	Planned														1°	
			REINFORCEMENT BOW ENGINE	Actual															NOK
6		84422948	REINF ENGINE CASING UPPER	Planned															
		84425183	REINF ENGINE CASING UPPER	Actual															
7		84244979	CAB BRACKET	Planned															
		84245283	CAB BRACKET	Actual															
8		84235905	VERTICAL MEMBER FRONT	Planned															
			VERTICAL MEMBER FRONT	Actual															

Figura 33 TimePlan del 1° HLBO del P/N 84414208

L'HLBO successivo riguarda il P/N 84414208 (item 5) ha avuto inizio CW47, si è fatto trascorrere tra le due prove due settimane, poiché la settimana intermedia viene dedicata alla produzione delle scorte dei pezzi già in produzione.

Anche su questo P/N si è proceduto allo stesso identico modo del precedente. Il primo step è stato fatto con la linea di produzione funzionante in modo manuale controllando, in modo visivo, il risultato di tutte le stazioni di stampaggio e contemporaneamente settando i parametri macchina (forza da applicare alla slitta, altezza della slitta, e forza del premi-lamiera, adeguati per la realizzazione del pezzo. Una volta realizzati i primi tre pezzi si è passati ai rilevamenti metrologici per avere dei riferimenti sulla qualità del pezzo. Nell'immagine a seguire verrà mostrato il report di misura. Come possiamo vedere dalla tabella 20 sotto la dicitura 1°, che identifica il 1° loop dell'HLBO, vediamo appunto scritto "NOK" poiché come vedremo nei seguenti report il pezzo non è conforme.

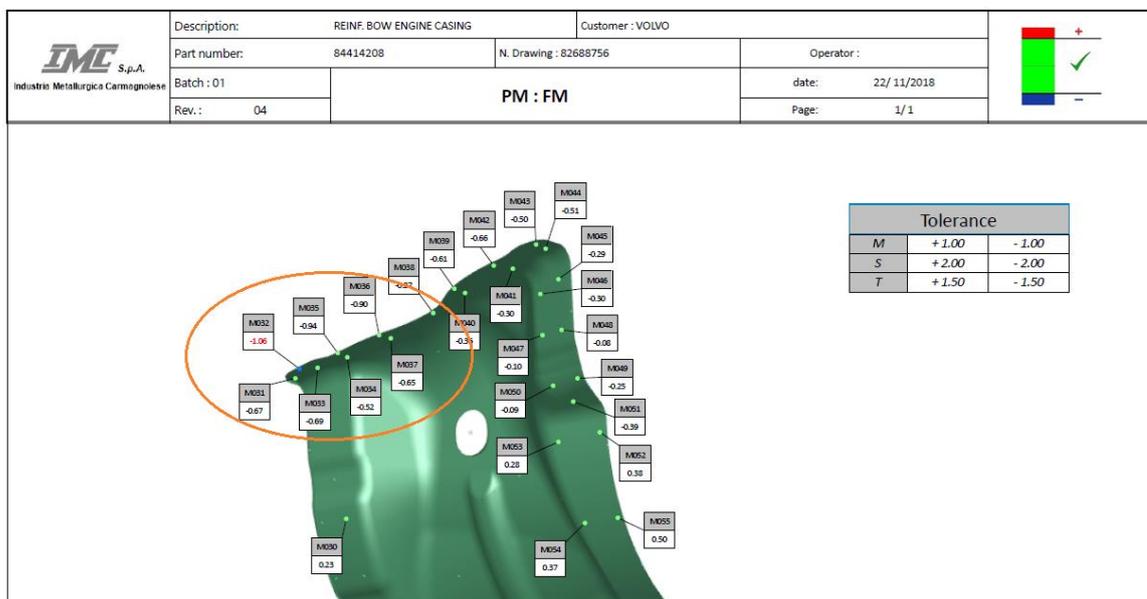


Figura 34 Report di collaudo P/N 84414208

Nell'immagine, in arancione è stata cerchiata una zona che comprende i punti di misura M32, M35 e M36, si nota che il punto M32 è fuori tolleranza (-1.06 mm di scostamento rispetto al valore nominale) e gli altri 2 sono prossimi al limite inferiore rispettivamente -0.94 e -0.90, la parte della flangia del particolare risulta essere troppo "chiusa", si è provato inizialmente a modificare i parametri macchina, ma purtroppo tutto è stato vano. Anche sul posizionamento di uno dei fori è stata riscontrata una non conformità, come vediamo nel report a seguire.

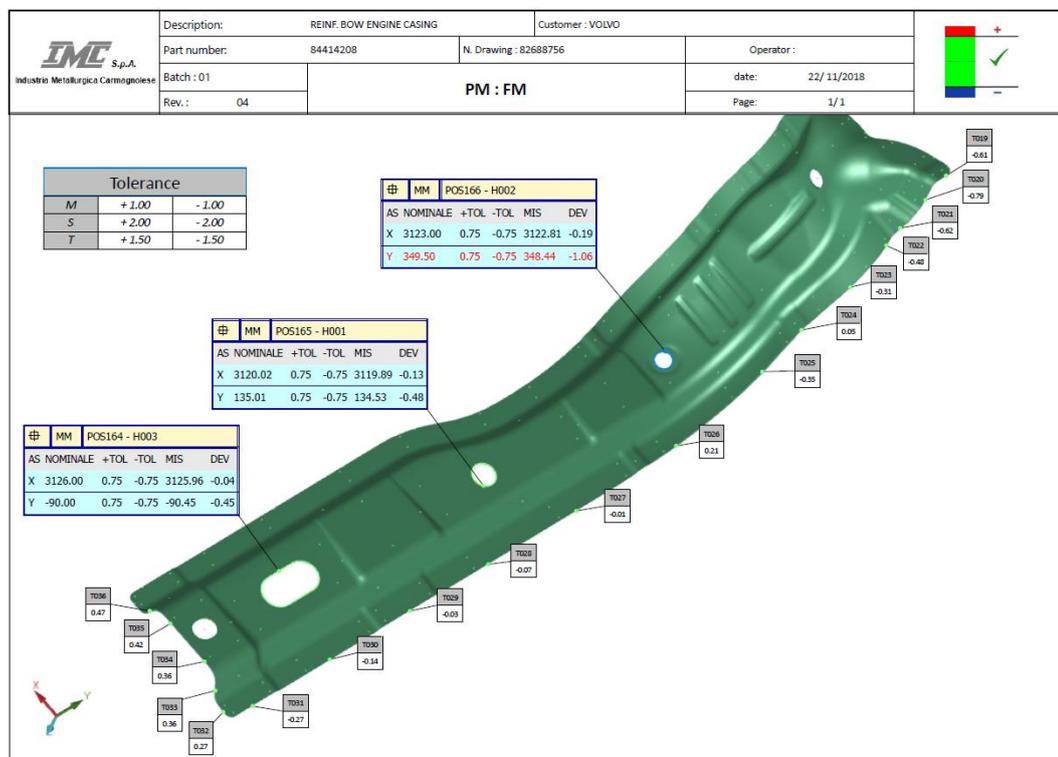


Figura 35 Report di misura P/N 84414208

Il foro in questione è quello denominato H002, questo foro viene fatto nell'OP.30 ed è un foro di riferimento per le altre operazioni, come si vede dal report la DEV è pari a -1.06 mm quindi anch'esso è fuori tolleranza, purtroppo anche in questo caso è impossibile operare in modo "leggero" per correggere l'errore. A questo punto la prova è stata interrotta in quanto il pezzo risultava essere non conforme.

Ciò significa che bisogna apportare delle correzioni sugli stampi e riprogrammare un'altra prova.

Per apportare queste modifiche è stato effettuato uno studio preliminare sul tipo di interventi da fare, è stato effettuato dai tecnologi di Matrici e dai tecnologi della IMC, tramite dei software di simulazione. Finito questo tipo di analisi è stato redatto un documento che mostra le correzioni da effettuare. Di seguito le slides delle lavorazioni da eseguire e verrà spiegato brevemente il perché di queste scelte. Iniziamo ad analizzare gli interventi necessari su ogni operazione:



Figura 36 Spostamento del foro OP.30 1/3

OP30 ACTIONS:

LOWER DIE:

1. Misurare la posizione attuale della matrice come riferimento (item number 03_306)
2. Praticare un foro D50 (profondità 38mm) in questa posizione.
3. Aggiungere un inserto D50 altezza 40. Fissare l'inserto
4. Applicare uno strato di saldatura di altezza 0,5 mm nell'area indicata.
5. Praticare la nuova posizione della matrice X-1,15 (sistema asse matrice)
6. Fresare la superficie superiore
7. Praticare il perno di riferimento a matrice + 90° ruotato.

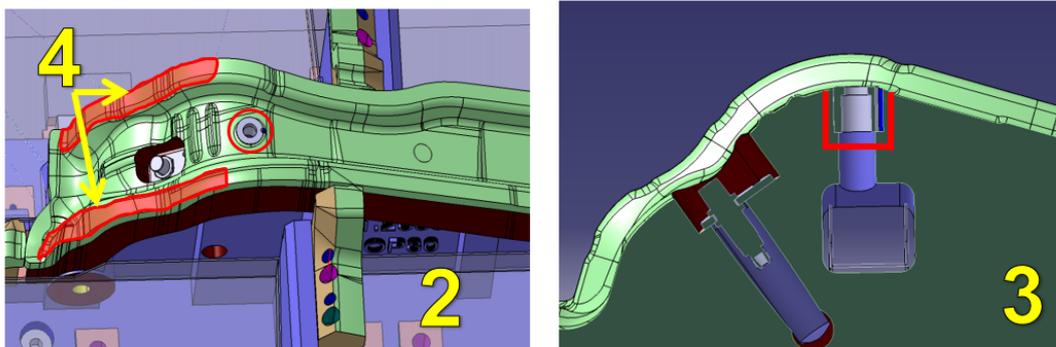


Figura 37 Spostamento del foro OP.30

OP30 ACTIONS:

LOWER DIE:

1. Misurare la posizione attuale della matrice come riferimento (item number 03_306)
2. Praticare un foro D50 (profondità 38mm) in questa posizione.
3. Aggiungere un inserto D50 altezza 40. Fissare l'inserto
4. Applicare uno strato di saldatura di altezza 0,5 mm nell'area indicata.
5. Praticare la nuova posizione nella matrice X-1,15 (sistema asse matrice)
6. Fresare la superficie superiore
7. Praticare il perno di riferimento a matrice + 90° ruotato.

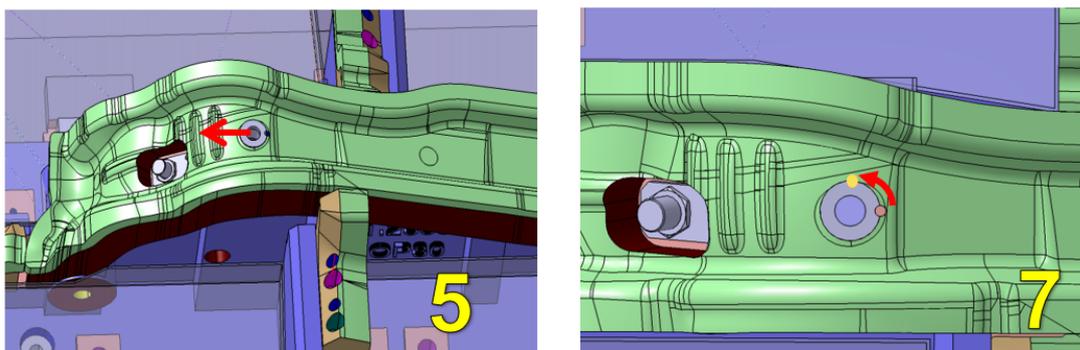


Figura 38 Spostamento del foro OP.30

Il primo stampo da modificare è l'OP.30, ossia l'operazione in cui viene praticato il foro sul pezzo, su questo stampo verrà spostato il foro di riferimento (di 1.15 mm), questa modifica comporta una successiva operazione di saldatura (punto 4) da effettuare nell'area contrassegnata in rosso, questa lavorazione è resa necessaria poiché spostando in avanti il foro, il pezzo non aderirebbe allo stampo e ciò comporterebbe a degli errori durante il taglio, quindi con la saldatura si apporta del materiale, uno strato aggiuntivo di 0.5 mm, per far aderire perfettamente il pezzo sullo stampo. Appare ovvio che la modifica della posizione del foro genera una reazione a catena anche sulle operazioni successive. Infatti la seconda modifica che verrà apportata sarà fatta sull'OP.40. Di seguito le lavorazioni effettuate.

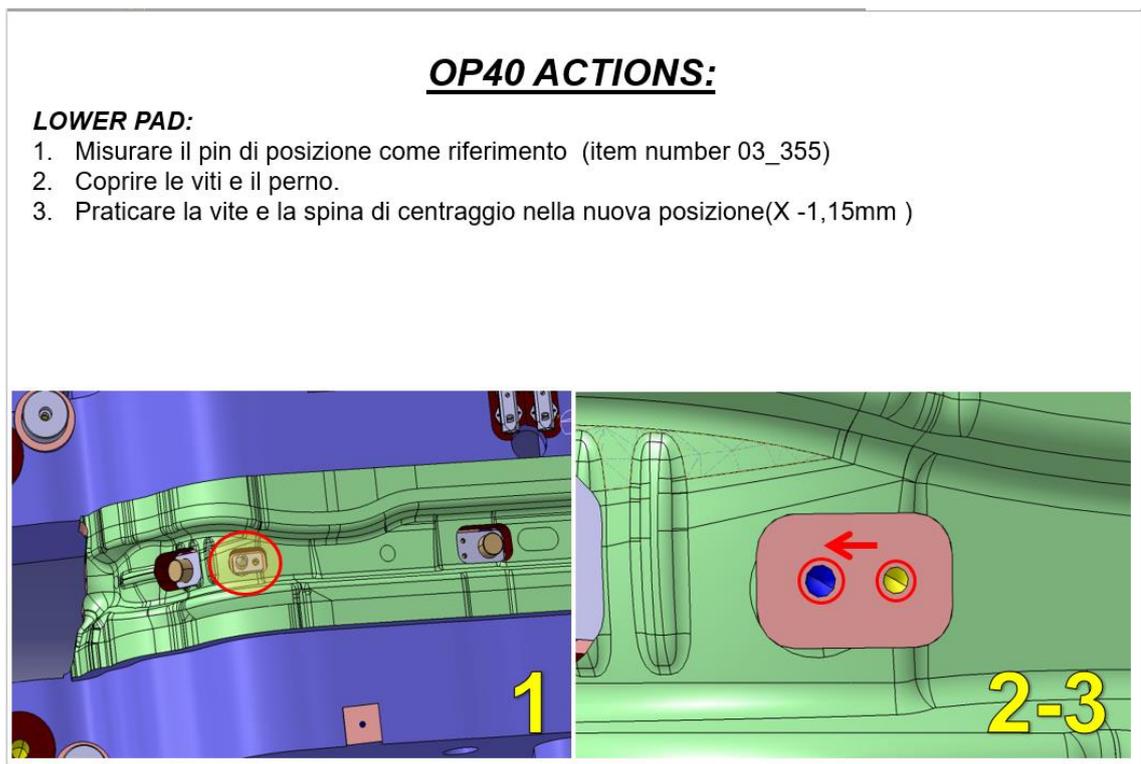


Figura 39 Spostamento del foro OP.40

Nell'OP.40 viene effettuato l'assestamento, ovvero si assesta la forma del pezzo per evitare dei ritorni elastici del materiale, in questo stampo bisogna fare due interventi, il primo è quello di spostare il riferimento del foro, spostandolo 1,15 mm per renderlo congruente alla modifica fatta nell'OP.30, il secondo servirà a correggere i punti fuori tolleranza che si trovano sulla flangia del pezzo.

OP40 ACTIONS:

LOWER SHOE:

1. Fresare l'acciaio della flangia (item number 1_050) con la nuova geometria dei dati CAD.

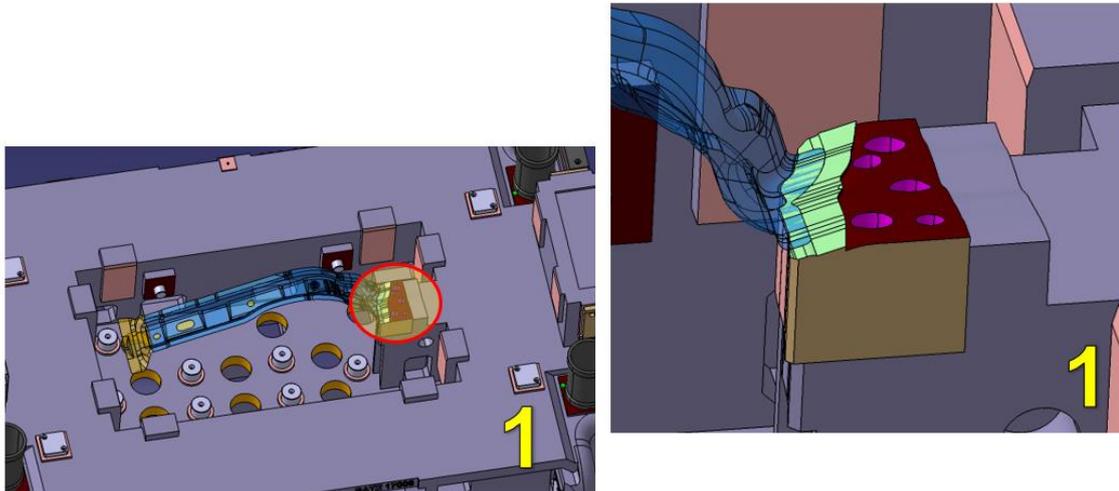


Figura 40 Correzione flangia OP.40 parte inferiore dello stampo

Sull'OP.40, per correggere i punti sulla flangia, bisognerà in prima battuta fresare, nella metà inferiore dello stampo, la parte evidenziata (1), con una nuova geometria, diminuendo l'angolo d'apertura della flangia, così verrà bilanciato il ritorno elastico dell'acciaio permettendo alla flangia di raggiungere la posizione corretta.

Conseguentemente, come vedremo nell'immagine successiva, nella parte superiore dello stampo (punzone) verrà apportato del materiale (tramite saldatura) mantenendo inalterata la "luce" (lo spazio che intercorre tra la matrice

e il punzone quando si è in battuta) dello spessore di 1,7mm ovvero lo spessore del pezzo.

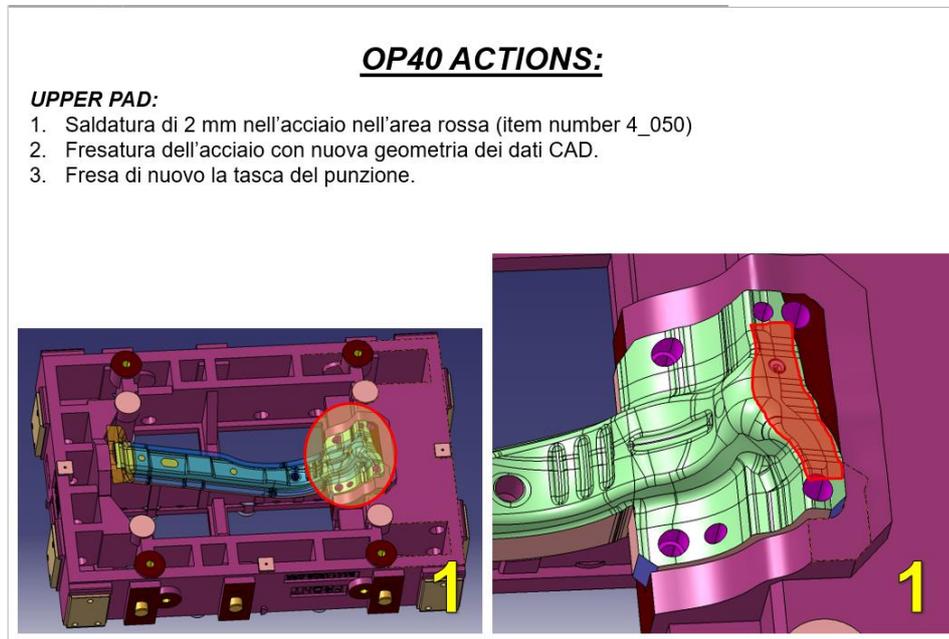


Figura 41 Correzione flangia OP.40 parte superiore dello stampo

Come già detto la zona in “rosso” nell’immagine qui sopra identifica la zona in cui verrà apportato del materiale tramite saldatura.

L’ultima azione da compiere è quella riferita all’OP.50, trancia, dove sarà necessario spostare solamente il riferimento del foro, per metterlo nella corretta posizione all’interno dello stampo.

Dopo aver effettuato queste modifiche si è proceduto ad un 2° HLBO, quello precedente fu interrotto a causa degli errori dimensionali nella prima fase della prova, per verificare che le modifiche effettuate hanno raggiunto gli effetti sperati e valutare il funzionamento della linea in modo automatico.

ITEM	PICTURE	PROJECT	DESCRIPTION	NOTE	CW11					CW12				
					11	12	13	14	15	18	19	20	21	22
					Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri
1		84558397	INNER PLATE, LH/RH FML2	Planned										
		84558470		Actual										
2		84558442	INNER PLATE, LH/RH FML1E	Planned										
		84558480		Actual										
3		84406944	REINFORCEMENT ENGINE CASING	Planned										
				Actual										
4		84406983	REINFORCEMENT BOW ENGINE	Planned										
				Actual										
5		84414208	REINFORCEMENT BOW ENGINE	Planned	Make correction by IMC+BatZ									2°
				Actual										OK
6		84422948	REINF ENGINE CASING UPPER	Planned										
		84425183		Actual										
7		84244979	CAB BRACKET FRONT LH/RH - FM	Planned										
		84245283		Actual										
8		84235905	VERTICAL MEMBER FRONT	Planned										
				Actual										

Figura 42 TimePlan del 2° HLBO del P/N 84414208

Le modifiche sono state effettuate tra la CW11 e la CW12 (fig.42) e il secondo Home Line Buy-Off è stato effettuato nella CW12 del 2019. Si è iniziato con lo stampaggio manuale del pezzo, una volta prodotto il primo campione è stato portato direttamente in sala metrologica per effettuare le misure geometriche sul pezzo, prestando particolare attenzione ai punti critici, i punti fuori tolleranza rilevati nella prova precedente. Verrà mostrata un report di misura con il solo dettaglio che punti critici.

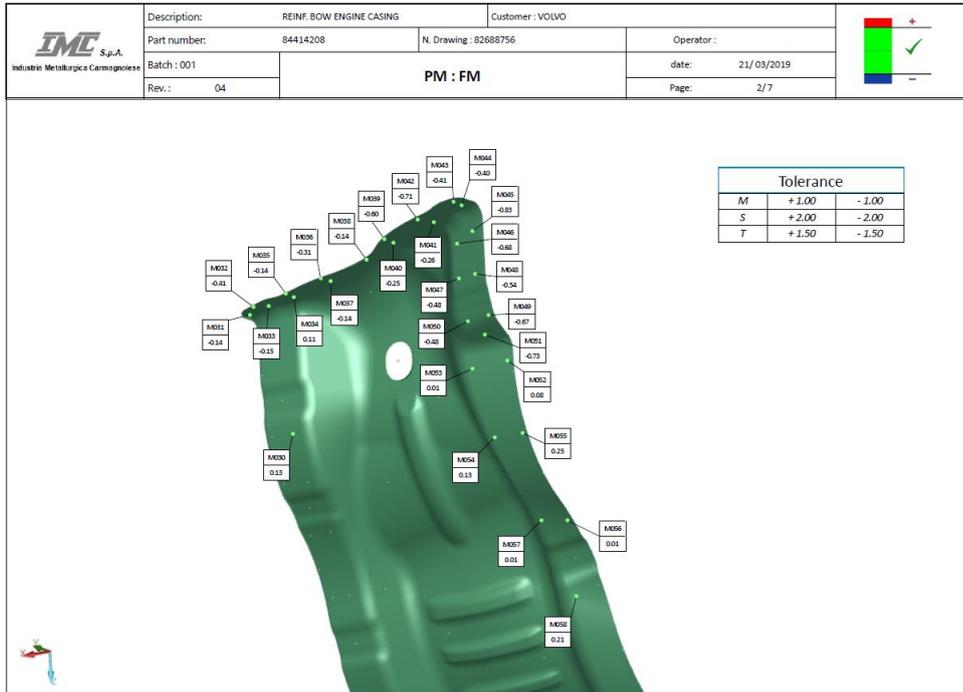


Figura 43 Report di misura dopo la correzione sulla flangia

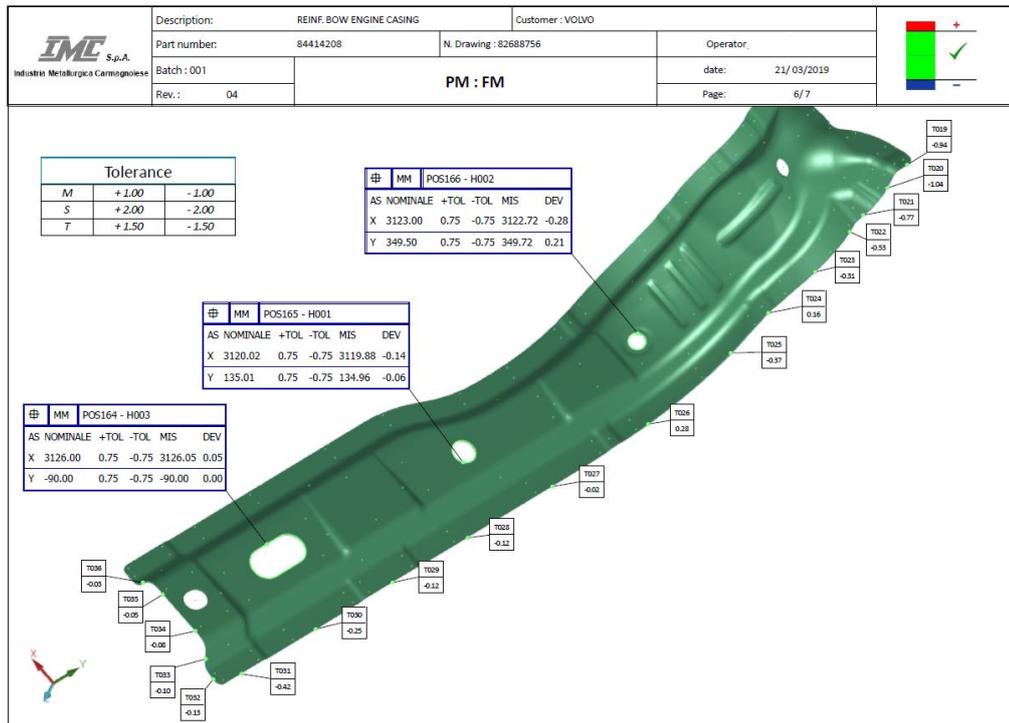


Figura 44 Report di misura dopo la correzione sul posizionamento del foro

Come si vedono da queste immagini, i punti M32, M35, M36 e il foro H002, sono tornati, dopo le correzioni, all'interno del range di tolleranza, misurando rispettivamente -0.41, -0.14, -0.34 e 0.21.

Superata la prima verifica si è proceduto con l'automatizzazione della linea e la prova di produzione di un lotto di 200 pezzi, di cui ne verranno estratti 30, nella modalità spiegata precedentemente per la campionatura e la capability.

Tabella 13 Risultato capability del P/N 84414208

Points OK	58		54		53
Points NOK	0		4		5
Percent points OK	100%		93%		91%

5.3 HLBO del P/N 84406983

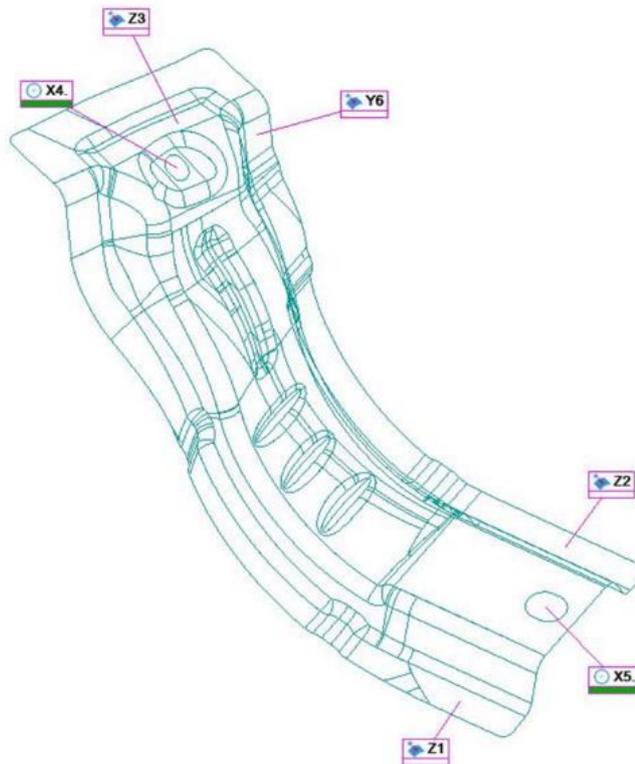


Figura 45 Immagine 3D del P/N 84406983

ITEM	PICTURE	PROJECT	DESCRIPTION	NOTE	CW47							CW48					CW49				
					16	19	20	21	22	23	26	27	28	29	30	3	4	5	6	7	
					Fri	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	
1		84558397	INNER PLATE,	Planned																	
		84558470	LH/RH FML2	Actual																	
2		84558442	INNER PLATE,	Planned																	
		84558480	LH/RH FML1E	Actual																	
3		84406944	REINFORCEMENT ENGINE CASING	Planned																	
				Actual																	
4		84406983	REINFORCEMENT BOW ENGINE	Planned															1°		
				Actual																OK	
5		84414208	REINFORCEMENT BOW ENGINE	Planned																	
				Actual																	
6		84422948	REINF ENGINE CASING UPPER	Planned																	
		84425183		Actual																	
7		84244979	CAB BRACKET	Planned																	
		84245283	FRONT LH/RH - FM	Actual																	
8		84235905	VERTICAL MEMBER FRONT	Planned																	
				Actual																	

Figura 46 TimePlan 1° HLBO del P/N 84406983

La terza prova è stata effettuata sul P/N 84406983, come si vede dal grafico, è stata effettuata nella CW49, come da accordi due settimane dopo la prova precedente.

Seguendo lo stesso schema degli altri HLBO si inizia effettuando lo stampaggio in “manual mode”, settare i parametri di stampaggio e controllare stazione dopo stazione lo sviluppo del particolare. Trovati i parametri delle presse più adeguati, vengono stampati 3 pezzi che verranno portati in sala metrologica per i rilievi dimensionali, e constatare con dati oggettivi se il pezzo è conforme, cioè se la sua geometria rientra nei limiti di tolleranza forniti dai clienti. Nella tabella 14 vedremo i risultati di tali misure.

Tabella 14 Riassunto dei valori misurati sui 3 particolari

Part 1					Part 2					Part 3				
Point	T up	T down	Measure	DEV	Point	T up	T down	Measure	DEV	Point	T up	T down	Measure	DEV
M001	1	-1	-0.29	0	M001	1	-1	-0.27	0	M001	1	-1	-0.37	0
M002	1	-1	-0.18	0	M002	1	-1	-0.16	0	M002	1	-1	-0.25	0
M003	1	-1	0.45	0	M003	1	-1	0.39	0	M003	1	-1	0.42	0
M004	1	-1	0.49	0	M004	1	-1	0.41	0	M004	1	-1	0.46	0
M005	1	-1	0.66	0	M005	1	-1	0.53	0	M005	1	-1	0.65	0
M006	1	-1	0.66	0	M006	1	-1	0.52	0	M006	1	-1	0.65	0
M007	1	-1	0.51	0	M007	1	-1	0.32	0	M007	1	-1	0.56	0
M008	1	-1	0.32	0	M008	1	-1	0.13	0	M008	1	-1	0.34	0
M009	1	-1	0.21	0	M009	1	-1	-0.02	0	M009	1	-1	0.25	0
M010	1	-1	0.07	0	M010	1	-1	-0.15	0	M010	1	-1	0.13	0
M011	1	-1	-0.12	0	M011	1	-1	-0.34	0	M011	1	-1	-0.02	0
M012	1	-1	-0.21	0	M012	1	-1	-0.44	0	M012	1	-1	-0.13	0
M013	1	-1	-0.11	0	M013	1	-1	-0.35	0	M013	1	-1	0	0
M014	1	-1	-0.03	0	M014	1	-1	-0.22	0	M014	1	-1	0.1	0
M015	1	-1	-0.43	0	M015	1	-1	-0.71	0	M015	1	-1	-0.27	0
M031	1	-1	0.15	0	M031	1	-1	0.1	0	M031	1	-1	0.12	0
M032	1	-1	0.1	0	M032	1	-1	0.03	0	M032	1	-1	0.08	0
M033	1	-1	0.12	0	M033	1	-1	0.11	0	M033	1	-1	0.1	0
M034	1	-1	0.33	0	M034	1	-1	0.29	0	M034	1	-1	0.26	0
M035	1	-1	0.21	0	M035	1	-1	0.2	0	M035	1	-1	0.14	0
M036	1	-1	0.4	0	M036	1	-1	0.42	0	M036	1	-1	0.32	0
M037	1	-1	0.44	0	M037	1	-1	0.44	0	M037	1	-1	0.37	0
M038	1	-1	0.34	0	M038	1	-1	0.37	0	M038	1	-1	0.27	0
M039	1	-1	0.3	0	M039	1	-1	0.33	0	M039	1	-1	0.24	0
M040	1	-1	-0.05	0	M040	1	-1	-0.06	0	M040	1	-1	-0.12	0
M041	1	-1	-0.11	0	M041	1	-1	-0.11	0	M041	1	-1	-0.16	0
S001	2	-2	-0.05	0	S001	2	-2	-0.08	0	S001	2	-2	0.06	0
S002	2	-2	0.53	0	S002	2	-2	0.43	0	S002	2	-2	0.51	0
S003	2	-2	0.12	0	S003	2	-2	-0.02	0	S003	2	-2	0.31	0
S004	2	-2	0.01	0	S004	2	-2	-0.19	0	S004	2	-2	0.09	0
S005	2	-2	-0.14	0	S005	2	-2	-0.21	0	S005	2	-2	-0.01	0
S006	2	-2	-0.36	0	S006	2	-2	-0.39	0	S006	2	-2	-0.24	0
S007	2	-2	0.08	0	S007	2	-2	0.04	0	S007	2	-2	0.06	0
S008	2	-2	0.26	0	S008	2	-2	0.14	0	S008	2	-2	0.31	0
S009	2	-2	-0.14	0	S009	2	-2	-0.15	0	S009	2	-2	-0.13	0
S010	2	-2	-0.17	0	S010	2	-2	-0.28	0	S010	2	-2	-0.11	0
S011	2	-2	-0.22	0	S011	2	-2	-0.33	0	S011	2	-2	-0.08	0
S012	2	-2	0.22	0	S012	2	-2	0.08	0	S012	2	-2	0.32	0
S013	2	-2	0.3	0	S013	2	-2	0.2	0	S013	2	-2	0.33	0
S014	2	-2	-0.01	0	S014	2	-2	-0.11	0	S014	2	-2	0	0
S015	2	-2	0.09	0	S015	2	-2	-0.06	0	S015	2	-2	0.18	0
S016	2	-2	0.27	0	S016	2	-2	0.1	0	S016	2	-2	0.35	0
S017	2	-2	0.35	0	S017	2	-2	0.25	0	S017	2	-2	0.34	0
S018	2	-2	0.72	0	S018	2	-2	0.58	0	S018	2	-2	0.72	0
S019	2	-2	0.72	0	S019	2	-2	0.62	0	S019	2	-2	0.68	0
S020	2	-2	0.56	0	S020	2	-2	0.53	0	S020	2	-2	0.51	0
S021	2	-2	0.25	0	S021	2	-2	0.26	0	S021	2	-2	0.17	0
S022	2	-2	0.33	0	S022	2	-2	0.3	0	S022	2	-2	0.29	0
S023	2	-2	-0.26	0	S023	2	-2	-0.24	0	S023	2	-2	-0.32	0
S024	2	-2	-0.18	0	S024	2	-2	-0.18	0	S024	2	-2	-0.23	0
S025	2	-2	0.09	0	S025	2	-2	0.11	0	S025	2	-2	0.07	0
S026	2	-2	0.07	0	S026	2	-2	0.03	0	S026	2	-2	-0.01	0
S027	2	-2	-0.04	0	S027	2	-2	-0.11	0	S027	2	-2	-0.04	0
S028	2	-2	-0.21	0	S028	2	-2	-0.14	0	S028	2	-2	-0.38	0
S029	2	-2	0.32	0	S029	2	-2	0.34	0	S029	2	-2	0.25	0
S030	2	-2	-0.06	0	S030	2	-2	-0.02	0	S030	2	-2	-0.21	0
T001	1.5	-1.5	0.92	0	T001	1.5	-1.5	0.86	0	T001	1.5	-1.5	0.82	0
T002	1.5	-1.5	0.54	0	T002	1.5	-1.5	0.53	0	T002	1.5	-1.5	0.43	0
T003	1.5	-1.5	-0.02	0	T003	1.5	-1.5	0.02	0	T003	1.5	-1.5	-0.13	0
T004	1.5	-1.5	-0.37	0	T004	1.5	-1.5	-0.3	0	T004	1.5	-1.5	-0.54	0
T005	1.5	-1.5	-0.69	0	T005	1.5	-1.5	-0.6	0	T005	1.5	-1.5	-0.9	0
T006	1.5	-1.5	-0.46	0	T006	1.5	-1.5	-0.37	0	T006	1.5	-1.5	-0.61	0
T007	1.5	-1.5	-0.11	0	T007	1.5	-1.5	-0.04	0	T007	1.5	-1.5	-0.29	0
T008	1.5	-1.5	0	0	T008	1.5	-1.5	0	0	T008	1.5	-1.5	-0.11	0
T009	1.5	-1.5	-0.05	0	T009	1.5	-1.5	-0.16	0	T009	1.5	-1.5	0.03	0
T010	1.5	-1.5	0.11	0	T010	1.5	-1.5	-0.03	0	T010	1.5	-1.5	0.18	0
T011	1.5	-1.5	0.16	0	T011	1.5	-1.5	0.05	0	T011	1.5	-1.5	0.23	0
T012	1.5	-1.5	0.16	0	T012	1.5	-1.5	-0.04	0	T012	1.5	-1.5	0.21	0
T013	1.5	-1.5	0.18	0	T013	1.5	-1.5	0.02	0	T013	1.5	-1.5	0.31	0
T014	1.5	-1.5	0.02	0	T014	1.5	-1.5	-0.2	0	T014	1.5	-1.5	0.11	0
T015	1.5	-1.5	-0.86	0	T015	1.5	-1.5	-0.86	0	T015	1.5	-1.5	-0.76	0
T016	1.5	-1.5	-0.37	0	T016	1.5	-1.5	-0.43	0	T016	1.5	-1.5	-0.19	0
T017	1.5	-1.5	-0.05	0	T017	1.5	-1.5	-0.2	0	T017	1.5	-1.5	0.13	0
T018	1.5	-1.5	0.5	0	T018	1.5	-1.5	0.3	0	T018	1.5	-1.5	0.69	0
T019	1.5	-1.5	0.36	0	T019	1.5	-1.5	0.24	0	T019	1.5	-1.5	0.56	0
T020	1.5	-1.5	-0.25	0	T020	1.5	-1.5	-0.25	0	T020	1.5	-1.5	-0.18	0
T021	1.5	-1.5	-0.28	0	T021	1.5	-1.5	-0.17	0	T021	1.5	-1.5	-0.29	0
T022	1.5	-1.5	-0.56	0	T022	1.5	-1.5	-0.49	0	T022	1.5	-1.5	-0.55	0
T023	1.5	-1.5	-0.32	0	T023	1.5	-1.5	-0.15	0	T023	1.5	-1.5	-0.52	0
T024	1.5	-1.5	0.04	0	T024	1.5	-1.5	0.09	0	T024	1.5	-1.5	-0.07	0
T025	1.5	-1.5	-0.55	0	T025	1.5	-1.5	-0.57	0	T025	1.5	-1.5	-0.53	0
T026	1.5	-1.5	0.32	0	T026	1.5	-1.5	0.26	0	T026	1.5	-1.5	0.25	0

La colonna evidenziata in giallo, chiamata DEV, identifica lo scostamento del punto rispetto al limite di tolleranza, in questo caso siccome tutti i punti stanno all'interno del limite di tolleranza, "T up" "T down", il valore che compare è 0.

Il passo successivo è stato il settaggio della linea per lo stampaggio automatico, si fanno i programmi per i robot e si attrezza la linea con i sistemi di movimentazione, purtroppo questi sistemi non sono universali, quindi è una procedura che bisogna effettuare per ogni particolare.

Una volta finito si procede allo stampaggio di un lotto di 200 pezzi in modo automatico, per dimostrare al cliente l'effettivo funzionamento della linea. Durante la fase di stampaggio vengono prelevati a campione 30 pezzi, che verranno utilizzati per la campionatura e la capability utilizzati per il PPAP.

Come vedremo nella tabella di seguito, la capability di questo particolare risulta molto al di sotto delle aspettative, quindi è stato necessario effettuare un'analisi MSA, sull'attrezzatura di controllo, calibro, per verificarne la riproducibilità e ripetitività dei risultati. Ma questo passaggio verrà spiegato meglio in un altro capitolo. In ogni caso i pezzi sono stati spediti per le prove di assemblaggio della cabina.

Tabella 15 Risultati del Cpk sul P/N 84406983

Points OK	28		22		17
Points NOK	0		6		11
Porcentage points OK	100%		79%		61%

Nella CW20 in IMC, c'è stato un meeting tra i tre dipartimenti di qualità: IMC, Matrici e Volvo che ha portato alla risoluzione del problema. Una volta risolto il problema sono stati misurati nuovamente gli stessi 25 particolari, utilizzati precedentemente, per ricalcolare il Cpk. Come auspicato il Cpk ha ottenuto un netto miglioramento passando dal 61% (tabella 15) al 96% (tabella 16), se così non

fosse stato sarebbe stato necessario intervenire sugli stampi, e ciò comportava alla riprogrammazione di un altro quality loop.

Tabella 16 Risultati Cpk sul P/N 84406983 dopo modifica calibro

Points OK	28		28		27
Points NOK	0		0		1
Percent points OK	100%		100%		96%

5.4 HLBO del P/N 84422948/-5183

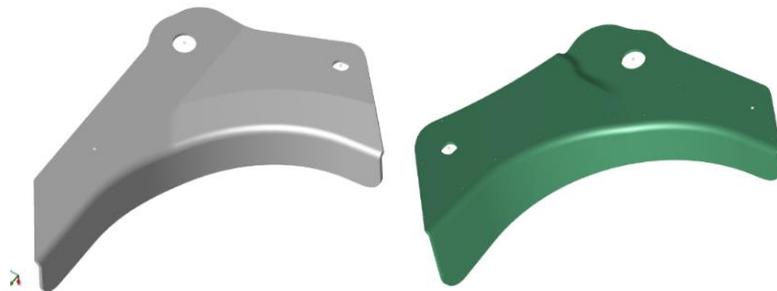


Figura 47 Immagine 3D dei particolari 84422948 84425183

ITEM	PICTURE	PROJECT	DESCRIPTION	NOTE	CW49		CW50					CW51					
					6	7	10	11	12	13	14	17	18	19	20	21	
					Thu	Fri	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	
1		84558397 84558470	INNER PLATE, LH/RH FML2	Planned													
				Actual													
2		84558442 84558480	INNER PLATE, LH/RH FML1E	Planned													
				Actual													
3		84406944	REINFORCEMENT ENGINE CASING	Planned													
				Actual													
4		84406983	REINFORCEMENT BOW ENGINE	Planned													
				Actual	1°												
5		84414208	REINFORCEMENT BOW ENGINE	Planned													
				Actual													
6		84422948 84425183	REINF ENGINE CASING UPPER	Planned													1°
				Actual													
7		84244979 84245283	CAB BRACKET FRONT LH/RH - FM	Planned													
				Actual													
8		84235905	VERTICAL MEMBER FRONT	Planned													
				Actual													

Figura 48 TimePlan del 1° HLBO del P/N 84422948

L'Home Line Buy-Off dei particolari 84422948/-5183 è stato effettuato nella CW51 del 2018, come si può vedere dal grafico in basso, in questo caso i particolari sono 2 poiché, come ho spiegato in precedenza, lo stampo è un Cx2 ciò significa che dallo stesso stampo escono due pezzi speculari.

Anche questa prova è stata programmata per una durata complessiva di 2 giorni, più eventualmente, se qualcosa non fosse andato per il verso giusto, un terzo giorno.

L'esecuzione della prova di questo componente è stata effettuata allo stesso modo degli altri componenti, procedendo inizialmente in maniera manuale, prendendo i primi 3 particolari e portarli in sala metrologica per verificare le misure, queste misure sono state tabellate su Excel, che verrà di seguito mostrato.

Sulla prima colonna leggiamo il nome del punto, sulla seconda colonna il limite di tolleranza superiore, terza colonna il limite di tolleranza inferiore, quarta colonna il valore misurato e sulla quinta colonna la differenza dello scostamento sia superiore che inferiore, il valore 0 sulla quinta colonna identifica che nessun punto è fuori tolleranza.

Tabella 17 Riassunto delle misure sul P/N 84244948

1° Part					2° Part					3° Part				
Point	T up	T down	Measure	DEV	Point	T up	T down	Measure	DEV	Point	T up	T down	Measure	DEV
M001	1	-1	-0,02	0	M001	1	-1	-0,04	0	M001	1	-1	-0,09	0
M002	1	-1	0,75	0	M002	1	-1	0,65	0	M002	1	-1	0,58	0
M003	1	-1	-0,03	0	M003	1	-1	-0,01	0	M003	1	-1	-0,06	0
M004	1	-1	-0,61	0	M004	1	-1	-0,68	0	M004	1	-1	-0,72	0
M005	1	-1	0,11	0	M005	1	-1	0,15	0	M005	1	-1	0,14	0
M006	1	-1	-0,46	0	M006	1	-1	-0,44	0	M006	1	-1	-0,47	0
M007	1	-1	0,14	0	M007	1	-1	0,18	0	M007	1	-1	0,2	0
M008	1	-1	0,19	0	M008	1	-1	0,22	0	M008	1	-1	0,24	0
M009	1	-1	0,08	0	M009	1	-1	0,12	0	M009	1	-1	0,13	0
M010	1	-1	0,47	0	M010	1	-1	0,51	0	M010	1	-1	0,51	0
M011	1	-1	-0,03	0	M011	1	-1	-0,02	0	M011	1	-1	-0,06	0
M012	1	-1	0,08	0	M012	1	-1	0,1	0	M012	1	-1	0,11	0
M013	1	-1	0,14	0	M013	1	-1	0,14	0	M013	1	-1	0,09	0
M014	1	-1	0,17	0	M014	1	-1	0,18	0	M014	1	-1	0,16	0
M015	1	-1	0,11	0	M015	1	-1	0,12	0	M015	1	-1	0,12	0
M016	1	-1	0,09	0	M016	1	-1	0,1	0	M016	1	-1	0,07	0
M017	1	-1	0,06	0	M017	1	-1	0,07	0	M017	1	-1	0,05	0
M018	1	-1	0,09	0	M018	1	-1	0,13	0	M018	1	-1	0,12	0
M019	1	-1	0,18	0	M019	1	-1	0,18	0	M019	1	-1	0,21	0
M020	1	-1	0,08	0	M020	1	-1	0,09	0	M020	1	-1	0,08	0
M021	1	-1	0,12	0	M021	1	-1	0,13	0	M021	1	-1	0,14	0
M022	1	-1	-0,07	0	M022	1	-1	-0,01	0	M022	1	-1	-0,05	0
M023	1	-1	0,02	0	M023	1	-1	0,03	0	M023	1	-1	0	0
M024	1	-1	0,11	0	M024	1	-1	0,13	0	M024	1	-1	0,1	0
M025	1	-1	0,11	0	M025	1	-1	0,14	0	M025	1	-1	0,11	0
M026	1	-1	-0,02	0	M026	1	-1	0,01	0	M026	1	-1	-0,01	0
M027	1	-1	-0,06	0	M027	1	-1	-0,05	0	M027	1	-1	-0,08	0
M028	1	-1	0,12	0	M028	1	-1	0,14	0	M028	1	-1	0,11	0
M029	1	-1	0,01	0	M029	1	-1	0,03	0	M029	1	-1	-0,03	0
M030	1	-1	-0,17	0	M030	1	-1	-0,15	0	M030	1	-1	-0,19	0
M031	1	-1	-0,25	0	M031	1	-1	-0,23	0	M031	1	-1	-0,31	0
E001	1,5	-1,5	0,09	0	E001	1,5	-1,5	0,08	0	E001	1,5	-1,5	0,07	0
E002	1,5	-1,5	-0,04	0	E002	1,5	-1,5	0	0	E002	1,5	-1,5	-0,01	0
E003	1,5	-1,5	0,14	0	E003	1,5	-1,5	0,11	0	E003	1,5	-1,5	0,18	0
E004	1,5	-1,5	0,24	0	E004	1,5	-1,5	0,2	0	E004	1,5	-1,5	0,25	0
E005	1,5	-1,5	-0,23	0	E005	1,5	-1,5	-0,27	0	E005	1,5	-1,5	-0,22	0
E006	1,5	-1,5	0,04	0	E006	1,5	-1,5	0,03	0	E006	1,5	-1,5	0,01	0
E007	1,5	-1,5	-0,28	0	E007	1,5	-1,5	-0,32	0	E007	1,5	-1,5	-0,35	0
E008	1,5	-1,5	-0,13	0	E008	1,5	-1,5	-0,17	0	E008	1,5	-1,5	-0,21	0
E009	1,5	-1,5	-0,01	0	E009	1,5	-1,5	-0,03	0	E009	1,5	-1,5	-0,05	0
E010	1,5	-1,5	0,27	0	E010	1,5	-1,5	0,25	0	E010	1,5	-1,5	0,24	0
E011	1,5	-1,5	1,23	0	E011	1,5	-1,5	1,25	0	E011	1,5	-1,5	1,19	0
E012	1,5	-1,5	-0,4	0	E012	1,5	-1,5	-0,35	0	E012	1,5	-1,5	-0,43	0
E013	1,5	-1,5	-0,25	0	E013	1,5	-1,5	-0,23	0	E013	1,5	-1,5	-0,3	0
E014	1,5	-1,5	-0,27	0	E014	1,5	-1,5	-0,29	0	E014	1,5	-1,5	-0,34	0
E015	1,5	-1,5	-0,39	0	E015	1,5	-1,5	-0,37	0	E015	1,5	-1,5	-0,45	0
E016	1,5	-1,5	0,08	0	E016	1,5	-1,5	0,03	0	E016	1,5	-1,5	0,06	0
E017	1,5	-1,5	0,04	0	E017	1,5	-1,5	0,02	0	E017	1,5	-1,5	0,03	0
E018	1,5	-1,5	-0,02	0	E018	1,5	-1,5	0	0	E018	1,5	-1,5	-0,01	0
E019	1,5	-1,5	-0,04	0	E019	1,5	-1,5	-0,05	0	E019	1,5	-1,5	-0,04	0
E020	1,5	-1,5	0,01	0	E020	1,5	-1,5	-0,01	0	E020	1,5	-1,5	0	0
E021	1,5	-1,5	-0,09	0	E021	1,5	-1,5	-0,12	0	E021	1,5	-1,5	-0,1	0
E022	1,5	-1,5	-0,14	0	E022	1,5	-1,5	-0,16	0	E022	1,5	-1,5	-0,14	0
E023	1,5	-1,5	0,17	0	E023	1,5	-1,5	0,03	0	E023	1,5	-1,5	0,18	0
E024	1,5	-1,5	0,26	0	E024	1,5	-1,5	0,21	0	E024	1,5	-1,5	0,28	0
E025	1,5	-1,5	0,24	0	E025	1,5	-1,5	0,22	0	E025	1,5	-1,5	0,24	0
E026	1,5	-1,5	0,14	0	E026	1,5	-1,5	0,15	0	E026	1,5	-1,5	0,18	0
E027	1,5	-1,5	0,36	0	E027	1,5	-1,5	0,34	0	E027	1,5	-1,5	0,39	0

Così si è proceduto all'automatizzazione della linea e la produzione del primo lotto di 200 pezzi come fatto per gli altri particolari, sono stati prelevati con le

stesse modalità 30 pezzi e portati in metrologia per la campionatura e la valutazione della capability. Seguono le tabelle con i risultati del Cpk.

Tabella 18 Risultati Cpk del P/N 84422948

Points OK	43		43		43
Points NOK	0		0		0
Percent points OK	100%		100%		100%

Tabella 19 Risultati Cpk del P/N 84425183

Points OK	43		43		43
Points NOK	0		0		0
Percent points OK	100%		100%		100%

5.5 HLBO del P/N 84558397/-470

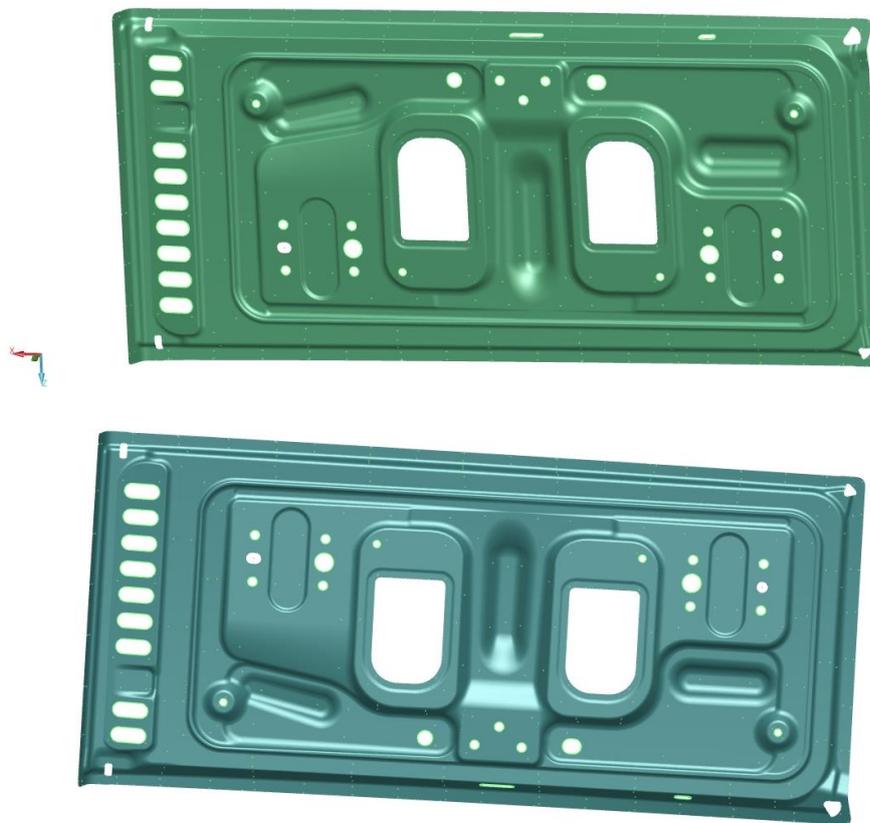


Figura 49 Immagine 3D dei P/N 84558397 e 84558470

ITEM	PICTURE	PROJECT	DESCRIPTION	NOTE	CW1			CW2				
					2	3	4	7	8	9	10	11
					Wed	Thu	Fri	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri
1		84558397	INNER PLATE, LH/RH FML2	Planned							1°	
		84558470		Actual							NOK	
2		84558442	INNER PLATE, LH/RH FML1E	Planned								
		84558480		Actual								
3		84406944	REINFORCEMENT ENGINE CASING	Planned								
				Actual								
4		84406983	REINFORCEMENT BOW ENGINE	Planned								
				Actual								
5		84414208	REINFORCEMENT BOW ENGINE	Planned								
				Actual								
6		84422948	REINF ENGINE CASING UPPER	Planned								
		84425183		Actual								
7		84244979	CAB BRACKET FRONT LH/RH - FM	Planned								
		84245283		Actual								
8		84235905	VERTICAL MEMBER FRONT	Planned								
				Actual								

Figura 50 TimePlan 1° HLBO dei P/N 84558397 e 84558470

Come in figura 50 l'Home Line Buy-Off di questi particolari è stato effettuato come pianificato la CW2 del 2019. Anche questo stampo è un Cx2, ovvero dallo stesso set di stampi vengono estratti 2 particolari diversi, in questo caso speculari.

Come per le altre prove dopo aver posizionato gli stampi all'interno delle presse, si è provveduto a settare i parametri di stampaggio man mano che veniva sviluppato il primo pezzo. Una volta definiti i parametri macchina, valori nominali, si è proceduto con lo stampaggio dei primi 6 particolari, 3 parte sinistra e 3 parte destra, da portare in sala metrologica ed avviare il processo di misura, per verificarne la conformità ai parametri di tolleranza. Mostreremo due tabelle riepilogative con le misure dei punti, poiché il particolare presenta 390 punti di misura alcuni sono stati omessi per una migliore impaginazione.

Tabella 20 Misure dei primi 3 pezzi P/N 84558397

PART 1					PART 2					PART 3				
Point	T up	T down	Measure	DEV	Point	T up	T down	Measure	DEV	Point	T up	T down	Measure	DEV
M001	0,5	-0,5	0,09	0	M001	0,5	-0,5	0,05	0	M001	0,5	-0,5	0,04	0
M002	0,5	-0,5	0,27	0	M002	0,5	-0,5	0,22	0	M002	0,5	-0,5	0,22	0
M003	0,5	-0,5	0,15	0	M003	0,5	-0,5	0,13	0	M003	0,5	-0,5	0,13	0
M004	0,5	-0,5	0,44	0	M004	0,5	-0,5	0,42	0	M004	0,5	-0,5	0,41	0
M005	0,5	-0,5	0,11	0	M005	0,5	-0,5	0,09	0	M005	0,5	-0,5	0,09	0
M050	0,5	-0,5	0,11	0	M050	0,5	-0,5	0,07	0	M050	0,5	-0,5	0,08	0
M051	0,5	-0,5	0,16	0	M051	0,5	-0,5	0,15	0	M051	0,5	-0,5	0,16	0
M052	0,5	-0,5	0,01	0	M052	0,5	-0,5	-0,01	0	M052	0,5	-0,5	0,01	0
M053	0,5	-0,5	0	0	M053	0,5	-0,5	-0,01	0	M053	0,5	-0,5	0	0
M054	0,5	-0,5	-0,14	0	M054	0,5	-0,5	-0,15	0	M054	0,5	-0,5	-0,14	0
M055	0,5	-0,5	-0,07	0	M055	0,5	-0,5	-0,09	0	M055	0,5	-0,5	-0,04	0
M056	0,5	-0,5	-0,22	0	M056	0,5	-0,5	-0,23	0	M056	0,5	-0,5	-0,22	0
M057	0,5	-0,5	-0,13	0	M057	0,5	-0,5	-0,11	0	M057	0,5	-0,5	-0,09	0
M058	0,5	-0,5	-0,34	0	M058	0,5	-0,5	-0,33	0	M058	0,5	-0,5	-0,32	0
M059	0,5	-0,5	-0,12	0	M059	0,5	-0,5	-0,12	0	M059	0,5	-0,5	-0,09	0
M060	0,5	-0,5	-0,31	0	M060	0,5	-0,5	-0,29	0	M060	0,5	-0,5	-0,27	0
M100	0,5	-0,5	0,02	0	M100	0,5	-0,5	0,09	0	M100	0,5	-0,5	0,02	0
M101	0,5	-0,5	-0,01	0	M101	0,5	-0,5	0,03	0	M101	0,5	-0,5	0,01	0
M102	0,5	-0,5	-0,04	0	M102	0,5	-0,5	-0,02	0	M102	0,5	-0,5	-0,02	0
S001	1,5	-1,5	-0,04	0	S001	1,5	-1,5	0	0	S001	1,5	-1,5	0,03	0
S002	1,5	-1,5	-0,02	0	S002	1,5	-1,5	0	0	S002	1,5	-1,5	0,03	0
S003	1,5	-1,5	0,04	0	S003	1,5	-1,5	0,03	0	S003	1,5	-1,5	0,06	0
S004	1,5	-1,5	0,02	0	S004	1,5	-1,5	0,02	0	S004	1,5	-1,5	0,05	0
S005	1,5	-1,5	0,12	0	S005	1,5	-1,5	0,08	0	S005	1,5	-1,5	0,11	0
S089	1,5	-1,5	0,19	0	S089	1,5	-1,5	0,26	0	S089	1,5	-1,5	0,2	0
S090	1,5	-1,5	0,18	0	S090	1,5	-1,5	0,26	0	S090	1,5	-1,5	0,19	0
S091	1,5	-1,5	0,23	0	S091	1,5	-1,5	0,28	0	S091	1,5	-1,5	0,24	0
S092	1,5	-1,5	0,3	0	S092	1,5	-1,5	0,35	0	S092	1,5	-1,5	0,31	0
S093	1,5	-1,5	0,29	0	S093	1,5	-1,5	0,27	0	S093	1,5	-1,5	0,26	0
S094	1,5	-1,5	0,28	0	S094	1,5	-1,5	0,26	0	S094	1,5	-1,5	0,26	0
S095	1,5	-1,5	0,18	0	S095	1,5	-1,5	0,2	0	S095	1,5	-1,5	0,18	0
S184	1,5	-1,5	-0,15	0	S184	1,5	-1,5	-0,17	0	S184	1,5	-1,5	-0,17	0
S185	1,5	-1,5	-0,11	0	S185	1,5	-1,5	-0,13	0	S185	1,5	-1,5	-0,11	0
S186	1,5	-1,5	0,04	0	S186	1,5	-1,5	0,04	0	S186	1,5	-1,5	0,04	0
S187	1,5	-1,5	0,13	0	S187	1,5	-1,5	0,16	0	S187	1,5	-1,5	0,12	0
S188	1,5	-1,5	0,1	0	S188	1,5	-1,5	0,1	0	S188	1,5	-1,5	0,09	0
E009	1	-1	0,16	0	E009	1	-1	0,1	0	E009	1	-1	0,17	0
E010	1	-1	0,06	0	E010	1	-1	0,02	0	E010	1	-1	-0,03	0
E011	1	-1	0,05	0	E011	1	-1	0,06	0	E011	1	-1	-0,04	0
E012	1	-1	0,03	0	E012	1	-1	0,06	0	E012	1	-1	-0,03	0
E061	0,5	-0,5	0,07	0	E061	0,5	-0,5	0,09	0	E061	0,5	-0,5	0,11	0
E062	0,5	-0,5	0,05	0	E062	0,5	-0,5	0,09	0	E062	0,5	-0,5	0,1	0
E063	0,5	-0,5	0,02	0	E063	0,5	-0,5	0,03	0	E063	0,5	-0,5	0	0
E064	0,5	-0,5	0,05	0	E064	0,5	-0,5	0,06	0	E064	0,5	-0,5	0,04	0
E065	0,5	-0,5	-0,03	0	E065	0,5	-0,5	-0,07	0	E065	0,5	-0,5	-0,09	0
E066	0,5	-0,5	-0,02	0	E066	0,5	-0,5	-0,06	0	E066	0,5	-0,5	-0,07	0
H1	1,5	-1,5	-0,2	0	H1	1,5	-1,5	-0,2	0	H1	1,5	-1,5	-0,22	0
H1	1,5	-1,5	-0,01	0	H1	1,5	-1,5	0,02	0	H1	1,5	-1,5	0	0
H2	0,5	-0,5	-0,06	0	H2	0,5	-0,5	-0,04	0	H2	0,5	-0,5	-0,08	0
H2	0,5	-0,5	-0,01	0	H2	0,5	-0,5	0,01	0	H2	0,5	-0,5	-0,01	0
H29	1,5	-1,5	0	0	H29	1,5	-1,5	-0,02	0	H29	1,5	-1,5	-0,06	0
H29	1,5	-1,5	0,09	0	H29	1,5	-1,5	0,03	0	H29	1,5	-1,5	0,01	0
H30	0,5	-0,5	-0,08	0	H30	0,5	-0,5	-0,06	0	H30	0,5	-0,5	-0,1	0
H30	0,5	-0,5	0,02	0	H30	0,5	-0,5	0,05	0	H30	0,5	-0,5	0,04	0

Come si vede dalla tabella inserita sopra, nessun punto è fuori tolleranza, DEV =0, quindi la parte sinistra è conforme. Allo stesso modo viene misurato anche la parte destra.

Tabella 21 Misure dei primi 3 pezzi del P/N 84558470

PART 1					PART 2					PART 3				
Point	T up	T down	Measure	DEV	Point	T up	T down	Measure	DEV	Point	T up	T down	Measure	DEV
M001	0,5	-0,5	0,14	0	M001	0,5	-0,5	0,14	0	M001	0,5	-0,5	0,1	0
M002	0,5	-0,5	0,25	0	M002	0,5	-0,5	0,25	0	M002	0,5	-0,5	0,21	0
M003	0,5	-0,5	0,06	0	M003	0,5	-0,5	0,07	0	M003	0,5	-0,5	0,05	0
M004	0,5	-0,5	0,29	0	M004	0,5	-0,5	0,31	0	M004	0,5	-0,5	0,28	0
M005	0,5	-0,5	0,09	0	M005	0,5	-0,5	0,07	0	M005	0,5	-0,5	0,06	0
M060	0,5	-0,5	-0,27	0	M060	0,5	-0,5	-0,31	0	M060	0,5	-0,5	-0,27	0
M061	0,5	-0,5	-0,08	0	M061	0,5	-0,5	-0,1	0	M061	0,5	-0,5	-0,07	0
M062	0,5	-0,5	-0,18	0	M062	0,5	-0,5	-0,21	0	M062	0,5	-0,5	-0,2	0
M063	0,5	-0,5	-0,11	0	M063	0,5	-0,5	-0,12	0	M063	0,5	-0,5	-0,13	0
M064	0,5	-0,5	-0,14	0	M064	0,5	-0,5	-0,17	0	M064	0,5	-0,5	-0,17	0
M065	0,5	-0,5	-0,51	0,01	M065	0,5	-0,5	-0,51	0,01	M065	0,5	-0,5	-0,5	0
M066	0,5	-0,5	-0,37	0	M066	0,5	-0,5	-0,37	0	M066	0,5	-0,5	-0,36	0
M067	0,5	-0,5	-0,3	0	M067	0,5	-0,5	-0,31	0	M067	0,5	-0,5	-0,3	0
M068	0,5	-0,5	-0,2	0	M068	0,5	-0,5	-0,23	0	M068	0,5	-0,5	-0,23	0
M069	0,5	-0,5	-0,14	0	M069	0,5	-0,5	-0,14	0	M069	0,5	-0,5	-0,14	0
M070	0,5	-0,5	-0,01	0	M070	0,5	-0,5	-0,01	0	M070	0,5	-0,5	-0,01	0
M100	0,5	-0,5	-0,12	0	M100	0,5	-0,5	-0,08	0	M100	0,5	-0,5	-0,09	0
M101	0,5	-0,5	-0,13	0	M101	0,5	-0,5	-0,1	0	M101	0,5	-0,5	-0,12	0
M102	0,5	-0,5	-0,14	0	M102	0,5	-0,5	-0,1	0	M102	0,5	-0,5	-0,12	0
S001	1,5	-1,5	-0,29	0	S001	1,5	-1,5	-0,3	0	S001	1,5	-1,5	-0,3	0
S002	1,5	-1,5	-0,24	0	S002	1,5	-1,5	-0,23	0	S002	1,5	-1,5	-0,23	0
S003	1,5	-1,5	-0,08	0	S003	1,5	-1,5	-0,08	0	S003	1,5	-1,5	-0,09	0
S004	1,5	-1,5	-0,12	0	S004	1,5	-1,5	-0,11	0	S004	1,5	-1,5	-0,13	0
S005	1,5	-1,5	0,02	0	S005	1,5	-1,5	0,03	0	S005	1,5	-1,5	0,02	0
S090	1,5	-1,5	0,05	0	S090	1,5	-1,5	0,09	0	S090	1,5	-1,5	0,09	0
S091	1,5	-1,5	0,09	0	S091	1,5	-1,5	0,1	0	S091	1,5	-1,5	0,1	0
S092	1,5	-1,5	0,15	0	S092	1,5	-1,5	0,17	0	S092	1,5	-1,5	0,16	0
S093	1,5	-1,5	0,18	0	S093	1,5	-1,5	0,17	0	S093	1,5	-1,5	0,17	0
S094	1,5	-1,5	0,19	0	S094	1,5	-1,5	0,16	0	S094	1,5	-1,5	0,16	0
S095	1,5	-1,5	0,09	0	S095	1,5	-1,5	0,09	0	S095	1,5	-1,5	0,09	0
S183	1,5	-1,5	0,02	0	S183	1,5	-1,5	0,06	0	S183	1,5	-1,5	0	0
S184	1,5	-1,5	0,07	0	S184	1,5	-1,5	0,05	0	S184	1,5	-1,5	-0,04	0
S185	1,5	-1,5	-0,13	0	S185	1,5	-1,5	-0,16	0	S185	1,5	-1,5	-0,18	0
S186	1,5	-1,5	-0,05	0	S186	1,5	-1,5	-0,08	0	S186	1,5	-1,5	-0,08	0
S187	1,5	-1,5	-0,01	0	S187	1,5	-1,5	0,03	0	S187	1,5	-1,5	0,03	0
S188	1,5	-1,5	0	0	S188	1,5	-1,5	0	0	S188	1,5	-1,5	0,02	0
E009	1	-1	0,32	0	E009	1	-1	0,33	0	E009	1	-1	0,26	0
E010	1	-1	0,16	0	E010	1	-1	0,13	0	E010	1	-1	0,11	0
E011	1	-1	0,12	0	E011	1	-1	0,17	0	E011	1	-1	0,13	0
E012	1	-1	-0,01	0	E012	1	-1	0,1	0	E012	1	-1	0,01	0
E018	0,5	-0,5	0	0	E018	0,5	-0,5	-0,15	0	E018	0,5	-0,5	-0,03	0
E019	0,5	-0,5	-0,68	0,18	E019	0,5	-0,5	-0,6	0,1	E019	0,5	-0,5	-0,61	0,11
E020	0,5	-0,5	-0,61	0,11	E020	0,5	-0,5	-0,53	0,03	E020	0,5	-0,5	-0,53	0,03
E021	0,5	-0,5	-0,44	0	E021	0,5	-0,5	-0,37	0	E021	0,5	-0,5	-0,37	0
E064	0,5	-0,5	-0,07	0	E064	0,5	-0,5	-0,05	0	E064	0,5	-0,5	-0,02	0
E065	0,5	-0,5	0,06	0	E065	0,5	-0,5	0,08	0	E065	0,5	-0,5	-0,01	0
E066	0,5	-0,5	0,12	0	E066	0,5	-0,5	0,07	0	E066	0,5	-0,5	0,01	0
H1	1,5	-1,5	-0,15	0	H1	1,5	-1,5	-0,13	0	H1	1,5	-1,5	-0,14	0
H1	1,5	-1,5	0,02	0	H1	1,5	-1,5	0,08	0	H1	1,5	-1,5	0,02	0
H2	0,5	-0,5	-0,08	0	H2	0,5	-0,5	-0,03	0	H2	0,5	-0,5	-0,05	0
H2	0,5	-0,5	-0,1	0	H2	0,5	-0,5	-0,05	0	H2	0,5	-0,5	-0,08	0
H29	1,5	-1,5	0,15	0	H29	1,5	-1,5	0,21	0	H29	1,5	-1,5	0,17	0
H29	1,5	-1,5	0,17	0	H29	1,5	-1,5	0,16	0	H29	1,5	-1,5	0,16	0
H30	0,5	-0,5	-0,11	0	H30	0,5	-0,5	-0,05	0	H30	0,5	-0,5	-0,07	0

Invece la mano destra presenta dei punti fuori tolleranza, righe marcate in rosso, questo per evidenziare il DEV≠0 cioè quei punti: M65, E19 ed E20, che presentano una deviazione, rispettivamente, di 0.01, 0.18 e 0.11 mm rispetto al massimo della tolleranza (0.5), questo comporta ad una non conformità del particolare, quindi è stato necessario apportare delle modifiche al set di stampi e riprogrammare un'altra prova.

Infatti come possiamo notare sul grafico del TimePlan, sotto la dicitura 1° HLBO vediamo scritto “NOK” con uno sfondo giallo, questo sta ad indicare il fatto che si necessita di un ulteriore loop.

ITEM	PICTURE	PROJECT	DESCRIPTION	NOTE	CW13				CW14				
					26	27	28	29	1	2	3	4	5
					Tue	Wed	Thu	Fri	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri
1		84558397 84558470	INNER PLATE, LH/RH FML2	Planned					Make correction by Matrici				2°
				Actual									OK
2		84558442 84558480	INNER PLATE, LH/RH FML1E	Planned	Make correction by Matrici							3°	
				Actual									
3		84406944	REINFORCEMENT ENGINE CASING	Planned							P		
				Actual									
4		84406983	REINFORCEMENT BOW ENGINE	Planned									
				Actual									
5		84414208	REINFORCEMENT BOW ENGINE	Planned									
				Actual									
6		84422948 84425183	REINF ENGINE CASING UPPER	Planned									
				Actual									
7		84244979 84245283	CAB BRACKET FRONT LH/RH - FM	Planned									
				Actual									
8		84235905	VERTICAL MEMBER FRONT	Planned									
				Actual									

Figura 51 TimePlan del 2° HLBO dei P/N 84558397 e 84558470

Come si evince dal grafico la settimana, per apportare le modifiche ed effettuare il secondo HLBO, individuata è la CW14. Nei primi tre giorni della settimana sono state effettuate le modifiche sull’OP30 ovvero sulla trancia, per i punti E19 ed E20 riducendola qualche millimetro e sulla OP.50 l’assestamento per il punto M65. Queste modifiche sono state apportate all’interno della IMC, poiché in questa azienda esiste tutto un padiglione dedicato alla manutenzione stampi. Una volta terminate, si è passati nuovamente alle prove di stampaggio.

Quindi il 2° HLBO è stato effettuato, dopo aver apportato le opportune correzioni, il venerdì della CW14, come da accordi. La precedente prova era stata interrotta al primo step, ovvero durante lo stampaggio manuale poiché il pezzo risultava essere fuori tolleranza. Durante la 2° prova si è ripartiti con lo

stampaggio manuale, controllando visivamente tutti e 4 i passaggi necessari per avere il prodotto finito. Una volta stampato il pezzo, si è passato alla misurazione per verificare che le modifiche avessero effettivamente migliorato la qualità del componente. Di seguito mostreremo la pagina del report che mostra i punti in questione:

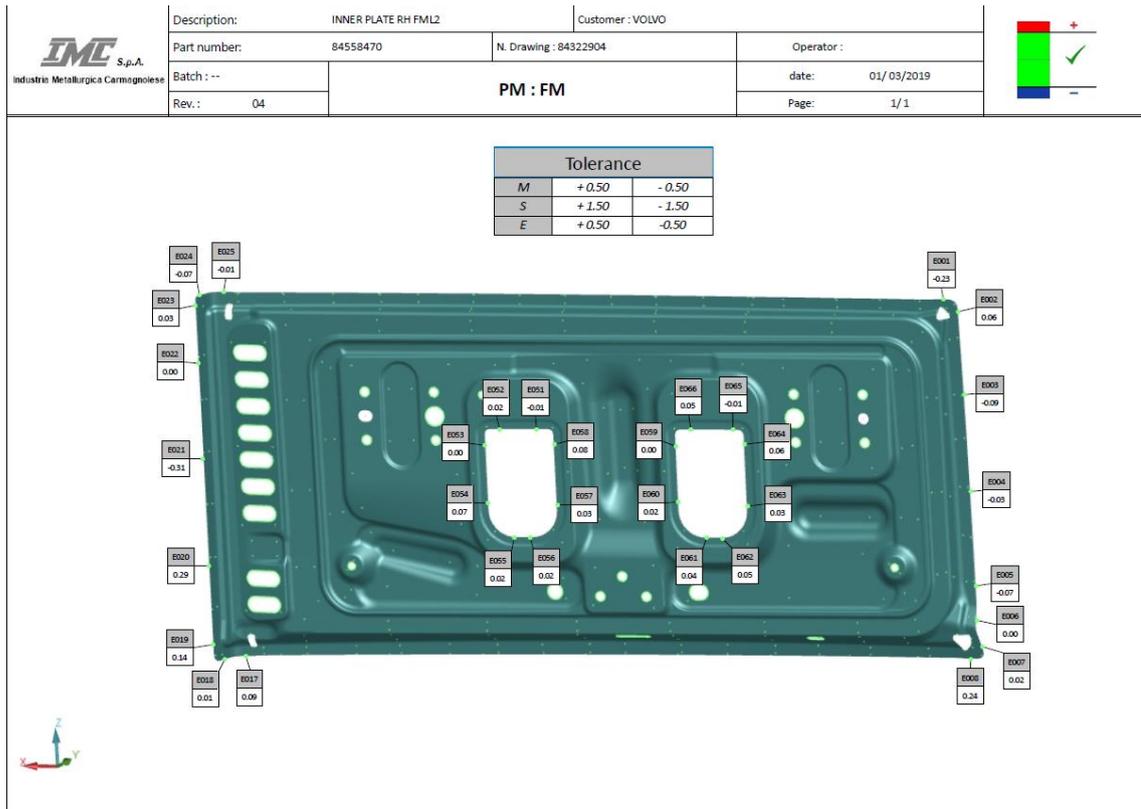


Figura 52 Report di misura dopo la modifica del P/N 84558470

Come possiamo vedere dal report i punti E19 ed E20, hanno una deviazione di 0.14 mm e 0.29 mm essendo i limiti di tolleranza +/- 0.5mm, si può concludere dicendo che dopo la modifica il pezzo è divenuto conforme, quindi come da prassi si è proceduto allo stampaggio di 200 pezzi per codice, ricordiamo che lo stampo è Cx2, sono stati prelevati a campione 60 pezzi, che verranno utilizzati per i rilevamenti statistici utili al PPAP, di seguito verranno inserite due tabelle dove vengono mostrati i risultati del Cpk per entrambi i particolari.

Tabella 22 Risultati Cpk del P/N 84558397

Points OK	75		75		73
Points NOK	0		0		2
Percent points OK	100%		100%		97%

Tabella 23 Risultati Cpk del P/N 84558470

Points OK	75		75		75
Points NOK	0		0		0
Percent points OK	100%		100%		100%

In base a quanto visto nella pianificazione originaria, il PPAP di ogni pezzo doveva essere presentato entro la CW14 ma a causa di numerosi imprevisti non avvenuti in IMC, la Volvo ha deciso di spostare il PPAP per CW16. Grazie a questo spostamento siamo stati in grado di effettuare queste nuove modifiche.

5.6 HLBO del P/N 84558442/-480



Figura 53 Immagine 3D dei P/N 84558442/480

ITEM	PICTURE	PROJECT	DESCRIPTION	NOTE	CW3					CW4				
					14	15	16	17	18	21	22	23	24	25
					Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri
1		84558397	INNER PLATE, LH/RH FML2	Planned										
		84558470		Actual										
2		84558442	INNER PLATE, LH/RH FML1E	Planned										1°
		84558480		Actual										NOK
3		84406944	REINFORCEMENT ENGINE CASING	Planned										
				Actual										
4		84406983	REINFORCEMENT BOW ENGINE	Planned										
				Actual										
5		84414208	REINFORCEMENT BOW ENGINE	Planned										
				Actual										
6		84422948	REINF ENGINE CASING UPPER	Planned						ppap documentation				
		84425183		Actual										
7		84244979	CAB BRACKET FRONT LH/RH - FM	Planned										
		84245283		Actual										
8		84235905	VERTICAL MEMBER FRONT	Planned										
				Actual										

Figura 54 TimePlan 1° HLBO del P/N 84558442/480

L'HLBO di questo particolare è stato pianificato per la CW04 del 2019, ovvero 2 settimane dopo il particolare precedente. Questo stampo come il precedente è un Cx2, due pezzi diversi prodotti ogni colpo, in questo caso, speculari. Il loro nome sarà uguale ma uno avrà la sigla LH (left hand) e l'altro RH (right hand).

Stessa identica prassi seguita nelle altre prove, montare gli stampi sotto la pressa, fissare i parametri nominali di stampaggio e controllare visivamente i risultati di tutti e 4 le stazioni fino ad avere il prodotto finito, una volta stampati i primi pezzi vengono portati direttamente in sala metrologica per ottenere le misure del pezzo. Dopo le misurazioni si nota che anche questo particolare presenta dei difetti, ovvero alcuni punti risultano fuori tolleranza, di seguito mostreremo una pagina del report di misura del particolare 84558442 dove si vedono i punti "incriminati".

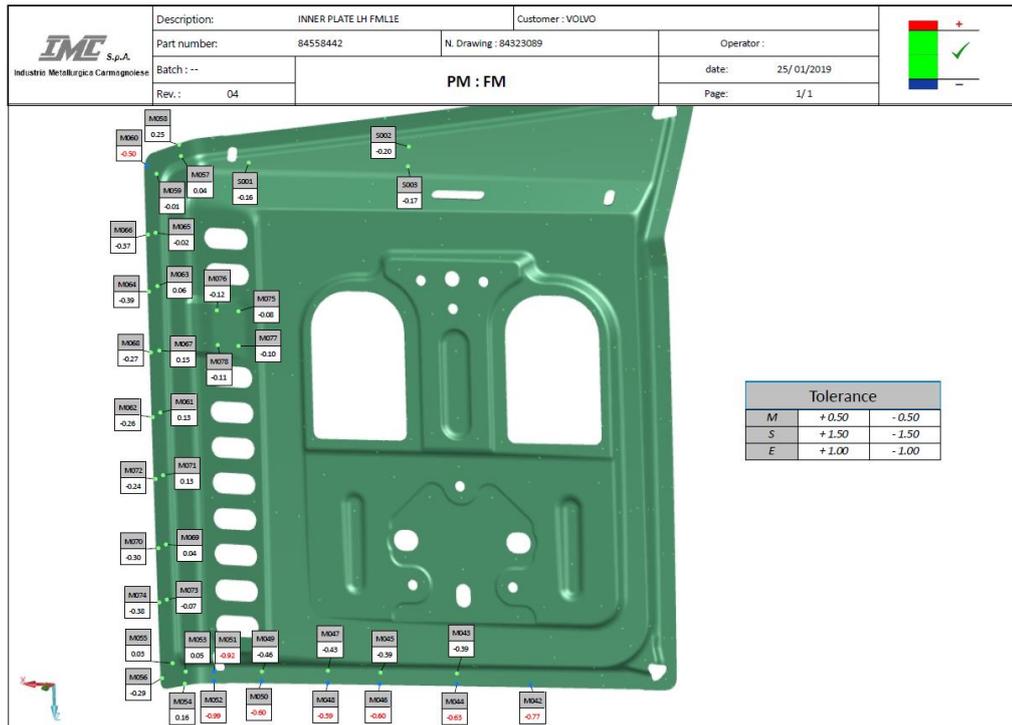


Figura 55 Report di misura del P/N 84558442

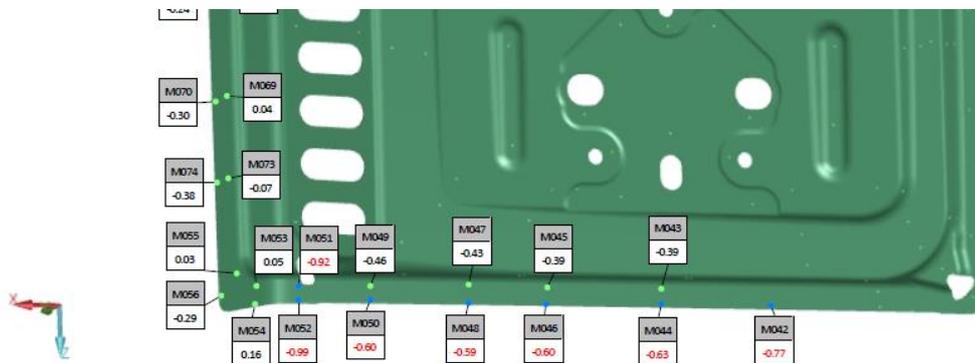


Figura 56 Ingrandimento del report di misura del P/N 84558442

I punti che risultano essere fuori tolleranza sono dei punti di volume della superficie di accoppiamento, punti M, e sono: M42, M44, M46, M48, M49, M50, M51, M52. Anche il particolare 84558480, è affetto da errori geometrici, di seguito mostreremo due pagine del report di misura dove si palesano questi errori:

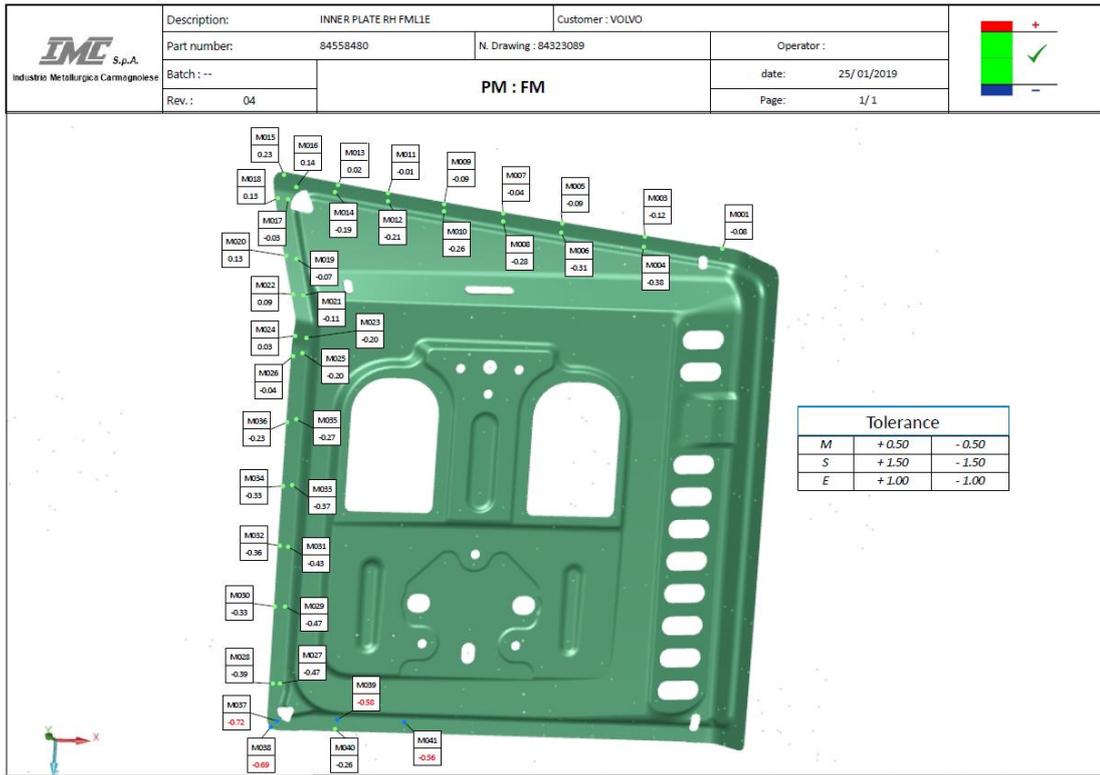


Figura 57 Report di misura del P/N 84558480 1/2



Figura 58 Ingrandimento del report di misura del P/N 84558480 1/2

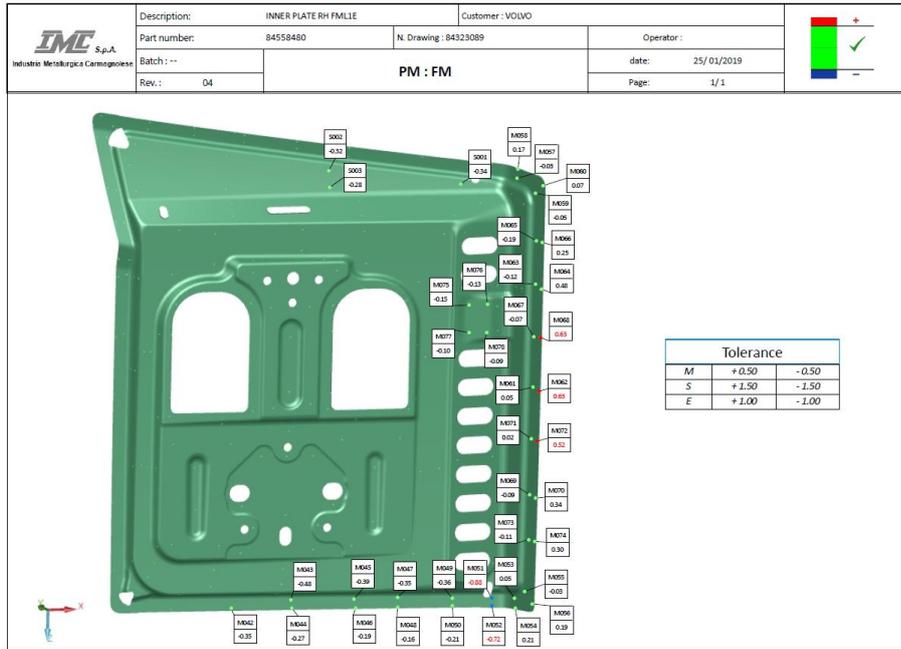


Figura 59 Report di misura del P/N 84558480 2/2

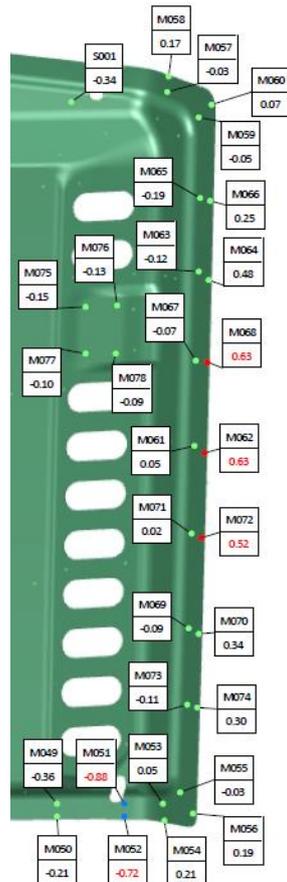


Figura 60 Ingrandimento del report di misura del P/N 84558480 2/2

Come si può vedere nel dettaglio del primo foglio, i punti fuori tolleranza sono: M37, M38, M39, M41 e nel secondo dettaglio i punti M51, M52, M62, M68, M72.

Alla luce di tutte queste non conformità, dopo il primo step si interrompe la prova, in quanto la risoluzione dei problemi non può essere fatta “on-line” ma bisogna apportare delle correzioni strutturali agli stampi per migliorare la qualità del pezzo.

ITEM	PICTURE	PROJECT	DESCRIPTION	NOTE	CW7				
					11	12	13	14	15
					Mon	Tue	Wed	Thu	Fri
1		84558397	INNER PLATE, LH/RH FML2	Planned					
		84558470		Actual					
2		84558442	INNER PLATE, LH/RH FML1E	Planned	Make correction by Matrici				2°
		84558480		Actual					NOK
3		84406944	REINFORCEMENT ENGINE CASING	Planned					
				Actual					
4		84406983	REINFORCEMENT BOW ENGINE	Planned					
				Actual					
5		84414208	REINFORCEMENT BOW ENGINE	Planned					
				Actual					
6		84422948	REINF ENGINE CASING UPPER	Planned					
		84425183		Actual					
7		84244979	CAB BRACKET FRONT LH/RH - FM	Planned					
		84245283		Actual					
8		84235905	VERTICAL MEMBER FRONT	Planned					
				Actual					

Figura 61 TimePlan del 2° HLBO dei P/N 84558442 e 84558480

Quindi viene pianificato, nel TimePlan, un periodo di tempo in cui verranno apportate queste modifiche e di conseguenza sarà necessario effettuare un secondo loop. La settimana per effettuare queste modifiche è stata la CW7, le modifiche sono state effettuate dal lunedì fino al giovedì e il venerdì come da prassi, è stato fatto il secondo loop di HLBO.

Sono stati riposizionati gli stampi e ricaricati i parametri nominali di stampaggio settati la volta precedente, si è subito proceduto allo stampaggio di un solo particolare in manuale e portato subito al collaudo per valutare i risultati della modifica, di seguito verrà inserita una pagina del report di misura del particolare 84558442:

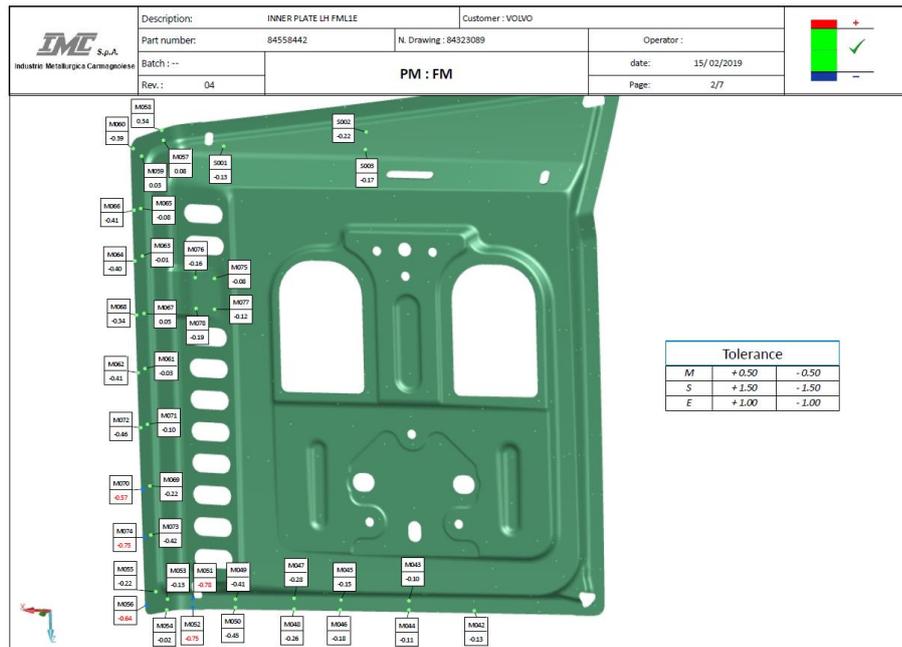


Figura 62 Report di misura del 2° HLBO P/N 84558442

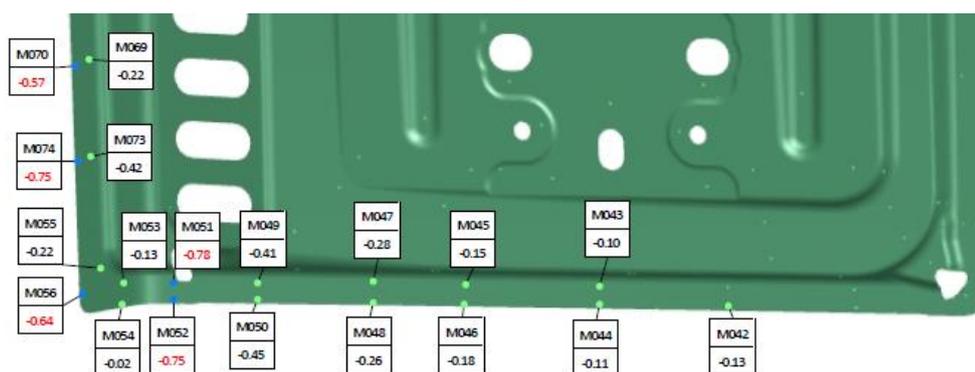


Figura 63 Ingradimento report di misura 2° HLBO P/N 84558442

Purtroppo come si vede nel dettaglio sono rimasti dei punti ancora “fuori tolleranza” e sono: M51, M52, M56, M74 e M70. Alcuni punti raggiungo il valore di -0.78/-0.75 ove la tolleranza minima è -0.5, quindi si tratta di punti che sono oltre il 50% fuori tolleranza e questo non è accettabile secondo le normative Volvo, ciò comporta ad un’ovvia conclusione, bisogna effettuare un 3° loop.

Per quanto riguarda l’altra mano, 84558480, come vedremo dal report sottostante, le correzioni hanno sortito l’effetto sperato, ovvero tutti i punti rientrano nei limi di tolleranza.

Chiaramente ciò non basta per evitare un 3° loop in quanto l’altro particolare è decisamente sotto il livello qualitativo. Quindi anche questa prova è stata interrotta al primo step.

ITEM	PICTURE	PROJECT	DESCRIPTION	NOTE	CW13				CW14					
					26	27	28	29	1	2	3	4	5	
					Tue	Wed	Thu	Fri	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	
1		84558397	INNER PLATE,	Planned					Make correction by Matrici					2°
		84558470	LH/RH FML2	Actual					NOK					
2		84558442	INNER PLATE,	Planned	Make correction by Matrici								3°	
		84558480	LH/RH FML1E	Actual									OK	
3		84406944	REINFORCEMENT	Planned							P			
4		84406983	ENGINE CASING	Planned										
			REINFORCEMENT	Actual										
5		84414208	BOW ENGINE	Planned										
			REINFORCEMENT	Actual										
6		84422948	REINF ENGINE	Planned										
		84425183	CASING UPPER	Actual										
7		84244979	CAB BRACKET	Planned										
		84245283	FRONT LH/RH - FM	Actual										
8		84235905	VERTICAL MEMBER	Planned										
			FRONT	Actual										

Figura 64 TimePlan del 3° HLBO dei P/N 84558442 e 84558480

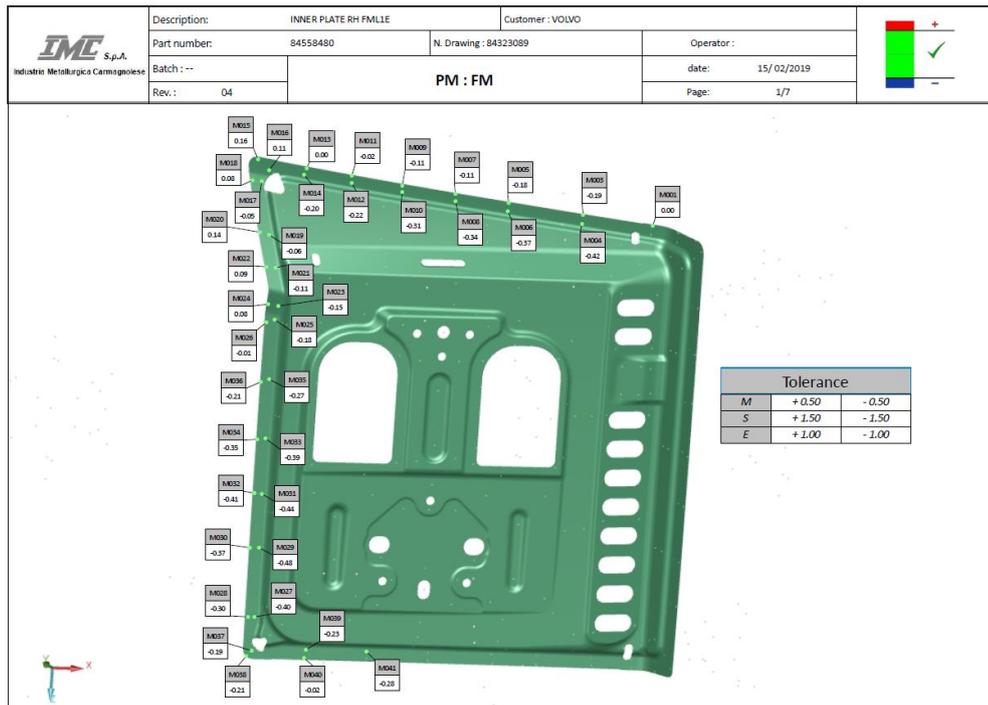


Figura 65 Report di misura del 2° HLBO P/N 84558480

Questa volta a differenza dell'altra prova le correzioni e la prova di stampaggio non sono state effettuate nella stessa settimana, ma le correzioni sono state effettuate per tutta la CW13 del 2019 mentre per la prova di stampaggio è stato dedicato un solo giorno, il giovedì della settimana 14.

Quindi come da prassi si è partiti il giovedì mattina con la linea già impostata per lo stampaggio sia manuale che automatico. Per velocizzare il processo: i primi 3 pezzi vengono stampati direttamente in automatico e portato in sala metrologica per effettuare le misure.

Tabella 24 Riepologo delle misure del 3° HLBO P/N 84558442

PART 1					PART 2					PART 3				
Point	T Up	T Down	Measure	DEV	Point	T Up	T Down	Measure	DEV	Point	T Up	T Down	Measure	DEV
SD206BM1L	-0,5	0,5	-0,21	0	SD206BM1L	-0,5	0,5	-0,23	0	SD206BM1L	-0,5	0,5	-0,23	0
SD040AM2L	-0,5	0,5	0,05	0	SD040AM2L	-0,5	0,5	0,02	0	SD040AM2L	-0,5	0,5	-0,01	0
SD040AM1L	-0,5	0,5	-0,28	0	SD040AM1L	-0,5	0,5	-0,32	0	SD040AM1L	-0,5	0,5	-0,31	0
SD040BM2L	-0,5	0,5	0,1	0	SD040BM2L	-0,5	0,5	0,13	0	SD040BM2L	-0,5	0,5	0,15	0
SD040BM1L	-0,5	0,5	-0,09	0	SD040BM1L	-0,5	0,5	-0,04	0	SD040BM1L	-0,5	0,5	-0,01	0
SD206CM1L	-0,5	0,5	-0,03	0	SD206CM1L	-0,5	0,5	0,06	0	SD206CM1L	-0,5	0,5	0,06	0
SD041BM1L	-0,5	0,5	0,15	0	SD041BM1L	-0,5	0,5	0,08	0	SD041BM1L	-0,5	0,5	0,09	0
SD041BM2L	-0,5	0,5	-0,04	0	SD041BM2L	-0,5	0,5	-0,09	0	SD041BM2L	-0,5	0,5	-0,09	0
SD041AM1L	-0,5	0,5	0,1	0	SD041AM1L	-0,5	0,5	0,05	0	SD041AM1L	-0,5	0,5	0,05	0
SD041AM2L	-0,5	0,5	-0,05	0	SD041AM2L	-0,5	0,5	-0,09	0	SD041AM2L	-0,5	0,5	-0,1	0
SD206FM1L	-0,5	0,5	0,25	0	SD206FM1L	-0,5	0,5	0,22	0	SD206FM1L	-0,5	0,5	0,2	0
DO027CM1L	-0,5	0,5	0,12	0	DO027CM1L	-0,5	0,5	0,09	0	DO027CM1L	-0,5	0,5	0,1	0
DO027CM2L	-0,5	0,5	0	0	DO027CM2L	-0,5	0,5	-0,03	0	DO027CM2L	-0,5	0,5	-0,02	0
DO027BM1L	-0,5	0,5	0,2	0	DO027BM1L	-0,5	0,5	0,13	0	DO027BM1L	-0,5	0,5	0,12	0
DO027BM2L	-0,5	0,5	0,08	0	DO027BM2L	-0,5	0,5	0,02	0	DO027BM2L	-0,5	0,5	0	0
DO027AM1L	-0,5	0,5	0,07	0	DO027AM1L	-0,5	0,5	-0,01	0	DO027AM1L	-0,5	0,5	-0,01	0
DO027AM2L	-0,5	0,5	-0,05	0	DO027AM2L	-0,5	0,5	-0,13	0	DO027AM2L	-0,5	0,5	-0,13	0
SD039BM1L	-0,5	0,5	0,18	0	SD039BM1L	-0,5	0,5	0,1	0	SD039BM1L	-0,5	0,5	0,11	0
SD039BM2L	-0,5	0,5	0,2	0	SD039BM2L	-0,5	0,5	0,14	0	SD039BM2L	-0,5	0,5	0,14	0
SD206EM1L	-0,5	0,5	0	0	SD206EM1L	-0,5	0,5	-0,05	0	SD206EM1L	-0,5	0,5	-0,06	0
SD208AS1L	-1,5	1,5	0,04	0	SD208AS1L	-1,5	1,5	-0,03	0	SD208AS1L	-1,5	1,5	-0,02	0
SD208BS1L	-1,5	1,5	-0,02	0	SD208BS1L	-1,5	1,5	-0,1	0	SD208BS1L	-1,5	1,5	-0,1	0
SD039AM1L	-0,5	0,5	0,28	0	SD039AM1L	-0,5	0,5	0,21	0	SD039AM1L	-0,5	0,5	0,2	0
SD039AM2L	-0,5	0,5	0,2	0	SD039AM2L	-0,5	0,5	0,14	0	SD039AM2L	-0,5	0,5	0,14	0
SD206AM1L	-0,5	0,5	0,14	0	SD206AM1L	-0,5	0,5	0,08	0	SD206AM1L	-0,5	0,5	0,05	0
SD206DM1L	-0,5	0,5	-0,11	0	SD206DM1L	-0,5	0,5	-0,08	0	SD206DM1L	-0,5	0,5	-0,08	0
SD210BS1L	-1,5	1,5	0,03	0	SD210BS1L	-1,5	1,5	-0,03	0	SD210BS1L	-1,5	1,5	-0,02	0
SD210CS1L	-1,5	1,5	0,19	0	SD210CS1L	-1,5	1,5	0,12	0	SD210CS1L	-1,5	1,5	0,12	0
SD210DS1L	-1,5	1,5	-0,04	0	SD210DS1L	-1,5	1,5	-0,11	0	SD210DS1L	-1,5	1,5	-0,12	0
SD210AS1L	-1,5	1,5	-0,03	0	SD210AS1L	-1,5	1,5	-0,06	0	SD210AS1L	-1,5	1,5	-0,07	0
SD040AE1L	-0,5	0,5	-0,19	0	SD040AE1L	-0,5	0,5	-0,15	0	SD040AE1L	-0,5	0,5	-0,17	0
SD040BE1L	-0,5	0,5	-0,23	0	SD040BE1L	-0,5	0,5	-0,2	0	SD040BE1L	-0,5	0,5	-0,21	0
DO027CE1L	-0,5	0,5	-0,15	0	DO027CE1L	-0,5	0,5	-0,11	0	DO027CE1L	-0,5	0,5	-0,06	0
DO027BE1L	-0,5	0,5	-0,08	0	DO027BE1L	-0,5	0,5	-0,07	0	DO027BE1L	-0,5	0,5	-0,06	0
DO027AE1L	-0,5	0,5	0,09	0	DO027AE1L	-0,5	0,5	0,02	0	DO027AE1L	-0,5	0,5	0,04	0
SD041AE1L	-0,5	0,5	-0,09	0	SD041AE1L	-0,5	0,5	-0,12	0	SD041AE1L	-0,5	0,5	-0,16	0
SD041BE1L	-0,5	0,5	-0,27	0	SD041BE1L	-0,5	0,5	-0,23	0	SD041BE1L	-0,5	0,5	-0,16	0
SD039BE1L	-0,5	0,5	-0,04	0	SD039BE1L	-0,5	0,5	-0,01	0	SD039BE1L	-0,5	0,5	0,02	0
SD039AE1L	-0,5	0,5	-0,21	0	SD039AE1L	-0,5	0,5	-0,23	0	SD039AE1L	-0,5	0,5	-0,24	0
2D (REC1,REC2_M	-0,5	0,5	0,01	0	2D (REC1,REC2_M	-0,5	0,5	0	0	2D (REC1,REC2_M	-0,5	0,5	0	0
2D (REC7,REC8_M	-0,5	0,5	-0,04	0	2D (REC7,REC8_M	-0,5	0,5	-0,06	0	2D (REC7,REC8_M	-0,5	0,5	-0,06	0
2D (REC3,REC4_M	-0,5	0,5	0,02	0	2D (REC3,REC4_M	-0,5	0,5	0,01	0	2D (REC3,REC4_M	-0,5	0,5	0,01	0
2D (REC5,REC6_M	-0,5	0,5	0	0	2D (REC5,REC6_M	-0,5	0,5	-0,01	0	2D (REC5,REC6_M	-0,5	0,5	-0,01	0

Fortunatamente per quanto riguarda il particolare 84558442, la DEV è 0, ovvero tutti i punti sono all'interno del limite di tolleranza. Così immediatamente si è proceduto allo stampaggio in automatico dei 200 pezzi di ogni particolare, quindi 400 in totale, ne sono stati estratti a campione 30 per ogni mano che verranno utilizzati come le altre volte per la campionatura e la capability.

Di seguito le tabelle di riassunto sul Cpk.

Tabella 25 Risultati Cpk del P/N 84558442

Points OK	67		67		64
Points NOK	0		0		3
Percent points OK	100%		100%		96%

Tabella 26 Risultati Cpk del P/N 84558480

Points OK	67		67		62
Points NOK	0		0		5
Percent points OK	100%		100%		93%

5.7 HLBO del P/N 84235905

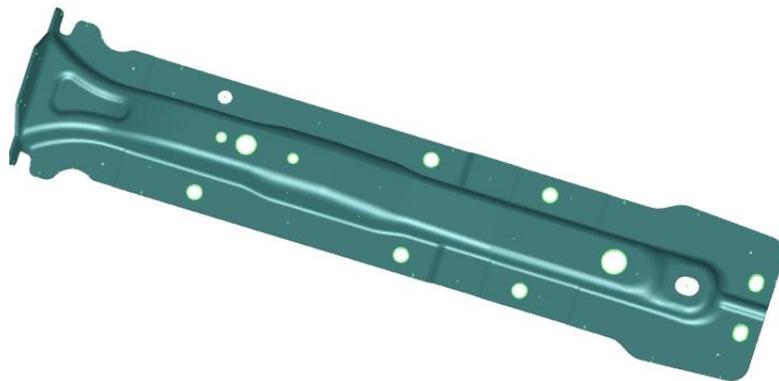


Figura 66 Immagine 3D del P/N 84235905

ITEM	PICTURE	PROJECT	DESCRIPTION	NOTE	CW4		CW5				CW6					
					24	25	28	29	30	31	1	4	5	6	7	8
					Thu	Fri	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri
1		84558397 84558470	INNER PLATE, LH/RH FML2	Planned												
				Actual												
2		84558442 84558480	INNER PLATE, LH/RH FML1E	Planned												
				Actual	1°											
					NOK Open issue: some point out of tolerance											
3		84406944	REINFORCEMENT ENGINE CASING	Planned												
				Actual												
4		84406983	REINFORCEMENT BOW ENGINE	Planned												
				Actual												
5		84414208	REINFORCEMENT BOW ENGINE	Planned												
				Actual												
6		84422948 84425183	REINF ENGINE CASING UPPER	Planned												
				Actual												
7		84244979 84245283	CAB BRACKET FRONT LH/RH - FM	Planned												
				Actual												
8		84235905	VERTICAL MEMBER FRONT	Planned												
				Actual											1°	
					NOK Open											

Figura 67 TimePlan del 1° HLBO del P/N 84235905

L'HLBO di questo particolare ha avuto inizio CW6 del 2019, come di consuetudine il fine settimana, si è proceduto secondo lo stesso schema,

posizionando gli stampi sotto pressa, sono stati identificati i parametri macchina ottimali e si è iniziato con la prova di stampaggio manuale, avendo prodotto 3 particolari si è passati ad una verifica dimensionale per valutare la qualità del particolare, come si vede nel report del collaudo, alcuni punti, identificate le righe in rosso, presentano delle misure fuori tolleranza:

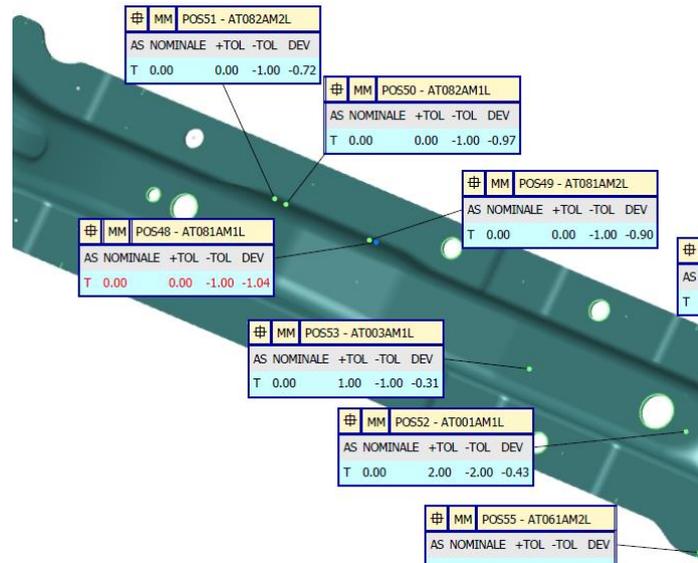


Figura 68 Ingrandimento report di misura P/N 84235905

Tabella 27 Riepilogo delle misurazione sul P/N 84235905

PART 1					PART 2					PART 3				
Point	Tol Up	Tol Down	Measure	DEV	Point	Tol Up	Tol Down	Measure	DEV	Point	Tol Up	Tol Down	Measure	DEV
AT058AE1L	1.5	-1.5	-0.08	0	AT058AE1L	1.5	-1.5	-0.1	0	AT058AE1L	1.5	-1.5	-0.11	0
AT059AE1L	1.5	-1.5	-0.03	0	AT059AE1L	1.5	-1.5	-0.07	0	AT059AE1L	1.5	-1.5	-0.08	0
AT060AE1L	1.5	-1.5	0.01	0	AT060AE1L	1.5	-1.5	0	0	AT060AE1L	1.5	-1.5	0.01	0
AT060AE2L	1.5	-1.5	-0.57	0	AT060AE2L	1.5	-1.5	-0.57	0	AT060AE2L	1.5	-1.5	-0.57	0
AT061AE1L	1.5	-1.5	-0.3	0	AT061AE1L	1.5	-1.5	-0.31	0	AT061AE1L	1.5	-1.5	-0.28	0
AT061AE2L	1.5	-1.5	-0.04	0	AT061AE2L	1.5	-1.5	-0.06	0	AT061AE2L	1.5	-1.5	-0.09	0
AT062AE1L	0	-2	-1.69	0	AT062AE1L	0	-2	-1.69	0	AT062AE1L	0	-2	-1.66	0
AT062AE2L	0	-2	-1.37	0	AT062AE2L	0	-2	-1.36	0	AT062AE2L	0	-2	-1.36	0
AT063AE1L	0	-2	-1.37	0	AT063AE1L	0	-2	-1.4	0	AT063AE1L	0	-2	-1.37	0
AT063AE2L	0	-2	-1.13	0	AT063AE2L	0	-2	-1.13	0	AT063AE2L	0	-2	-1.14	0
AT064AE1L	0	-2	-1.36	0	AT064AE1L	0	-2	-1.37	0	AT064AE1L	0	-2	-1.32	0
AT064AE2L	0	-2	-1.01	0	AT064AE2L	0	-2	-0.98	0	AT064AE2L	0	-2	-1.03	0
AT065AE1L	1.5	-1.5	-0.13	0	AT065AE1L	1.5	-1.5	-0.17	0	AT065AE1L	1.5	-1.5	-0.11	0
AT065AE2L	1.5	-1.5	0.25	0	AT065AE2L	1.5	-1.5	0.27	0	AT065AE2L	1.5	-1.5	0.21	0
AT066AE1L	1.5	-1.5	-0.13	0	AT066AE1L	1.5	-1.5	-0.13	0	AT066AE1L	1.5	-1.5	-0.09	0
AT066AE2L	1.5	-1.5	0.14	0	AT066AE2L	1.5	-1.5	0.15	0	AT066AE2L	1.5	-1.5	0.09	0
AT067AE1L	1.5	-1.5	-0.25	0	AT067AE1L	1.5	-1.5	-0.26	0	AT067AE1L	1.5	-1.5	-0.21	0
AT067AE2L	1.5	-1.5	0.11	0	AT067AE2L	1.5	-1.5	0.14	0	AT067AE2L	1.5	-1.5	0.09	0
AT068AE1L	1.5	-1.5	-0.14	0	AT068AE1L	1.5	-1.5	-0.17	0	AT068AE1L	1.5	-1.5	-0.13	0
AT068AE2L	1.5	-1.5	0.1	0	AT068AE2L	1.5	-1.5	0.09	0	AT068AE2L	1.5	-1.5	0.04	0
AT069AE1L	1.5	-1.5	-0.73	0	AT069AE1L	1.5	-1.5	-0.71	0	AT069AE1L	1.5	-1.5	-0.66	0
AT069AE2L	1.5	-1.5	-0.22	0	AT069AE2L	1.5	-1.5	-0.24	0	AT069AE2L	1.5	-1.5	-0.29	0
AT070AE1L	1.5	-1.5	-0.02	0	AT070AE1L	1.5	-1.5	0.01	0	AT070AE1L	1.5	-1.5	0	0
AT080AM1L	1	-1	-0.25	0	AT080AM1L	1	-1	-0.24	0	AT080AM1L	1	-1	-0.22	0
AT080AM2L	1	-1	-0.1	0	AT080AM2L	1	-1	-0.09	0	AT080AM2L	1	-1	-0.06	0
AT081AM1L	2	-2	-0.7	0	AT081AM1L	2	-2	-0.68	0	AT081AM1L	2	-2	-0.73	0
AT081AM4L	0	-1	-0.53	0	AT081AM4L	0	-1	-0.5	0	AT081AM4L	0	-1	-0.56	0
AT082AM1L	2	-2	-0.62	0	AT082AM1L	2	-2	-0.6	0	AT082AM1L	2	-2	-0.65	0
AT082AM4L	0	-1	-0.59	0	AT082AM4L	0	-1	-0.56	0	AT082AM4L	0	-1	-0.42	0
AT083AM1L	2	-2	-0.3	0	AT083AM1L	2	-2	-0.28	0	AT083AM1L	2	-2	-0.25	0
AT069AM1L	0.5	-0.5	-0.42	0	AT069AM1L	0.5	-0.5	-0.44	0	AT069AM1L	0.5	-0.5	-0.47	0
AT069AM2L	0.5	-0.5	-0.41	0	AT069AM2L	0.5	-0.5	-0.4	0	AT069AM2L	0.5	-0.5	-0.42	0
AT076AM1L	0.5	-0.5	-0.19	0	AT076AM1L	0.5	-0.5	-0.16	0	AT076AM1L	0.5	-0.5	-0.17	0
AT076AM2L	0.5	-0.5	-0.25	0	AT076AM2L	0.5	-0.5	-0.24	0	AT076AM2L	0.5	-0.5	-0.25	0
AT077AM1L	0.5	-0.5	-0.13	0	AT077AM1L	0.5	-0.5	-0.12	0	AT077AM1L	0.5	-0.5	-0.15	0
AT077AM2L	0.5	-0.5	-0.22	0	AT077AM2L	0.5	-0.5	-0.2	0	AT077AM2L	0.5	-0.5	-0.21	0
AT081AM1L	0	-1	-1.04	0.04	AT081AM1L	0	-1	-1.05	0.05	AT081AM1L	0	-1	-1.03	0.05
AT081AM2L	0	-1	-0.9	0	AT081AM2L	0	-1	-0.91	0	AT081AM2L	0	-1	-0.91	0
AT082AM1L	0	-1	-0.97	0	AT082AM1L	0	-1	-0.97	0	AT082AM1L	0	-1	-0.97	0
AT082AM2L	0	-1	-0.72	0	AT082AM2L	0	-1	-0.72	0	AT082AM2L	0	-1	-0.72	0
AT001AM1L	2	-2	-0.43	0	AT001AM1L	2	-2	-0.41	0	AT001AM1L	2	-2	-0.38	0
AT003AM1L	1	-1	-0.31	0	AT003AM1L	1	-1	-0.3	0	AT003AM1L	1	-1	-0.27	0
AT061AM1L	1	-1	0.06	0	AT061AM1L	1	-1	0.09	0	AT061AM1L	1	-1	0.1	0
AT061AM2L	1	-1	0.03	0	AT061AM2L	1	-1	0.03	0	AT061AM2L	1	-1	0.07	0
AT062AM1L	1	-1	-0.07	0	AT062AM1L	1	-1	-0.05	0	AT062AM1L	1	-1	-0.03	0
AT062AM2L	1	-1	-0.11	0	AT062AM2L	1	-1	-0.1	0	AT062AM2L	1	-1	-0.06	0
AT063AM1L	1	-1	-0.34	0	AT063AM1L	1	-1	-0.33	0	AT063AM1L	1	-1	-0.3	0
AT063AM2L	1	-1	-0.24	0	AT063AM2L	1	-1	-0.24	0	AT063AM2L	1	-1	-0.21	0
AT064AM1L	1	-1	0.02	0	AT064AM1L	1	-1	0.03	0	AT064AM1L	1	-1	0.06	0
AT064AM2L	1	-1	-0.23	0	AT064AM2L	1	-1	-0.21	0	AT064AM2L	1	-1	-0.19	0
AT064AM3L	1	-1	0.1	0	AT064AM3L	1	-1	0.11	0	AT064AM3L	1	-1	0.15	0
AT064AM4L	1	-1	-0.2	0	AT064AM4L	1	-1	-0.18	0	AT064AM4L	1	-1	-0.15	0
AT065AM1L	1	-1	0.02	0	AT065AM1L	1	-1	0.04	0	AT065AM1L	1	-1	0.07	0
AT065AM2L	1	-1	0.13	0	AT065AM2L	1	-1	0.15	0	AT065AM2L	1	-1	0.17	0
AT078AM1L	1	-1	-0.19	0	AT078AM1L	1	-1	-0.18	0	AT078AM1L	1	-1	-0.15	0
AT078AM2L	1	-1	-0.23	0	AT078AM2L	1	-1	-0.23	0	AT078AM2L	1	-1	-0.19	0
AT079AM1L	1	-1	-0.28	0	AT079AM1L	1	-1	-0.27	0	AT079AM1L	1	-1	-0.25	0
AT079AM2L	1	-1	-0.17	0	AT079AM2L	1	-1	-0.16	0	AT079AM2L	1	-1	-0.13	0

Come si può vedere dall'ingrandimento dei risultati di misura e dalla tabella riassuntiva su Excel il punto AT081AM1L presenta una deviazione rispetto al limite di tolleranza di 0.04mm, quindi è un punto non congruo con le richieste del cliente, gli altri 2 punti evidenziati (AT081AM2L e AT082AM1L) invece rientrano nei limiti di tolleranza misurando rispettivamente 0.9/0.91 mm e 0.97mm, quindi al di sotto di -1 mm, ma essendo molto vicini al limite di tolleranza anche questi punti non posso essere considerati idonei, a questo punto,

come successo in precedenza, si sarebbe dovuta interrompere la prova di stampaggio e pianificare delle modifiche agli stampi per correggerli.

Ma contemporaneamente alle prove di stampaggio il team Volvo ha comunicato che a causa di problemi su altri particolari, non prodotti in IMC, si dovrà apportare una modifica all'intera geometria del particolare. Un'operazione così invasiva agli stampi richiede molto tempo, 1 o 2 mesi di lavoro, ma avendo le prove di montaggio fissate per la CW16, quest'operazione non poteva essere fatta rispettando la suddetta scadenza.

Quindi la decisione presa da parte della Volvo, è stata quella di produrre 1200 particolari anche se non in tolleranza, e di rimandare indietro lo stampo in Spagna, dove c'è la sede di Matrici, coloro che hanno costruito gli stampi e far apportare le dovute modifiche. Così facendo la Volvo avrebbe effettuato le prove di montaggio con il "vecchio" particolare nel frattempo vengono apportate le modifiche agli stampi e una volta ultimati si provvederà a ripianificare il secondo loop dell'Home Line Buy-Off.

Quindi la prova è andata avanti come se il pezzo fosse conforme automatizzando la linea e stampando in automatico 1200 pezzi. Poiché questa non è la forma definitiva del pezzo non sono stati prelevati dei campioni per procedere alla campionatura e alla capability per il PPAP.

6 Produzione documenti PPAP

Lo scopo del PPAP è quello di determinare se tutti i requisiti, sia di progetto che di prodotto, siano rispettati e se il processo produttivo del fornitore è in grado di mantenere questi requisiti in una produzione di serie.

L'output di questa attività è dato da una serie di documenti ai quali fa capo un modulo che certifica il tutto, denominato PART SUBMISSION WARRANT (PSW), che il fornitore consegna allo Stabilimento Cliente insieme alla campionatura del prodotto.

Il PPAP è diviso in 19 punti, alcuni dei quali sono gli stessi 'tasks' dell'APQP. Per il completamento del PPAP è necessario che tutti questi 19 punti (o più precisamente quelli che risultano applicabili) vengano soddisfatti.

1. Disegni del Prodotto Vendibile.
2. Documenti di Modifica del Progetto (se esistenti).
3. Approvazione dell'Ingegneria del Cliente (Non richiesta).
4. FMEA di Progetto.
5. Diagrammi di Flusso di Processo.
6. FMEA di Processo.
7. Rilievi Dimensionali.
8. Risultati delle Prove di Prestazione e sui Materiali.
9. Studio Iniziale di Processo.
10. Studi di Analisi dei Sistemi di Misura (MSA).
11. Documentazione di Qualificazione del Laboratorio.
12. Piano di Controllo.
13. Part Submission Warrant (PSW).
14. Report di Approvazione Estetica (AAR), se applicabile (non richiesta).

15. Lista dei Requisiti per la Materia Prima (solo per PPAP di materie prime).
16. Campionatura del Prodotto.
17. Campione Master.
18. Mezzi di Controllo.
19. Documenti di Conformità con i Requisiti Specifici del Cliente.

Approvazione

I livelli del PPAP sono cinque e dipendentemente dal livello richiesto il fornitore deve consegnare o dare la disponibilità al Cliente di un certo tipo di documentazione.

- Livello 1: il 'Part Submission Warrant' (PSW) e, per i pezzi che hanno requisiti estetici, anche l'Appearance
- Livello 2: il PSW con la campionatura e una piccola parte della documentazione di supporto
- Livello 3: il PSW con la campionatura e tutta la documentazione di supporto
- Livello 4: il PSW e solamente quanto espressamente richiesto dal cliente;
- Livello 5: il PSW, la campionatura e tutta la documentazione disponibile per esame presso il fornitore

Il fornitore deve utilizzare il livello 3 come livello di default a meno di differenti disposizioni del cliente.

Un fornitore di materie prime deve utilizzare il livello 1 come livello di default, anche in questo caso a meno di differenti disposizioni del cliente.

Il cliente identificherà il livello di presentazione da usare per ciascun fornitore o abbinamento fornitore/componente.

Siti clienti diversi possono assegnare diversi livelli di presentazione allo stesso abbinamento fornitore/ componente.

A fronte della presentazione della documentazione e della campionatura al cliente il processo di PPAP ha tre tipi di esito:

- Full Approval: indica che i particolari o i materiali soddisfano tutti i requisiti e le specifiche del cliente.
- Interim Approval: rilascia i requisiti per la spedizione del prodotto o del materiale per la produzione sulla base di un limitato quantitativo di pezzi o di un determinato periodo di tempo.
- L'Interim Approval sarà concesso quando il fornitore ha chiaramente individuato la causa radice delle non conformità che impediscono l'approvazione, e ha preparato un piano di azioni per l'approvazione ad interim concordato con il cliente.
- È richiesta la ripresentazione per ottenere il 'Full Approval'.
- Rejected: indica che la campionatura, il lotto di produzione dal quale è stata prelevata e la documentazione di accompagnamento non soddisfano i requisiti del cliente.

6.1 Disegni del prodotto vendibile

Il fornitore deve avere tutti i disegni necessari per la realizzazione del prodotto vendibile, inclusi i disegni dei componenti.

Dai disegni vengono estrapolate le informazioni utili riguardanti le tolleranze geometriche e dimensionali la tipologia di superfici e il tipo di materiale da utilizzare. Una volta ricevute queste informazioni, si procede con la sua analisi e una volta accettati vengono "protocollati" all'interno dell'azienda assegnando loro un codice "UT" sequenziale che renderà facile una consultazione successiva.

Purtroppo per policy non è stato possibile inserire i file CAD dei particolari ed analizzarli nel dettaglio.

6.2 Documenti di Modifica del Progetto

Il fornitore deve avere qualunque tipo di documento autorizzato di modifica al progetto non ancora recepito dal disegno ma incorporato nel prodotto e/o nell'attrezzatura.

Il documento che viene presentato qui di seguito, è utilizzato dal cliente per la richiesta di modifica di un particolare. Nella parte superiore, del file, leggiamo tutte le informazioni riguardanti il particolare: il nome, il numero di disegno e la data di creazione. In un'altra sezione del file viene specificato il tipo di modifica che si vuole effettuare e per quale ragione, allegando un'immagine per chiarire il tipo di problema che affligge il particolare, viene anche esplicitato il livello sino al quale si propaga la modifica.

Nel caso esaminato, per esempio, viene trattato un aumento di spessore del particolare poiché durante la fase di stampaggio e foratura si presentano delle cricche. Per effettuare questo tipo di modifica è necessario, come ovvio che sia, rilavorare tutto il set di stampi.

Nel secondo documento invece si fa un'analisi dell'impatto economico di questa modifica e viene condiviso tra tutti gli attori coinvolti, ognuno provvederà ad inserire l'impatto economico della modifica e formulare una nuova offerta economica o la variazione dei costi che questa modifica comporta. Una volta che tutti i fornitori compilano questo documento, i risultati vengono inoltrati al cliente, che valuta la convenienza della modifica o eventuali alternative che comunicherà in una riunione congiunta a tutti i fornitori, il tipo di decisione presa in merito.

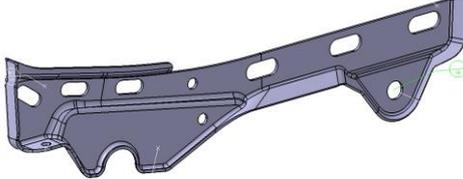
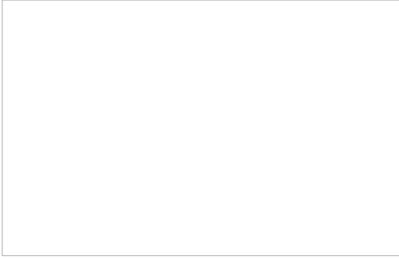
PRODUCT CHANGE REQUEST P0-0064					Status	PCR number							
Title <i>Cableg – increase thickness</i>			Object Number W60-2982		Creation Date 2018-10-25								
PCR creator/responsible		Phone / E-mail		Department	Cross-functional team		Function Group						
Common parts affected <input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No		Protus Number (mandatory when applicable) L181143		Project number 2982	Tooling affected <input checked="" type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no		Production process affected <input type="checkbox"/> yes <input checked="" type="checkbox"/> no						
Aftermarket process affected <input type="checkbox"/> yes <input checked="" type="checkbox"/> no													
Technical description of modification in text and sketch (if possible)													
1. Increase thickness from 3 to 3,5mm following crack in bumpstop hole area during cabshake testing.													
													
Part name	Current part number	current stage & Version	Succeeding part number	Succeeding Stage & Version	NP	Structure change	Annual Qty	Part price before change	Part price after change	Change of tooling cost	Supplier and/or Purchaser	Supplier PCR response week	Comments
CAB BRACKET, FRONT RH	84244979	6	-										
CAB BRACKET, FRONT LH	84245283	6	-										
Consequences													
Quality <input type="checkbox"/> Unchanged													
NA													
Delivery <input type="checkbox"/> Unchanged													
Supplier lead time for delivery after decision in project: NA													
Additional comments:													
Cost													
Change of study cost total: NA												 Price Breakdown template	
Change of Tooling cost total: NA													
Change of Product Cost total:													
Cost comments:													
Feature <input type="checkbox"/> Unchanged													
As the thickness has changed from 3.0 mm to 3.5 mm, the weight of blanks has changed too for each p/n from 4,183 to 4,880													
Risk Assessment													
Required comments: Risk for PPAP part availability at Production start? Depends on the time of delivery of the dies by Matrici.													
Supplier process impact <input checked="" type="checkbox"/> Unchanged Impacts analyzed by:													
Impact: Positive/Negative													
Other project related questions to supplier <input type="checkbox"/> Unchanged													
There are other cost to support as raw material to be bought with the thickness 3.0 mm													
Supplier PCR respons frozen													
Supplier respons date:													
Create *.pdf file and paste it in to the field below to secure documentation of supplier respons													

Figura 69 Documento per richiesta di modifica

PRICE BREAKDOWN SHEET											
Supplier:		Buyer:		Date:							
Part number:		Part description:		Yearly quantity:							
Currency:		Rate currency / 1 euro:									
RAW MATERIAL AND PURCHASED COMPONENTS (including sub contracted operations as surface treatment, painting...)											
Sub-system	Designation material / part / operation		Supplier	Unitary purch. cost Euro / unit (1)	Qty Engaged (2)	Qty Final	%	% Recycled (3)	TOTAL Euro (1)*(2)-(1-(3))		
				10,00	2,00	1,50		5%	19,00		
								TOTAL PRODUCTION PURCHASING			
								19,00			
								(1) TOTAL including Purchasing Overheads (if applicable) 1% of purchase			
								19,19			
ADDED VALUE: MANUFACTURING, ASSEMBLY, PAINTING...											
Sub-system	Operation	Machine model	For each machine, area precise working days/week		Machine nb of parts per cycle (1)	Machine rate (Euro / h) (2)	Labor time per part (sec) (3)	Labor cost (Euro / h) (4)	% Waste (5)	MACHINE COST EU (1)/(2)/(5)	LABOR COST EU (3)/(4)/(5)
			1	3	655	50,00	1.964	25,00	10,00%	10,00	15,00
									INDUSTRIAL COST		
									10,00		
									15,00		
DEVELOPMENT: ENGINEERING, TESTS, IMDS, ETC.											
Sub-system	Type of cost		Time (mn)		Hourly rate (Euro)		DEVELOPMENT COST (Euro)				
							DEVELOPMENT COST				
							PRODUCTION OVERHEADS, if applicable 2,00% 0,50				
							(2) TOTAL INDUSTRIAL ADDED VALUE 25,50				
							PART BARE COST 44,89				
							(3) GENERAL OVERHEADS (if applicable) 1,00% 0,45				
							(4) MARGIN 3,97% 1,86				
							(5) OTHER COST (PACKAGING...) 15,00				
							65				
							(6) TOTAL SELLING PRICE 62,00				
REMARKS											

Figura 70 Documento impatto economico della modifica

6.3 Approvazione dell'Ingegneria del Cliente (se richiesta)

Quando specificato dal progetto, il fornitore deve avere evidenza dell'approvazione dell'Ingegneria del cliente. Nel caso sotto esame non è stata richiesta nessuna approvazione dell'ingegneria del cliente. Quindi si è passato direttamente al punto successivo.

6.4 FMEA di Progetto e di Processo

La FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) è una metodologia utilizzata per analizzare le modalità di guasto o di difetto di un processo, prodotto o sistema.

Il failure mode è l'espressione di come il guasto o difetto si manifesta nel processo, mentre per effect si intende l'impatto del guasto o difetto sul processo o sul cliente interno/esterno.

Le prime applicazioni della FMEA si sono avute negli anni '60 nell'ambito delle missioni spaziali Apollo. Successivamente, dall'inizio degli anni '70, l'industria automobilistica americana (e a seguire quella giapponese), hanno iniziato ad applicare la FMEA al fine di prevenire difetti ed evitare campagne di richiamo. Negli anni '80 fu usata dalla Ford per ridurre i rischi visto che un modello di automobile, la Pinto (progettata dal carismatico manager Lee Iacocca), presentava un problema ripetitivo di rottura del serbatoio che causava incendi in caso di incidenti. Nel settore automotive la FMEA è una delle metodologie portanti del PPAP (Production Part Approval Process).

Di seguito elencheremo i vantaggi derivanti dall'analisi FMEA. Attraverso l'applicazione della metodologia FMEA è possibile:

- Individuare preventivamente i potenziali modi di guasto che possono verificarsi durante la produzione, la consegna e l'utilizzo del prodotto.
- Determinare le cause dei modi di guasto riferite sia al processo di progettazione che di produzione/consegna del prodotto.
- Valutare gli effetti dei modi di guasto in ottica di soddisfacimento dei bisogni del cliente (esterno/interno).
- Quantificare gli indici di rischio e stabilire le priorità di intervento per eliminare alla radice le cause dei modi di guasto individuati e/o migliorare i sistemi di controllo.
- Identificare le opportune azioni correttive/preventive (a livello di progetto, produzione, utilizzo del prodotto) e valutarne l'impatto complessivo sugli indici di rischio.

L'applicazione sistematica e completa della metodologia FMEA consente anche di:

- Disporre di una mappatura sempre aggiornata delle parti/elementi del prodotto e della loro criticità dal punto di vista della qualità nei confronti del cliente, dei relativi modi di guasto e delle fasi del processo dove intervenire per eliminare le cause dei modi di guasto e/o per migliorare i sistemi di controllo.
- Documentare e storicizzare i miglioramenti attuati contribuendo alla costruzione di una «memoria tecnica» (knowledge data base).



Figura 71 Processo dell'analisi FMEA

Nel caso sotto esame non è stato possibile applicare la FMEA di progetto in quanto la responsabilità di tale progetto è stata della Volvo Trucks, ma i nostri sforzi si sono sostanzialmente concentrati sull'individuazione della FMEA di processo poiché il processo produttivo diverrà di nostra competenza.

In seguito un esempio di FMEA sviluppato in IMC dal dipartimento di qualità:

IMC F.M.E.A. Processo		FMEA n°: F-568		Prodotto Nuovo <input checked="" type="checkbox"/> Prodotto Esistente <input type="checkbox"/>		Elaborato da: Aramu D. Data Emissione: 07/11/2018		Codice Complessivo: Rev. n°: 0 Data Revisione: 07/11/2018						
Cliente: VOLVO		Disegno Componente: 0084414208		Denominazione: Rinforzo traversa vano motore		Ind. Mod.: UT3690-3691		Pagina 1 di 5						
Soglia intervento: per Gravità da 1 a 5 IPR<90; per Gravità da 6 a 8 IPR>70; per Gravità da 9 a 10 IPR>50														
Fase	Descrizione Fase	Denominazione prodotto / processo	Modo potenziale di guasto	Effetti potenziali di guasto	Gravità CF	Cause potenziali di guasto	Probabilità	Controlli correnti su Prodotto	Controlli correnti su Processo	Risultati azioni eseguite	Misure - Azioni programmate	Responsabile e data prevista esecuzione	Azioni eseguite	IPR
10	Entrata Materia Prima	Z1702 Foglio HX280YD + Z100B (V/SCR 280V-Z100B) 1,7 x 1035 x 430	Danneggiamento da movimentazione	Rallentamento del flusso produttivo	3	- Area di stoccaggio o movimentazione e non adeguata	3		Entrata Materia Prima: Controllo idoneità area di stoccaggio e mezzi movimentazione	2	18			
	Deformazioni materia prima		Rallentamento del flusso produttivo		3	- Area di stoccaggio o movimentazione e non adeguata	2		Entrata Materia Prima: Controllo idoneità area di stoccaggio e mezzi movimentazione	2	12			
	Identificazione errata		Rallentamento del flusso produttivo		3	- Applicato cartellino identificazione errato	2	Entrata Materia Prima: Verifica corretta identificazione		2	12			
	Invecchiamento materiale		Rotture sul prodotto finito		6	+ Approvvigionamento da magazzino errato	3		Entrata Materia Prima: Controllo rotazione stock del materiale in uscita per fase successiva	2	36			
	Materiale errato		Non utilizzabile		5	+ Problemi nel processo produttivo del fornitore	2	Entrata Materia Prima: Verifica corrispondenza ordine/consegnato		2	20			
	Ossidazione		Non utilizzabile nella lavorazione successiva		5	+ Area di stoccaggio o movimentazione e non adeguata	2		Entrata Materia Prima: Controllo idoneità area di stoccaggio e mezzi movimentazione	2	20			

Figura 72 Documento FMEA di Processo IMC sulla materia prima

Cliente: VOLVO		Disegno Componente: 0084414208		Denominazione: Rinforzo traversa vano motore		Ind. Mod.: UT3690-3691		Pagina 2 di 5						
Soglia intervento: per Gravità da 1 a 5 IPR=50; per Gravità da 6 a 8 IPR=70; per Gravità da 9 a 10 IPR=50														
Fase N°	Descrizione Fase	Denominazione prodotto / processo	Modo potenziale di guasto	Effetti potenziali di guasto	Gravità	CF	Cause potenziali di guasto	Conoscibilità	Controlli correnti su Prodotto	Controlli correnti su Processo	Risultati azioni eseguite	Responsabile e data prevista esecuzione	Azioni eseguite	IPR
10	Entrata Materia Prima	Z1702 Foglio HX280YD + Z100B (VSCR 3620-Z100B) 1,7 x 1035 x 430	Sporzicità	Non utilizzabile nella lavorazione successiva	5	+	Area di stoccaggio o movimentazione e non adeguata	2		Entrata Materia Prima : Controllo idoneità area di stoccaggio e mezzi movimentazione	2	20		
20	Stampaggio	084414208H Rinforzo traversa vano motore Stampato	Assenza timbri di battuta	Problemi nel flusso produttivo	4	+	Deriva del processo	2	Stampaggio : Controllo timbri		2	16		
			Contenitore non idoneo	Problemi nel flusso produttivo	4	+	Allineamento posto di lavoro incompleto/errato	3		Stampaggio : Aiv. Produz.: Verifica allineamento posto di lavoro	2	24		
			Problemi nel flusso produttivo	Problemi nel flusso produttivo	4	+	Approvvigionamento da magazzino errato	2		Stampaggio : Controllo corrispondenza unità di imballo	2	16		
			Danneggiamento da movimentazione	Problemi nel flusso produttivo	4	+	Imballo non idoneo	2		Stampaggio : Controllo integrità unità di imballo	2	16		
			Deformazioni del pezzo	Problemi nel flusso produttivo	4	+	Deterioramenti o / usura parti stampo	3		Stampaggio : Manutenzione preventiva / predittiva stampi	2	24		
			Problemi nel flusso produttivo	Problemi nel flusso produttivo	4	+	Presenza sfondi su stampo/attrezzatura	4	Stampaggio : Assenza bove e deformazioni		2	32		
			Problemi nel flusso produttivo	Problemi nel flusso produttivo	4	+	Riempimento eccessivo del contenitore	3		Stampaggio : Controllo corretto riempimento dell'unità di imballo	2	24		
			Deformazioni materia prima	Problemi nel flusso produttivo	4	+	Problemi nel processo produttivo del fornitore	3	Entrata Materia Prima : Aspetto visivo: assenza di ossidazioni e difetti superficiali e di forma		3	36		

Modello FMEA.mdb Revisione 0 del 18/06/2004 FMEA n°: F-568 Rev. 07/11/2018

Figura 73 Documento FMEA di Processo IMC fase di stampaggio 1/3

Cliente: VOLVO		Disegno Componente: 0084414208		Denominazione: Rinforzo traversa vano motore		Ind. Mod.: UT3690-3691		Pagina 3 di 5						
Soglia intervento: per Gravità da 1 a 5 IPR=50; per Gravità da 6 a 8 IPR=70; per Gravità da 9 a 10 IPR=50														
Fase N°	Descrizione Fase	Denominazione prodotto / processo	Modo potenziale di guasto	Effetti potenziali di guasto	Gravità	CF	Cause potenziali di guasto	Conoscibilità	Controlli correnti su Prodotto	Controlli correnti su Processo	Risultati azioni eseguite	Responsabile e data prevista esecuzione	Azioni eseguite	IPR
20	Stampaggio	084414208H Rinforzo traversa vano motore Stampato	Dimensioni non conformi	Difficoltà/impossibilità montaggio	6	+	Deterioramenti o / usura parti stampo	3		Stampaggio : Manutenzione preventiva / predittiva stampi	2	36		
			Difficoltà/impossibilità montaggio	Difficoltà/impossibilità montaggio	6	+	Set-up non corretto	2	Stampaggio : Set-up: Esecuzione di tutti i controlli previsti su Ciclo di Controllo della fase		2	24		
			Difficoltà/impossibilità montaggio	Difficoltà/impossibilità montaggio	6	+	Usura parti macchina / impianto	2		Stampaggio : Manutenzione preventiva / predittiva macchine	2	24		
			Problemi nel flusso produttivo	Problemi nel flusso produttivo	4	+	Deriva del processo	3	Stampaggio : Verifica dimensionale 3D		2	24		
			Problemi nel flusso produttivo	Problemi nel flusso produttivo	4	+	Deriva del processo	2	Stampaggio : Confronto con campione di riferimento		3	24		
			Fori mancanti	Difficoltà/impossibilità montaggio	8	C	Rottura punzone	2	Stampaggio : Verifica presenza fori		2	32		
			Identificazione errata	Problemi nel flusso produttivo	4	+	Allineamento posto di lavoro incompleto/errato	3		Stampaggio : Aiv. Produz.: Verifica allineamento posto di lavoro	2	24		
			Problemi nel flusso produttivo	Problemi nel flusso produttivo	4	+	Cartellini vecchi/obsoleti sul contenitore	4		Stampaggio : Controllo pulizia unità di imballo	2	32		
			Lunghezza maggiore/minore	Allineamento difficile o impossibile su stampo	3	-	Problemi nel processo produttivo del fornitore	3	Entrata Materia Prima : Lunghezza materiale		2	18		
			Problemi nel flusso produttivo	Problemi nel processo produttivo del fornitore	4	+	Problemi nel processo produttivo del fornitore	3	Entrata Materia Prima : Lunghezza materiale		2	24		
			Lunghezza maggiore/minore	Allineamento difficile o impossibile su stampo	4	+	Problemi nel processo produttivo del fornitore	3	Entrata Materia Prima : Lunghezza spezzoni		2	24		

Modello FMEA.mdb Revisione 0 del 18/06/2004 FMEA n°: F-568 Rev. 07/11/2018

Figura 74 Documento FMEA di Processo IMC fase di stampaggio 2/3

Fase N°		Descrizione Fase	Denominazione prodotto / processo	Modo potenziale di guasto	Effetti potenziali di guasto	Gravità	CF	Cause potenziali di guasto	Anomalia	Controlli correnti su Prodotto	Controlli correnti su Processo	Risorse	Risultati azioni eseguite			
Soglia intervento: per Gravità da 1 a 5 IPR=50; per Gravità da 6 a 8 IPR=70; per Gravità da 9 a 10 IPR=50																
													Responsabile e data prevista	Azioni eseguite	Problemi	Risorse
													Misure - Azioni programmate			IPR
20	Stampaggio	06414208H Rinforzo traversa vano motore Stampato	Materiale errato	Problemi nel flusso produttivo	5	+	Approvvigionamento da magazzino errato	2	Stampaggio : Verifica corrispondenza materiale utilizzato con bar-code			2	20			
				Problemi nel flusso produttivo	5	+	Problemi nel processo produttivo del fornitore	3		Entrata Materia Prima : Verifica certificato fornitore		3	45			
				Problemi nel flusso produttivo	5	+	Problemi nel processo produttivo del fornitore	3	Entrata Materia Prima : Caratteristiche meccaniche: Rm, Re, A%			2	30			
			Ossidazione	Problemi nel flusso produttivo	4	+	Presenza di corpi estranei olio contenitore bagnato	2		Stampaggio : Controllo pulizia unità di imballo		2	16			
				Ridotta resistenza all'ossidazione	5	+	Problemi nel processo produttivo del fornitore	3	Entrata Materia Prima : Aspetto visivo; assenza di ossidazioni e difetti superficiali e di forma			2	30			
			Presenza bave	Problemi nel flusso produttivo	4	+	Deterioramento / usura parti stampo	3		Stampaggio : Manutenzione preventiva / predittiva stampi		2	24			
				Problemi nel flusso produttivo	4	+	Utensili stampo non affidabili/peggiori	2	Stampaggio : Assenza bave e deformazioni			3	24			
			Spessore MP maggiorato/minorato	Problemi nel flusso produttivo	4	+	Problemi nel processo produttivo del fornitore	3	Entrata Materia Prima : Spessore materiale			2	24			
			Spessore rivestimento maggiore	Stogliatura rivestimento	2	-	Problemi nel processo produttivo del fornitore	3	Entrata Materia Prima : Verifica spessore e tipo zincatura			2	12			
			Sporcizia	Problemi nel flusso produttivo	4	+	Presenza di corpi estranei olio contenitore bagnato	4		Stampaggio : Controllo pulizia unità di imballo		2	32			

Modello FMEA.mdb Revisione 0 del 18/04/2004 FMEA n°: F-568 Rev. 07/11/2018

Figura 75 Documento FMEA di Processo IMC fase di stampaggio 3/3

Fase N°		Descrizione Fase	Denominazione prodotto / processo	Modo potenziale di guasto	Effetti potenziali di guasto	Gravità	CF	Cause potenziali di guasto	Anomalia	Controlli correnti su Prodotto	Controlli correnti su Processo	Risorse	Risultati azioni eseguite			
Soglia intervento: per Gravità da 1 a 5 IPR=50; per Gravità da 6 a 8 IPR=70; per Gravità da 9 a 10 IPR=50																
													Responsabile e data prevista	Azioni eseguite	Problemi	Risorse
													Misure - Azioni programmate			IPR
30	Spedizione a Cliente	0084414208 Rinforzo traversa vano motore	Identificazione errata	Non utilizzabile nella lavorazione successiva	5	+	Applicato cartellino identificazione errato	3	Spedizione a Cliente : Verifica corretta identificazione			2	30			
			Specifiche prodotto non rispettate	Problemi nel flusso produttivo	5	+	Deriva del processo	3	Spedizione a Cliente : Riquadrifica periodica del prodotto			1	15			

Firme di approvazione dei componenti il Team	FT	CS/MAN	AQ	LOG	CO
--	----	--------	----	-----	----

Figura 76 Documento FMEA di Processo IMC fase di spedizione

Per concludere: le esigenze di miglioramento dell'affidabilità dei prodotti e delle capacità qualitative dei processi rende sempre più necessaria l'applicazione di tecniche e metodologie efficaci ai fini di eliminare il più possibile a monte (in ottica preventiva) eventuali rischi e cause di difettosità del prodotto e/o guasti/anomalie nel processo. La FMEA è sicuramente tra gli strumenti più immediati ed efficaci in tal senso, in grado di integrare anche le conoscenze presenti in azienda, canalizzandole nell'azione di miglioramento.

6.5 Diagrammi di Flusso di Processo

Un diagramma di flusso (flow chart) è uno schema logico che rappresenta un processo di lavoro oppure una procedura informatizzata.

Può essere impiegato per documentare, studiare, pianificare e migliorare processi spesso complessi.

In questo schema vengono utilizzati rettangoli, ovali, diamanti e potenzialmente numerose altre forme per definire i diversi passaggi logici, insieme alle frecce di collegamento necessarie per rappresentare un determinato processo e le sequenze logiche tra attività. Tutti questi formalismi sono ampiamente supportati da specifici software per disegnare

Un diagramma di flusso può essere utilizzato per mappare i processi di una organizzazione ed individuare gli eventuali “colli di bottiglia” e le attività non a valore aggiunto.

Una rappresentazione grafica aiuta infatti ad individuare meglio eventuali azioni ridondanti o punti decisionali che non funzionano prima di intervenire in chiave migliorativa.

E' pertanto impiegato anche nella gestione della qualità come strumento chiave per l'ottimizzazione dei processi.

A tal fine è necessario aver chiaro l'obiettivo per cui è necessario disporre di tale rappresentazione grafica.

Inoltre è necessario organizzare le attività da rappresentare in ordine cronologico parlando con chi le svolge abitualmente.

In tal senso, un diagramma di flusso può essere utilizzato anche nel project management come strumento di base per interventi sull'organizzazione del

lavoro (progetti di reengineering) o per individuare i possibili rischi legati a disfunzioni di processo.

Nella gestione della qualità di progetto può essere impiegato sia in attività di quality assurance che di quality control.

Simbologia e criteri di ottimizzazione

I simboli che possono essere utilizzati in un diagramma di flusso sono:

- Rettangolo: Rappresenta un'attività presente in un processo/procedura
- Rettangolo con spigoli arrotondati oppure un Ovale: indica l'inizio o la fine di un processo o di un diagramma reticolare
- Rombo: indica uno snodo decisionale (il processo prosegue solo se sono soddisfatte alcune condizioni)
- Parallelogramma: identifica dati di input o di output
- Cilindro: identifica un database
- Freccia: indica il collegamento tra attività
- Triangolo: indica un punto di misurazione
- Cerchio: indica la connessione ad un altro processo oppure un'altra parte dello stesso processo

Perché un diagramma di flusso risulti utile è necessario che:

1. nella fase di analisi ogni processo di lavoro venga descritto esattamente per come è, non per come si vorrebbe che fosse
2. nella fase di pianificazione lo schema evidenzi i punti di intervento e le migliorie da introdurre
3. nella fase di implementazione sia chiaro come dovrà risultare il processo una volta realizzati gli interventi di miglioramento vengano evidenziati i

punti di interfaccia con gli altri processi di lavoro siano indicati eventuali requisiti speciali, tempistiche, esigenze di formazione, ecc

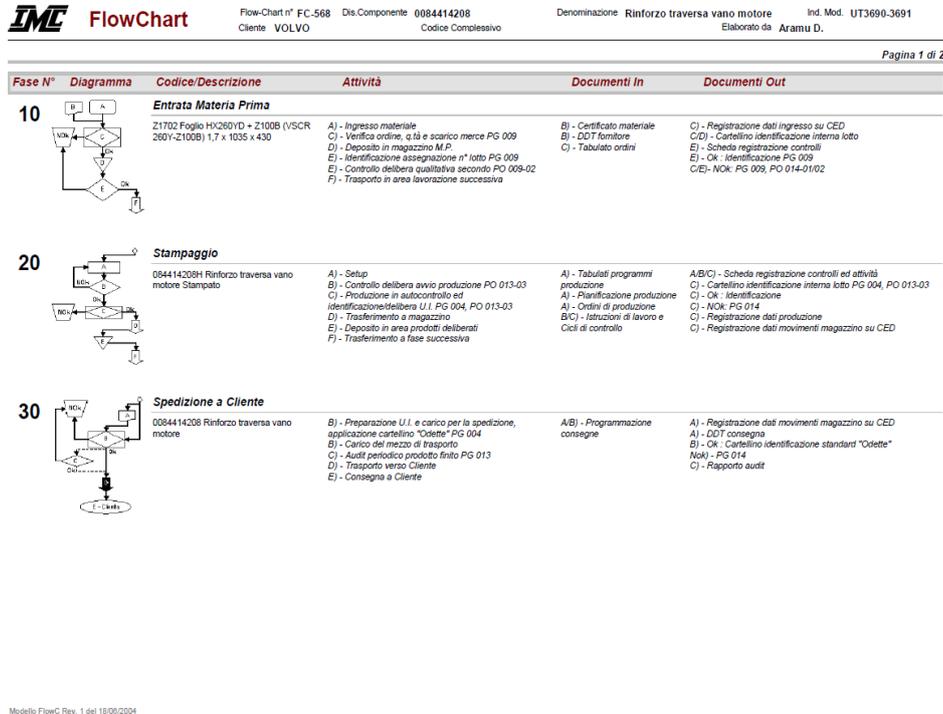


Figura 77 Diagramma Flow Chart utilizzato in IMC 1/2

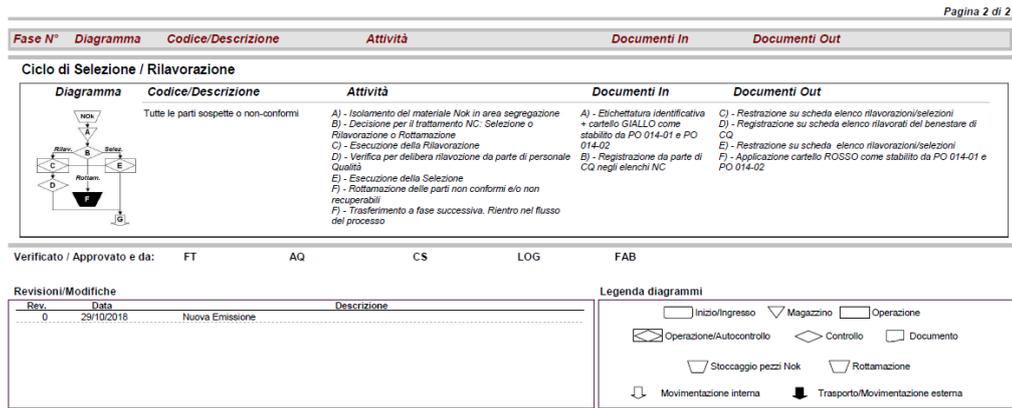


Figura 78 Diagramma Flow Chart utilizzato in IMC 2/2

6.6 Rilievi Dimensionali

Il fornitore deve:

- fornire evidenza che le verifiche dimensionali richieste dal disegno e dal Control Plan siano state completate e che i risultati siano conformi ai requisiti specificati;
- possedere i rilievi dimensionali dei prodotti provenienti da ciascun processo produttivo specifico;
- indicare la data del disegno, l'esponente di modifica e qualunque tipo di documento autorizzato di modifica al progetto non ancora recepito dal disegno secondo il quale è stato realizzato il prodotto;
- identificare una delle parti prodotte come "Campione Master"
- registrare numero e data del disegno, esponente di modifica, nome del fornitore su tutti i documenti ausiliari.

Le misure sono state effettuate usando una macchina di misura "Poli" 3D con braccio di misura a 5 assi.

Le misure sono di due tipologie, controllo qualitativo di avvio produzione e quelle di controllo qualitativo e stabilità di processo la differenza la troviamo nel numero dei punti misurati e dal numero di pezzi campione misurato.

Infatti con la prima misura si verifica che il pezzo abbia tutti i punti in tolleranza, ovvero all'interno dei range qualitativi presi dai disegni forniteci. In questa fase vengono misurati un totale di 3/5 pezzi di cui una/due misure vengono eseguiti sul 100% dei punti critici del particolare, mentre per i restanti 2/3 pezzi vengono analizzati solo una parte dei punti "detti punti campione" che rappresentano fedelmente la qualità del pezzo.

Se tutti i punti rispettano i parametri qualitativi imposti allora insieme al team Volvo si decide di far partire la produzione campione, questa produzione campione serve a testare il funzionamento automatico della linea e vengono prodotti, come già visto, 200 pezzi. Di cui ne verranno prelevati 30 che serviranno per la campionatura statistica, mentre i restanti verranno utilizzati per le prove di montaggio che vengono effettuate nello stabilimento principale in questo caso ad Umea in Svezia. Di seguito inseriamo un report di misura completo, già visto nel capitolo 4.

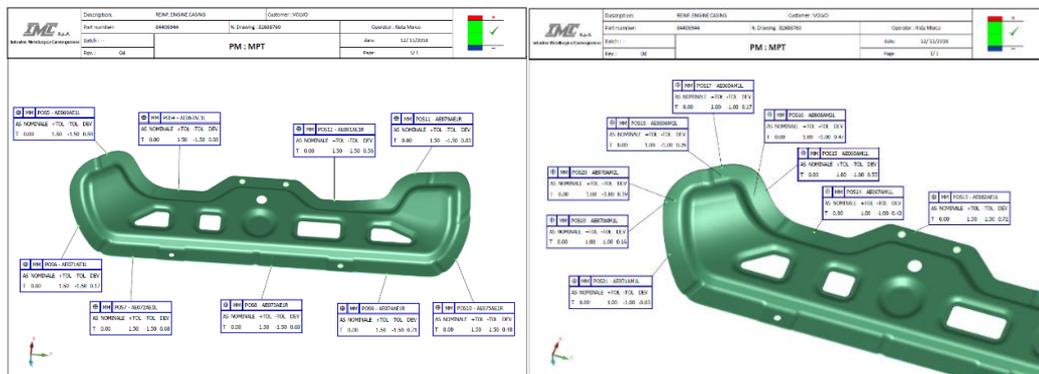


Figura 79 Report di misura IMC 1/2

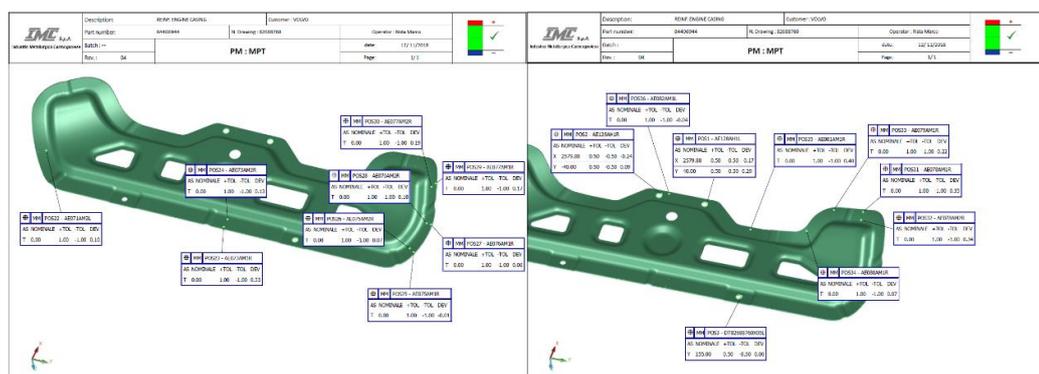


Figura 80 Report di misura IMC 2/2

6.7 Risultati delle Prove di Prestazione e sui Materiali

Il fornitore deve avere registrazione dei risultati delle prove sui materiali e/o delle prove di prestazione del prodotto per quelle prove specificate dal progetto. La materia prima in ingresso deve essere accompagnata da una serie di documenti e certificazioni, che spiegheremo in seguito, sulla quale vengono riportate anche le caratteristiche meccaniche dell'acciaio di quel lotto, come sappiamo sulle normative UNI vengono tabellati dei valori delle caratteristiche meccaniche come per esempio il limite di snervamento ($R_{p0.2}$, il limite di rottura R_m , l'allungamento %, e altre...), l'acciaieria è tenuta a fornire i valori da loro rilevati. Ricevuta tutta la documentazione si comparano i valori misurati, con i valori tabellati sulle norme UNI, se questi valori combaciano si effettua una prova meccanica di trazione su dei provini normati, estrapolati dal lotto di materia prima ricevuta, direttamente all'interno del laboratorio della IMC.

Questa prova è necessaria in quanto, qualora si incontrassero dei problemi durante la fase di stampaggio, si può eliminare una variabile ovvero la conformità della materia prima. Gli altri documenti associati sono le certificazioni dei materiali UNI EN 10204:

- Certificato 2.1: dichiarazione di conformità del materiale da parte del costruttore priva di dati riguardanti test di laboratorio quali analisi chimica della colata e prove meccaniche;
- Certificato 2.2: il materiale viene definito conforme sulla base di test eseguiti sul prodotto della stessa tipologia realizzato sulle stesse procedure interne (non specific inspection);
- Certificato 3.1 (ex 3.1B): documento con il quale il produttore attesta la conformità del materiale sulla base di test eseguiti su campioni della stessa

colata e dello stesso lotto (specific inspection). Il documento è rilasciato da un addetto del controllo qualità interno all'azienda;

- Certificato 3.2: documento con il quale il produttore attesta la conformità del materiale sulla base di test eseguiti e certificati da un ente terzo.

Nel caso in esame, viene espressamente richiesto da parte del cliente che la materia prima acquistata abbia il certificato 3.1 perché è quello che garantisce la completa rintracciabilità dei materiali.

La corretta stesura di un certificato del materiale tipo 3.1 prevede:

1. intestazione dell'acciaiera che ha colato il materiale;
2. intestazione dell'acquirente;
3. tipo di materiale;
4. identificativo del lotto e della colata;
5. composizione chimici;
6. risultati dei test di resistenza;
7. normative di riferimento

Tali certificati non sono accettabili se rilasciati dal venditore o dall'intermediario e risultano compromessi se alterati o manomessi in qualsiasi modo.

La corretta richiesta di certificazione del materiale deve essere riportata a disegno e deve specificare il tipo di certificato richiesto e la normativa a cui attenersi.

Per garantire la rintracciabilità del materiale è necessario inoltre che i semilavorati presentino ben visibile la marcatura in cui sia riportata la qualità dell'acciaio, il numero di colata e possibilmente le normative a cui il prodotto fa riferimento.

6.8 Studio iniziale di processo

Il livello delle capability iniziali di processo, per tutte le caratteristiche critiche (QH) identificate sia dal fornitore che dal cliente, deve essere determinato accettabile prima della presentazione del PPAP.

Il fornitore deve effettuare analisi sul proprio sistema di misura per determinare da che ordine di errore è affetta la misura.

Normalmente vengono utilizzati i seguenti criteri di accettabilità nella valutazione dei risultati dello studio dei processi che appaiono stabili:

- $Cpk(Ppk) > 1,67$ – Il processo attualmente soddisfa i requisiti del cliente. Dopo l'approvazione iniziare la produzione e seguire il Control Plan.
- $1,33 < Cpk(Ppk) < 1,67$ – Il processo è attualmente accettabile, ma può richiedere alcune migliorie. Contattare il cliente e rivedere i risultati dello studio. Potrà essere necessario modificare il Control Plan prima dell'inizio produzione.
- $Cpk(Ppk) < 1,33$ – Il processo attualmente non soddisfa i requisiti di accettabilità. Contattare la funzione interessata del cliente per una revisione dei risultati dello studio.

Poi c'è il caso dei processi non stabili, dove in funzione della natura dell'instabilità, un processo non stabile può non soddisfare i requisiti del cliente. Il fornitore deve identificare, valutare e, quando possibile, rimuovere le cause speciali di variazione prima della presentazione del PPAP. Il fornitore deve informare il cliente di ogni processo non stabile esistente e presentare un piano di azioni correttive al cliente prima di ogni presentazione.

Nel caso non vengano soddisfatti i requisiti del cliente, il fornitore deve contattare il cliente nel caso il processo non possa essere migliorato. Se non possono essere soddisfatti i criteri di accettabilità per la data prevista di presentazione del PPAP, il fornitore deve presentare al cliente per ottenerne l'approvazione un piano di azioni correttive e un piano di controllo modificato. Gli sforzi per la riduzione della variazione del processo vanno continuati finché non si raggiunga un livello accettabile.

6.8.1 Il Controllo Statistico di Processo (SPC)

L'SPC consiste in un set di test statistici eseguiti su un processo (ad esempio una linea di produzione). Questo tipo di analisi viene applicata soprattutto per tenere sotto controllo la qualità del processo, prevenire errori e ridurre i costi dovuti a problemi riscontrati su unità di produzione non conformi.

Le tecniche SPC valutano la variabilità di un processo, per identificare la probabilità di non conformità.

Il nostro caso presenta una linea di produzione di componenti strutturali per automobili che ha come fase critica lo stampaggio effettuato con presse meccaniche. Con migliaia di particolari da stampare, come è possibile assicurare la qualità dei componenti?

L'indice C_m indica la capacità macchina. E' il numero di volte che la dispersione della macchina è contenuta nell'intervallo di tolleranza. Più alto è il suo valore, migliore è la macchina. L'indice C_p ha lo stesso significato, ma è applicato ad un processo invece che ad una macchina.

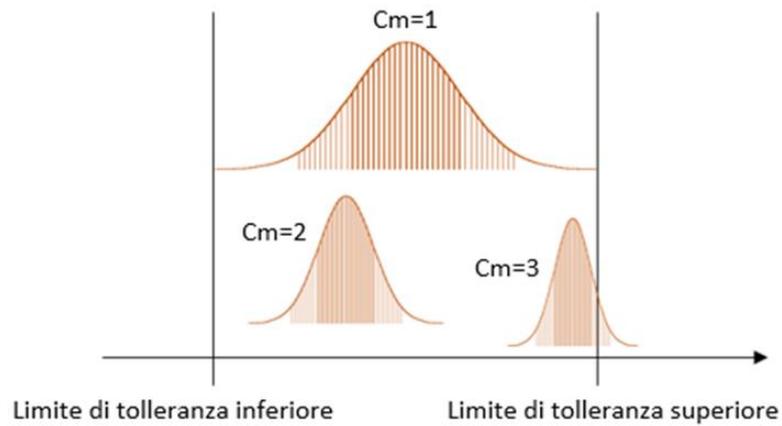


Figura 81 Significato dell'indice Cm

Il Cm e il Cp descrivono la ripetibilità di una macchina o un processo relativo alla classe di tolleranza, senza considerare il suo centraggio rispetto al valore nominale.

$$Cm = \frac{(\text{Limite superiore} - \text{Limite inferiore})}{6 \times \sigma}, \quad \text{dove } \sigma = \sqrt{\frac{\sum_i^N (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

Per studiare il centraggio della capacità macchina o la capacità di processo rispetto al valore nominale, si utilizzano gli indici Cmk e Cpk, che legano la capacità macchina o di processo al centraggio intorno al valore nominale.

Un Cmk o Cpk alto indica che la macchina o processo ha una bassa dispersione, ed è ben centrato in mezzo all'intervallo di tolleranza.

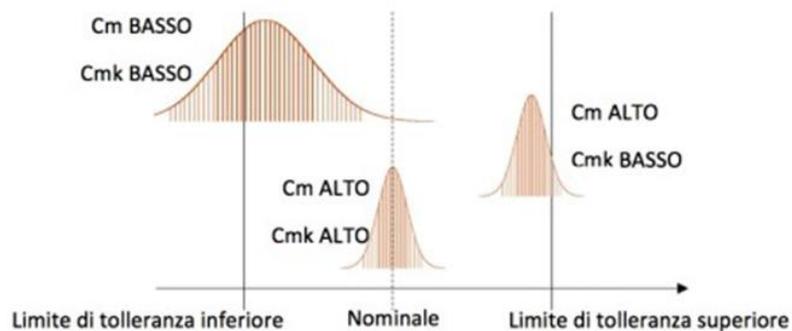


Figura 82 Differenza tra Cm e Cmk

$$Cmk = \text{Min} \left(\left(\frac{\text{Limite superiore} - \text{Valore medio}}{3 \times \sigma} \right), \left(\frac{\text{Valore medio} - \text{Limite inferiore}}{3 \times \sigma} \right) \right)$$

Un buon Cm o Cp è fondamentale per una macchina o processo. Se il Cm o Cp è basso, l'unico modo per poterlo accettare senza ripararlo è quello di aumentare l'intervallo di tolleranza:

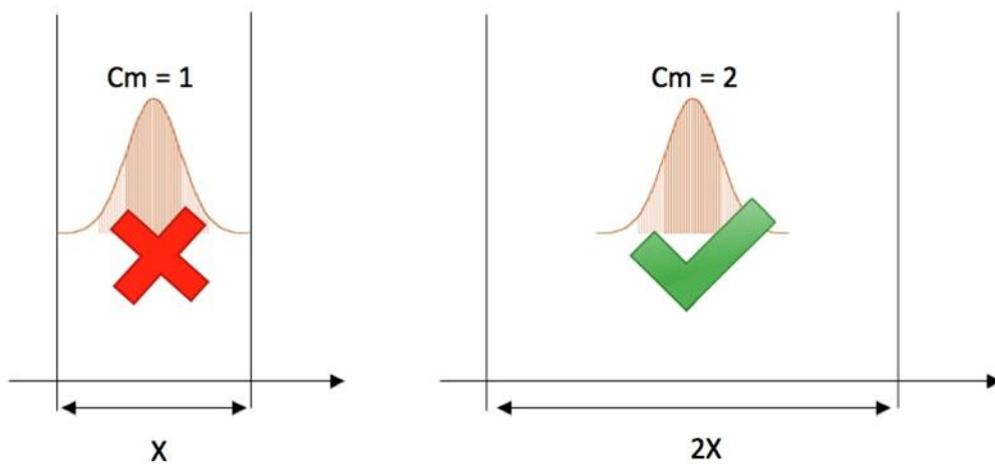


Figura 83 Accettazione del Cm con variazione del range di tolleranza

Se il Cmk è basso ma il Cm è alto, la macchina o il processo possono essere rientrare nei parametri di specifica con una semplice re-calibrazione:

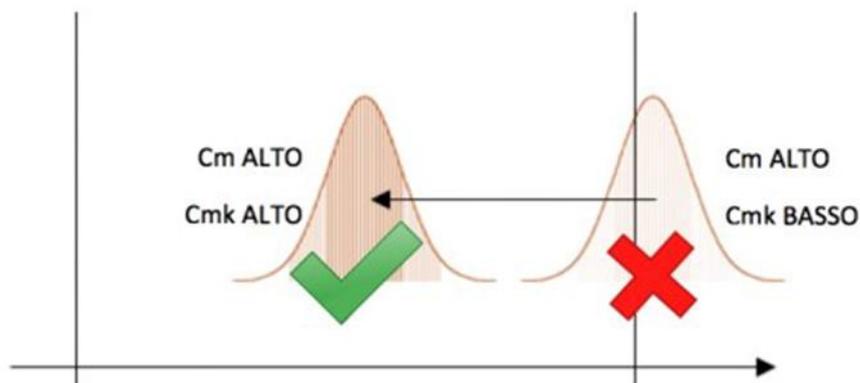


Figura 84 Interazione tra Cm e Cmk

Questo tipo di analisi nel nostro caso viene dettata dalle richieste del cliente finale per la consegna del PPAP poiché siccome questi componenti vengono poi assemblati tramite stazioni con robot di saldatura, quindi tutto automatizzato, una volta settati i parametri dei robot non si vogliono avere troppi scostamenti (anche se entro i limiti di tolleranza) per evitare dunque errori durante l'assemblaggio.

Di seguito riporto la tipologia di analisi effettuata in IMC da parte del team di qualità e del Project Manager.

Sono due tipi di documenti il primo fatto su Excel viene fatto per primo appena si hanno i 25 pezzi misurati serve per avere una tabella riassuntiva con tutti i valori e quindi si cerca di capire se ci sono discrepanze e se ci sono degli errori degli operatori o della macchina di misura, il secondo invece viene fatto da un software e da un tipo di feed-back visivo della situazione:

Tabella 28 Foglio di calcolo della capability in IMC 1/2

CAPABILITY REPORT																												
Post Name: INNERPLATE RH FMLIE										Batch Name:			Home Line Buy Off:			DATE: 10/04/2019												
Part No.: 8455480																												
MPF and CPT	L	U	C-1 Cpk=1								C-1 Cpk=2		C-2 Cpk=1.67															
			1	2	3	4	5	6	7	8	199	Range	Mean Deviation	StdDev	Mean±2S	U-Mean±2S	Cm	OK/NOK	Cm	OK/NOK	Cmk	OK/NOK						
SD209CH1R_X	-1,00	1,00	-0,08	-0,05	-0,09	-0,05	-0,02	-0,05	-0,01	0,02	-0,05	0,11	-0,0300	0,03	10,58	11,24	10,91	OK	10,91	OK	10,58	OK						
SD209CH1R_Z	-1,00	1,00	-0,06	-0,11	-0,07	-0,10	-0,06	-0,10	-0,06	-0,05	-0,03	0,13	-0,0638	0,04	8,93	9,94	9,43	OK	9,43	OK	8,93	OK						
SD209CH1R_D	0,00	0,58	0,30	0,30	0,32	0,31	0,30	0,32	0,31	0,30	0,31	0,04	0,3100	0,01	11,32	9,86	10,59	OK	10,59	OK	9,86	OK						
SD209CH2R_X	-1,00	1,00	-0,03	-0,01	-0,06	-0,01	0,01	-0,03	0,03	0,03	-0,03	-0,10	0,0094	0,03	11,04	11,03	11,04	OK	11,04	OK	11,03	OK						
SD209CH2R_Z	-1,00	1,00	-0,05	-0,08	-0,04	-0,07	-0,04	-0,08	-0,03	-0,02	-0,01	0,13	-0,0248	0,04	8,36	8,82	8,60	OK	8,60	OK	8,39	OK						
SD209CH2R_D	0,00	0,58	0,31	0,31	0,31	0,31	0,30	0,31	0,31	0,31	0,31	0,03	0,3112	0,01	15,58	13,46	14,52	OK	14,52	OK	13,46	OK						
SD209CH5R_X	-1,00	1,00	-0,05	-0,03	-0,08	-0,02	0,00	-0,04	0,00	-0,03	-0,03	0,08	-0,0292	0,02	17,74	18,81	18,28	OK	18,28	OK	17,74	OK						
SD209CH5R_Z	-1,00	1,00	0,23	0,19	0,23	0,19	0,23	0,19	0,23	0,25	0,26	0,14	0,2420	0,04	10,38	8,33	8,36	OK	8,36	OK	8,33	OK						
SD209CH5R_D	0,00	0,58	0,09	0,11	0,10	0,11	0,14	0,11	0,08	0,12	0,07	0,07	0,1128	0,02	2,05	9,47	5,26	OK	5,26	OK	2,05	OK						
SD209CH9R_X	-1,00	1,00	-0,08	-0,07	-0,08	-0,06	-0,06	-0,09	-0,06	-0,07	-0,09	0,06	-0,0718	0,01	20,75	23,98	22,38	OK	22,38	OK	20,75	OK						
SD209EM1R	-0,50	0,50	0,00	-0,07	-0,09	-0,17	0,05	-0,17	0,07	0,03	0,02	0,29	-0,0318	0,10	1,57	1,78	1,67	OK	1,67	NOK	1,57	NOK						
SD208AS1R	-1,50	1,50	-0,04	-0,10	-0,10	-0,13	-0,03	-0,16	-0,02	-0,05	-0,03	0,15	-0,0792	0,05	8,67	9,64	9,16	OK	9,16	OK	8,67	OK						
SD208BS1R	-1,50	1,50	-0,14	-0,14	-0,15	-0,15	-0,17	-0,16	-0,14	-0,15	-0,17	0,07	-0,1608	0,02	22,58	28,00	25,29	OK	25,29	OK	22,58	OK						
SD041AE1R	-0,50	0,50	-0,06	0,01	-0,07	-0,01	0,00	-0,02	-0,02	-0,03	-0,05	0,12	-0,0358	0,03	5,39	8,21	5,80	OK	5,80	OK	5,39	OK						
SD041BE1R	-0,50	0,50	-0,02	-0,03	-0,04	-0,03	-0,08	-0,06	-0,07	0,00	0,01	0,23	-0,0624	0,06	2,33	2,99	2,66	OK	2,66	OK	2,33	OK						
SD039BE1R	-0,50	0,50	0,03	-0,03	0,03	-0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,06	0,14	0,0240	0,04	4,89	4,44	4,67	OK	4,67	OK	4,44	OK						
SD039AE1R	-0,50	0,50	0,08	0,08	0,09	0,08	0,14	0,06	0,12	0,16	0,15	0,20	0,1412	0,06	3,52	1,97	2,75	OK	2,75	OK	1,97	OK						
REC1.REC2_M	-0,50	0,50	-0,09	-0,07	-0,08	-0,05	-0,05	-0,04	-0,12	-0,03	-0,07	0,10	-0,0644	0,03	5,69	7,38	6,53	OK	6,53	OK	5,69	OK						
REC7.REC8_M	-0,50	0,50	-0,05	-0,04	-0,04	-0,07	-0,05	-0,03	-0,05	-0,06	-0,04	0,06	-0,0624	0,02	8,70	10,74	9,72	OK	9,72	OK	8,70	OK						
REC3.REC4_M	-0,50	0,50	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,0080	0,01	28,13	25,51	25,82	OK	25,82	OK	25,51	OK						
REC5.REC6_M	-0,50	0,50	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,06	-0,05	-0,04	-0,05	0,02	-0,0480	0,01	26,10	31,64	28,67	OK	28,67	OK	26,10	OK						
<table border="1"> <tr><td>Points OK</td><td>58</td><td>54</td><td>53</td></tr> <tr><td>Points NOK</td><td>0</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>Percent points OK</td><td>100%</td><td>93%</td><td>91%</td></tr> </table>																	Points OK	58	54	53	Points NOK	0	4	5	Percent points OK	100%	93%	91%
Points OK	58	54	53																									
Points NOK	0	4	5																									
Percent points OK	100%	93%	91%																									

Tabella 29 Esempio di Capability in IMC 2/2

CAPABILITY REPORT



Part Name: Relinf. Engine Casing		Batch Name:		Home Line Buy Off:		DATE:		07/01/2013																		
Part No: 54 408 844																										
MP1 and CPT	L	U	1	2	3	4	100	101	102	103	104	102	108	109	Range	Mean Deviation	StdDev	Mean/US	U/Max/US	Min	OK/NO/OK	Min	OK/NO/OK	Min	OK/NO/OK	
AE07AEIL	-1.5	1.5	0.82	0.82	0.82	0.82	0.72	0.7	0.68	0.75	0.7	0.68	0.67	0.08	0.8952	0.02	37.74	13.83	25.79	OK	25.79	OK	13.83	OK		
AE06SAEIL	-1.5	1.5	0.53	0.56	0.55	0.57	0.55	0.54	0.56	0.52	0.55	0.57	0.51	0.51	0.30	0.5484	0.02	27.74	12.89	20.32	OK	20.32	OK	12.89	OK	
AE07IAEIL	-1.5	1.5	0.16	0.17	0.2	0.18	0.15	0.15	0.14	0.21	0.17	0.2	0.16	0.17	0.09	0.1676	0.02	23.13	18.48	20.81	OK	20.81	OK	18.48	OK	
AE07AEIT	-1.5	1.5	0.56	0.58	0.55	0.56	0.53	0.54	0.55	0.58	0.54	0.53	0.56	0.57	0.05	0.5528	0.02	42.91	19.80	31.35	OK	31.35	OK	19.80	OK	
AE07AMIT	-1	1	-0.1	-0.08	-0.13	-0.05	-0.13	-0.1	-0.1	-0.14	-0.12	-0.07	-0.06	0.08	-0.0938	0.03	11.84	14.04	12.84	OK	12.84	OK	11.84	OK		
AE07AMOT	-1	1	-0.05	-0.04	-0.1	-0.01	-0.02	-0.06	-0.05	-0.1	-0.1	-0.02	-0.05	0.09	-0.0596	0.03	11.81	13.31	12.56	OK	12.56	OK	11.81	OK		
AE07AMOT	-1	1	-0.14	-0.11	-0.17	-0.11	-0.13	-0.1	-0.11	-0.12	-0.13	-0.15	-0.11	-0.11	0.08	-0.1188	0.02	17.12	21.74	19.43	OK	19.43	OK	17.12	OK	
AE07AMOT	-1	1	-0.01	0	0	0.03	-0.01	0	0.01	-0.01	0	0.01	0	0.01	0.05	0.0052	0.01	22.89	22.67	22.88	OK	22.88	OK	22.67	OK	
AE07BAMR	-1	1	0.41	0.37	0.47	0.39	0.46	0.31	0.35	0.4	0.35	0.35	0.34	0.34	0.15	0.3752	0.04	11.55	5.25	8.40	OK	8.40	OK	5.25	OK	
AE07BAMR	-1	1	0.38	0.35	0.38	0.36	0.45	0.28	0.31	0.37	0.32	0.32	0.31	0.31	0.17	0.3436	0.04	11.17	6.48	8.31	OK	8.31	OK	6.48	OK	
AE07BAMR	-1	1	0.3	0.28	0.32	0.28	0.33	0.21	0.24	0.3	0.24	0.24	0.23	0.24	0.12	0.2860	0.03	12.72	7.38	10.05	OK	10.05	OK	7.38	OK	
AE080AMR	-1	1	0.09	0.09	0.1	0.09	0.19	0.03	0.05	0.09	0.07	0.05	0.05	0.05	0.16	0.0752	0.03	11.47	9.87	10.67	OK	10.67	OK	9.87	OK	
AE081AMR	-1	1	0.40	0.43	0.45	0.45	0.44	0.41	0.42	0.43	0.43	0.42	0.4	0.4	0.07	0.4264	0.02	25.15	10.11	17.83	OK	17.83	OK	10.11	OK	
AE081AMT	-1	1	-0.04	-0.02	-0.03	-0.02	-0.02	-0.02	-0.03	-0.04	-0.03	-0.03	-0.05	-0.05	0.05	-0.0324	0.01	22.67	24.19	23.43	OK	23.43	OK	22.67	OK	
AE17SAHR	-0.5	0.5	-0.13	-0.11	-0.13	-0.14	-0.17	-0.07	-0.11	-0.1	-0.05	-0.11	-0.13	-0.14	0.12	-0.1144	0.03	4.91	7.83	6.37	OK	6.37	OK	4.91	OK	
AE17SAHR	-0.5	0.5	0.01	-0.07	0	0.05	0.09	-0.07	-0.03	-0.08	-0.06	0.01	0.05	0.05	0.17	0.0032	0.04	3.99	3.94	3.97	OK	3.97	OK	3.94	OK	
DFR2483747001	-0.5	0.5	0.05	0.05	0.06	0.06	0.08	0.04	0.06	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.04	0.0520	0.01	18.40	14.53	16.87	OK	16.87	OK	14.53	OK	
																			Points OK		38		38		38	
																			Points NOK		0		0		0	
																			Percent points OK		100%		100%		100%	

6.9 Studi di Analisi dei Sistemi di Misura (MSA)

Il fornitore deve avere studi di analisi dei sistemi di misura applicabili, es. R&R dei calibri, bias, linearità, stabilità, per tutta l'attrezzatura di misura utilizzata.

L'MSA (Measurement System Analysis) serve per determinare se il sistema di misura utilizzato può generare dati accurati e se questa accuratezza è adeguata ad ottenere il tuo obiettivo. L'obiettivo, ovviamente, dovrebbe essere quello di ottenere dati che non siano influenzati dal sistema di misura.

Questa pratica da più autorità nel presentare i dati al tuo superiore o al tuo cliente. E' una certificazione dei tuoi risultati. Come abbiamo visto è un documento obbligatorio per la presentazione di un PPAP Liv.3.

Esistono diversi tipi di MSA in base a quello che vuoi sapere del tuo sistema di misura:

- Gage R&R (Riproducibilità e Ripetibilità);
- Bias Analysis (Valutazione di eventuali differenze sistematiche);
- Stability Analysis (Valutazione della capacità di ottenere gli stessi risultati nel tempo);

- Discrimination Analysis (Valutazione della capacità di individuare le variazioni di processo);
- Kappa Analysis (Per misure per attributi. G\NG; P\NP; ecc..).

Ci si è soffermati sul Gage R&R ovvero la valutazione della Riproducibilità e della Ripetibilità delle misurazioni.

Inizialmente la IMC non era tenuta a fare questo tipo di analisi, poiché la costruzione degli strumenti di misura (calibri) sono sotto responsabilità del cliente Volvo Trucks e del co-fornitore Matrici. Ma durante la fase di analisi sulla “capability” del particolare 84406983, molti punti stavano al di sotto della soglia del 1.67. Di seguito il file di calcolo della capability.

Tabella 30 Calcolo Cmk P/N 84406983

MPT and CPT	L	U	1	2	7	8	96	97	98	99	104	192	193	198	199	C-1 Cmp=1		C1 Cmp=2		C2 Cmk=1,67		
																Cm	OK/NOK	Cm	OK/NOK	Cmk	OK/NOK	
AE008AEIL	-1.5	1.5	-0.5	-0.5	-0.51	-0.5	-0.51	-0.48	-0.53	-0.56	-0.55	-0.57	-0.54	-0.53	19.24	OK	19.24	OK	12.51	OK		
AE041AEIL	-1.5	1.5	-0.24	-0.2	-0.21	-0.25	-0.18	-0.2	-0.22	-0.21	-0.2	-0.13	-0.23	-0.09	-0.2	12.69	OK	12.69	OK	11.01	OK	
AE042AEIL	-1.5	1.5	-1.11	-1.14	-1.11	-1.15	-1.2	-1.54	-1.1	-1.21	-1.02	-1.24	-1.14	-0.89	-0.96	3.77	OK	3.77	OK	0.93	NOK	
AE044AEIL	-1.5	1.5	0.64	0.61	0.67	0.66	0.61	0.54	0.65	0.62	0.65	0.67	0.63	0.77	0.73	10.57	OK	10.57	OK	5.98	OK	
AE045AEIL	-1.5	1.5	-0.69	-0.8	-0.77	-0.9	-0.9	-1.3	-0.61	-0.95	-0.64	-1	-0.72	-0.74	-0.63	2.86	OK	2.86	OK	1.21	NOK	
AE047AEIL	-1.5	1.5	-0.21	-0.16	-0.18	-0.24	-0.23	-0.2	-0.13	-0.21	-0.16	-0.23	-0.21	-0.27	-0.28	11.13	OK	11.13	OK	9.80	OK	
AE050AEIL	-1.5	1.5	0.96	1.05	1	1.09	1.08	1.44	0.91	1.1	0.93	1.15	0.97	0.86	0.85	3.80	OK	3.80	OK	1.13	NOK	
AE051AEIL	-1.5	1.5	-0.67	-0.62	-0.66	-0.67	-0.68	-0.66	-0.62	-0.66	-0.66	-0.67	-0.61	-0.77	-0.7	14.53	OK	14.53	OK	8.08	OK	
AE008AMIL	-1	1	0.23	0.22	0.21	0.17	0.16	0.12	0.24	0.15	0.24	0.16	0.51	0.24	0.26	4.35	OK	4.35	OK	3.42	OK	
AE008AMZL	-1	1	-0.31	-0.31	-0.33	-0.4	-0.41	-0.48	-0.3	-0.43	-0.3	-0.42	-0.02	-0.33	-0.28	3.70	OK	3.70	OK	2.44	OK	
AE041AMIL	-1	1	-0.04	-0.02	-0.04	-0.05	-0.06	-0.06	-0.07	-0.03	-0.02	-0.05	-0.01	-0.01	-0.01	19.80	OK	19.80	OK	19.05	OK	
AE041AMZL	-1	1	-0.09	-0.07	-0.08	-0.08	-0.1	-0.1	-0.11	-0.07	-0.06	-0.09	-0.05	-0.05	-0.05	19.71	OK	19.71	OK	18.16	OK	
AE042AMIL	-1	1	-0.05	-0.02	0.02	0.05	0.04	-0.06	-0.02	0.04	0.01	0.07	0.02	0.13	0.11	6.76	OK	6.76	OK	6.54	OK	
AE042AMZL	-1	1	0.11	0.13	0.17	0.22	0.2	0.14	0.12	0.21	0.16	0.23	0.17	0.29	0.25	6.64	OK	6.64	OK	5.36	OK	
AE043AMIL	-1	1	-0.06	-0.08	-0.05	-0.01	-0.02	-0.08	-0.07	-0.03	-0.04	-0.01	0	0.06	0.03	8.89	OK	8.89	OK	8.49	OK	
AE043AMZL	-1	1	-0.15	-0.14	-0.12	-0.08	-0.08	-0.1	-0.14	-0.09	-0.13	-0.06	-0.08	-0.03	-0.05	9.53	OK	9.53	OK	8.64	OK	
AE045AMIL	-1	1	0.53	0.59	0.55	0.6	0.6	0.89	0.48	0.63	0.54	0.67	0.83	0.51	0.5	3.28	OK	3.28	OK	1.33	NOK	
AE045AMZL	-1	1	0.36	0.46	0.37	0.41	0.4	0.7	0.31	0.43	0.35	0.46	0.68	0.31	0.32	3.16	OK	3.16	OK	1.84	OK	
AE047AMIL	-1	1	-0.45	-0.33	-0.36	-0.2	-0.23	0.22	-0.52	-0.13	-0.48	-0.1	-0.43	-0.33	-0.48	1.71	OK	1.71	NOK	1.22	NOK	
AE047AMZL	-1	1	-0.39	-0.29	-0.28	-0.17	-0.18	0.22	-0.46	-0.1	-0.41	-0.07	-0.39	-0.29	-0.39	1.92	OK	1.92	NOK	1.45	NOK	
AE048AMIL	-1	1	-0.12	-0.04	-0.08	0.1	0.14	0.61	-0.21	0.16	-0.18	0.25	-0.04	-0.04	-0.18	1.59	OK	1.59	NOK	1.56	NOK	
AE048AMZL	-1	1	-0.29	-0.21	-0.2	-0.02	-0.01	0.44	-0.35	0.05	-0.3	0.08	-0.21	-0.22	-0.33	1.62	OK	1.62	NOK	1.42	NOK	
AE049AMIL	-1	1	0.06	0.13	0.12	0.3	0.26	0.68	-0.03	0.35	0.05	0.37	0.16	0.17	0.07	1.89	OK	1.89	NOK	1.51	NOK	
AE049AMZL	-1	1	0.09	0.13	0.16	0.35	0.31	0.68	0.02	0.39	0.09	0.42	0.21	0.22	0.11	1.97	OK	1.97	NOK	1.49	NOK	
AE050AMIL	-1	1	0.28	0.31	0.33	0.46	0.45	0.65	0.22	0.49	0.27	0.54	0.26	0.43	0.35	2.75	OK	2.75	OK	1.68	OK	
AE050AMZL	-1	1	0.47	0.52	0.54	0.66	0.66	0.87	0.45	0.7	0.5	0.73	0.48	0.65	0.55	2.80	OK	2.80	OK	1.12	NOK	
AE051AMIL	-1	1	-0.09	-0.08	-0.09	-0.1	-0.11	-0.12	-0.1	-0.11	-0.07	-0.07	-0.07	-0.05	-0.05	16.69	OK	16.69	OK	15.29	OK	
AE051AMZL	-1	1	-0.17	-0.16	-0.16	-0.16	-0.18	-0.2	-0.17	-0.18	-0.14	-0.14	-0.15	-0.12	-0.11	16.15	OK	16.15	OK	13.65	OK	
																	Points OK	28	22		17	
																	Points NO	0	6		11	
																	Percentage	100%	79%		61%	

Tabella 31 Risultati calcolo del Cmk sul P/N 84406983

Points OK	28		22		17
Points NOK	0		6		11
Percentage points OK	100%		79%		61%

Come detto in precedenza, se la capability non raggiunge almeno il 90% dei punti il pezzo non può essere considerato conforme. Avendo ottenuto solo il 61% risulta assai difficile individuare la natura del problema, poiché può essere imputato ad almeno tre fattori: lo stampo, la materia prima o appunto l'attrezzatura di controllo. Quindi si è agito cercando di eliminare le ipotesi.

La prima ad essere eliminata è stata quella sulla materia prima, facendo le prove in laboratorio con 3 campioni vedendo se la $R_p0,5$, R_m , e l'allungamento %, rientrassero nei parametri delle norme ISO.

A questo punto anche grazie al feedback degli operatori, riscontravano difficoltà nel posizionamento del pezzo sul calibro di misura, si è proceduto con l'analisi R&R, che mostreremo qui di seguito.

6.9.1 Lo studio R&R

Per riproducibilità si intende la capacità di un sistema di misura di restituire lo stesso risultato sullo stesso pezzo misurato anche cambiando operatore.

In poche parole se venisse effettuata la misura tra due operatori. A pari condizioni (stesso calibro, stesso giorno, stesso ambiente ecc..) deve darci lo stesso risultato.

Mentre per ripetibilità si intende la capacità di un sistema di misura di restituire lo stesso risultato sullo stesso pezzo misurato più volte, dallo stesso operatore

Esempio: Se io misurassi lo stesso pezzo 3 volte. Deve darmi lo stesso valore.

6.9.2 Come eseguire l'R&R

Per prima cosa devi partire dal Flow Chart. Devi descrivere il metodo di misurazione, in modo accurato e senza tralasciare dettagli. Di seguito lo schema del Flow-Chart sul "Jig Validation Process"

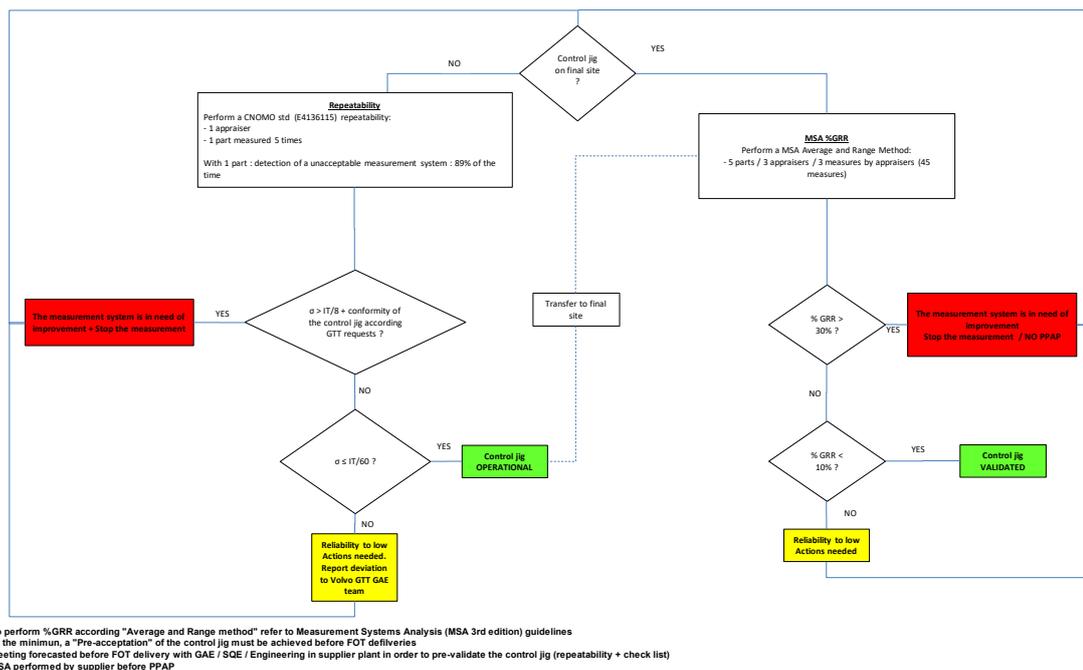


Figura 85 Processo da eseguire per la validazione del calibro di misura

E' importante per prima cosa definire il numero di operatori, normalmente l'MSA si esegue con 3 operatori, queste saranno le persone che eseguiranno poi le misure durante la vita del progetto. L'MSA prende in considerazione anche le persone quindi è fondamentale utilizzare le persone giuste. In alcuni casi estremi, come quello in esame non si hanno a disposizione 3 persone formate e/o disponibili, in questo caso effettueremo l'MSA anche con 2 operatori.

Normalmente per effettuare l'MSA si utilizzano 10 pezzi. In questo caso come da istruzioni sono state utilizzati 5 pezzi, minimo per avere abbastanza dati per un'analisi statistica, poiché le misurazioni durano troppo tempo.

Il numero di ripetizioni da effettuare su ogni particolare e per ogni operatore è tre, come da istruzioni.

E' importante essere presenti durante le misurazioni, in modo tale da guidare l'intera procedura. Alla fine questi dati vengono inseriti su di un foglio di calcolo Excel dove sono precaricate le formule e i criteri d'accettazione descritti nel Flow-Chart.

Di seguito inseriremo alcune immagini in cui vengono mostrati il calibro di misura (fig. 72), la sequenza dei morsetti di chiusura "clamps", essendone presenti 4, e i punti da misurare per l'analisi statistica (fig. 73).

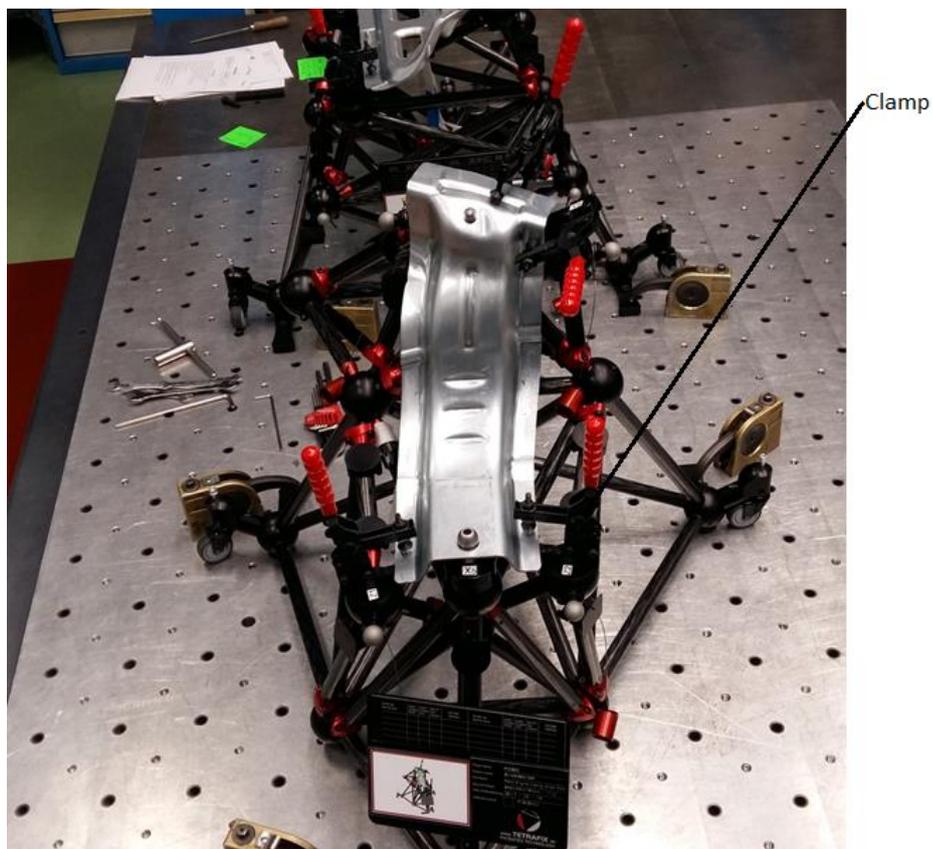


Figura 86 Calibro di misura

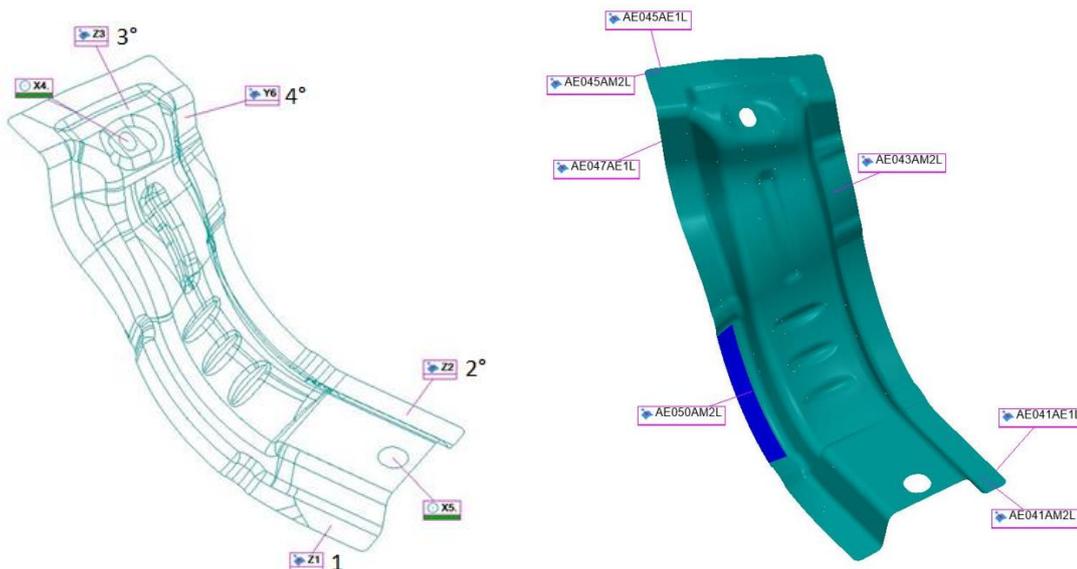


Figura 87 Sequenza di chiusura e punti da misurare per R&R

Avendo quindi definito le procedure sul come effettuare le misure e su come effettuare la verifica, si è proceduto nell'esecuzione, in tabella i risultati:

Tabella 32 Repeatability del calibro di controllo del P/N 84406983

VOLVO GTT	MEASURES FOR REPEATABILITY OF CONTROL JIG										Date :	JIG N° :	81 106 983-291	PROJECT :	P2982	 				
											14/11/2017	PART N° :	84 406 983	VERSION :	C04		1/...			
PART NAME :	Reinforcement Bow, Engine Casing LHIS Cab.										General conclusion: Refused					TYPE OF MEASURES (during the repeatability test)				
SUPPLIER:	IMC															1D	3D	1D+3D		
UPPER TOLERANCE	1,5	1,5	1	1	1	1	1	1	1	1										
LOWER TOLERANCE	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1										
IT	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0			
DIRECTION (MAG-XY-Z ?)																				
POINT N°	AE047AE1L	AE050AE1L	AE047AM1L	AE047AM2L	AE048AM1L	AE048AM2L	AE049AM1L	AE049AM2L	AE050AM1L	AE050AM2L										
Measure n° 1	-0,27	1,03	-0,25	-0,19	0,1	-0,07	0,29	0,29	0,49	0,69										
Measure n° 2	-0,26	0,98	-0,33	-0,27	0	-0,14	0,24	0,26	0,43	0,65										
Measure n° 3	-0,25	1,1	-0,14	-0,13	0,17	0,01	0,36	0,38	0,52	0,72										
Measure n° 4	-0,3	1,04	-0,24	-0,23	0,05	-0,07	0,28	0,3	0,46	0,67										
Measure n° 5	-0,27	1,07	-0,22	-0,14	0,16	-0,01	0,33	0,36	0,51	0,72										
Standard Deviation (Sr)	0,019	0,045	0,068	0,059	0,072	0,059	0,046	0,050	0,037	0,031										
ACCEPTATION CRITERIA	0,050	0,050	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033										
Sr ≤ (IT/60)	ACCEPTED	ACCEPTED	REFUSED	ACCEPTED																

Come si può vedere il criterio d'accettazione in questo caso, stando alle direttive Volvo, è stato dividere per 60, la deviazione standard (Sr), il risultato dimostra che su 10 punti misurati, 7 non rientrano nei parametri di questa analisi risultando "refused".

A questo punto al cliente sono state proposte delle soluzioni per ottimizzare l'R&R. La soluzione proposta è stata quella di cambiare l'ordine di chiusura dei sistemi di bloccaggio, clamps, e modificare i perni di accentramento del pezzo.

La richiesta è stata accolta dal dipartimento di qualità della Volvo, e durante il meeting avvenuto in IMC si è proceduto con un'ulteriore esecuzione dell'R&R. Di seguito mostreremo i risultati.



Figura 88 Immagine del calibro con i perni di centraggio

Tabella 33 Verifica R&R dopo la modifica

VOLVO GTT		MEASURES FOR REPEATABILITY OF CONTROL JIG									Date :	JIG N° :	81 106 983-291	PROJECT :	P2982		
PART NAME: Reinforcement Bow, Engine Casing LHS Cab.		General conclusion: ACCEPTED									14/11/2017	PART N° :	84 406 983	VERSION :	C04	1/...	
SUPPLIER: Batz S. Coop											TYPE OF MEASURES (during the repeatability test)						
											1D		3D		1D+3D		
UPPER TOLERANCE	1,5	1,5	1	1	1	1	1	1	1	1							
LOWER TOLERANCE	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1							
IT	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0		
DIRECTION (MAG-X-Y-Z ?)																	
POINT N°	AE047AE1L	AE050AE1L	AE047AM1L	AE047AM2L	AE048AM1L	AE048AM2L	AE049AM1L	AE049AM2L	AE050AM1L	AE050AM2L							
Measure n° 1	-0,27	1,03	-0,25	-0,19	0,07	-0,05	0,29	0,29	0,49	0,69							
Measure n° 2	-0,26	0,98	-0,22	-0,15	0	-0,06	0,3	0,26	0,5	0,65							
Measure n° 3	-0,25	1,1	-0,23	-0,13	0,06	0,01	0,36	0,28	0,52	0,72							
Measure n° 4	-0,3	1,04	-0,24	-0,13	0,05	-0,05	0,28	0,3	0,46	0,67							
Measure n° 5	-0,27	1,07	-0,22	-0,14	0,06	-0,01	0,33	0,31	0,51	0,72							
Standard Deviation (Sr)	0,019	0,045	0,013	0,025	0,028	0,030	0,033	0,019	0,023	0,031							
ACCEPTATION CRITERIA	0,050	0,050	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033							
Sr ≤ (IT/60)	ACCEPTED	ACCEPTED	ACCEPTED	ACCEPTED	ACCEPTED	ACCEPTED	ACCEPTED	ACCEPTED	ACCEPTED	ACCEPTED							

Dopo la modifica, come si vede dalla tabella in alto, tutti i punti risultano “Accepted”, ciò significa che le correzioni hanno raggiunto l’obiettivo.

Il prossimo passo da fare, adesso che è stata verificata l’attrezzatura, sarà quello di misurare nuovamente i 25 particolari e rifare il Cpk e confrontarlo con il precedente, se il Cpk sarà maggiore del 90% vuol dire che il problema era la sola attrezzatura di controllo, se ciò non avviene bisognerà intervenire necessariamente sullo stampo.

6.10 Piano di Controllo

Il fornitore deve avere un piano di controllo che definisca tutti i controlli usati per il controllo del processo e sia conforme a quanto richiesto dalla norma QS-9000 Terza Edizione.

Il Piano di controllo deve garantire un’ottimale gestione dei processi di fabbricazione tramite il controllo dei parametri dei processi produttivi e delle caratteristiche dei prodotti, formalizzato nei piani di controllo. Normalmente viene richiesto ai fornitori, in questo caso l’IMC, di sviluppare questi piani di

controllo seguendo le indicazioni ed il modello che si trovano nel manuale AIAG Advanced Product Quality Planning and Control Plan (APQP).

Nell'elaborazione dei piani di controllo il fornitore deve tenere in considerazione il diagramma di flusso, i risultati dell'FMEA di processo e l'esperienza su prodotti simili. Devono essere applicati dei metodi di miglioramento continuo del processo. I piani di controllo devono essere sviluppati per tutte le fasi della produzione e devono includere il controllo di tutte le caratteristiche di sicurezza e chiave (critiche ed importanti) di prodotto e di processo indicate nei disegni e nelle specifiche tecniche in essi richiamate o derivanti dall'analisi FMEA.

Ci deve essere un legame univoco tra i piani di controllo e le fasi del diagramma di flusso e dell'FMEA. I piani di controllo devono essere sviluppati, ove applicabile, per la produzione dei prototipi, dei lotti di pre-serie e dei lotti di serie. Una volta redatti devono essere riesaminati, ed eventualmente aggiornati, quando avviene una modifica che influenza il prodotto, il processo produttivo, le misurazioni, la logistica, le fonti di approvvigionamento o l'FMEA. Qui di seguito metteremo un esempio di piano di controllo, redatto dal dipartimento di qualità dell'IMC.



PIANO DI CONTROLLO

N° P - 566

Prototipi Preserie Serie

Preparato da: _____

Data Emissione: _____
Data Revisione: 05/11/2018

Codice Fornitore: _____

Elaborato dal Team : **CQ** **FT**

Approvato da : **AQ**

data : 05/11/2018

Trasmesso al cliente in data : / /

CARATTERISTICHE CONTROLLATE			DETTAGLI CONTROLLI											
Fase	Rif.Flusso Oper. Ciclo	N° Codice / Disegno	Macchina	Prodotto	Processo	C/C	Specif. Prod/ Processo	Modalità	Q.tà	Freq. AC	Freq CV	Mezzo / Criterio	N° Rif. Ciclo	Piano di Reazione
10	Entrata Materia Prima	Z1701 Foglio HX180YD + Z100B (VSCR 180Y-Z100B) 1,7 x 920 x 410		Verifica corrispondenza ordine/consegnato		+		Procedura PG 009					Rif. PG 009	Notifica a fornitore Riferimento PG009
				Verifica corretta identificazione		-		Procedura PG 009					Rif. PG 009	Cambio cartellino
				Aspetto visivo: assenza di ossidazioni e difetti superficiali e di forma		+		Campionamento	1		Lotto	Visivo	A566101	Notifica a fornitore Riferimento PG009
				Spessore materiale: 1,70 ± 0,12 mm		+	UNI EN 10143	Campionamento	1		Lotto	Misuratore spess. MP n°21/A	A566101	Notifica a fornitore Riferimento PG009
				Larghezza materiale: 920 0+6 mm		+	UNI EN 10143	Campionamento	1		Lotto	Metro	A566101	Notifica a fornitore Riferimento PG009
				Lunghezza spezzoni: 410 0+1,4 mm		+	UNI EN 10143	Campionamento	1		Lotto	Metro	A566101	Notifica a fornitore Riferimento PG009
				Verifica spessore e tipo zincatura: ZnF 7 +		-	UNI EN 10346	Campionamento	1		Lotto	Misuratore spess. ZN n°75	A566101	Notifica a fornitore Riferimento PG009
				Verifica certificato fornitore		+	VOLVO STD 311-0002	Documentazione	1		Lotto	Visivo	A566101	Notifica a fornitore Riferimento PG009
				Caratteristiche meccaniche: Rm, Re, A%		+	VOLVO STD 311-0002	Campionamento	1		AL 01 PO 009-02	Dinamometro Galdabini	A566101	Notifica a fornitore Riferimento PG009
				Controllo idoneità area di stoccaggio e mezzi movimentazione		+		Rif. IL/0					Rif. IL/0	Adottare i criteri indicati su IL/0
				Controllo rotazione stock del materiale in uscita per fase successiva		+		Rif. IL/0					Rif. IL/0	Sostituire con "primo entrato" a magazzino
20	Stampaggio	084406944H	AIDA - 1000	Set-up: Esecuzione di tutti i controlli previsti su Ciclo di Controllo della fase		+		Campionamento	3	Avvio Produzione e o riavvio dopo 4 gg fermo	Avvio Produzione e o riavvio dopo 4 gg fermo	Visivo	AC / 3	Regolazione macchina e segregazione HC Rif. PO 014

Figura 89 Piano di controllo sulla materia prima



PIANO DI CONTROLLO

N° P - 566

Prototipi Preserie Serie

Preparato da: _____

Data Emissione: _____
Data Revisione: 05/11/2018

Codice Fornitore: _____

Elaborato dal Team : **CQ** **FT**

Approvato da : **AQ**

data : 05/11/2018

Trasmesso al cliente in data : / /

CARATTERISTICHE CONTROLLATE			DETTAGLI CONTROLLI											
Fase	Rif.Flusso Oper. Ciclo	N° Codice / Disegno	Macchina	Prodotto	Processo	C/C	Specif. Prod/ Processo	Modalità	Q.tà	Freq. AC	Freq CV	Mezzo / Criterio	N° Rif. Ciclo	Piano di Reazione
20	Stampaggio	084406944H	AIDA - 1000		Avv. Produz.: Verifica allestimento posto di lavoro	+		Campionamento	1	Avvio Produzione e o riavvio dopo 4 gg fermo	Avvio Produzione e o riavvio dopo 4 gg fermo	Visivo	AC / 3	Adeguare / completare l'allestimento
				Verifica corrispondenza materiale utilizzato con bar-code		+		Documentazione	1			Visivo	AC566201	Cambio materiale
				Assenza bave e deformazioni		+		Autocontrollo	3		2volte/gg	Visivo	AC566201	Segregazione. Rif. PO 014-02
				Confronto con campione di riferimento		+		Autocontrollo	3		2volte/gg	Visivo	AC566201	Segregazione. Rif. PO 014-02
				Verifica presenza fori: n°9		C		Autocontrollo	3		2volte/gg	Visivo	AC566201	Segregazione. Rif. PO 014-02
				Controllo timbri: confronta con campione		+		Autocontrollo	3		2volte/gg	Visivo	AC566201	Segregazione. Rif. PO 014-02
				Verifica dimensionale 3D		+		Campionamento	1		Inizio ODP	Tracciatrice 3D	AC566201	Segregazione. Rif. PO 014-02
				Manutenzione preventiva / predittiva macchine		+		Rif. Istruzioni manutenzione macchina / impianto					Rif. Scheda. Man98	Riesame manut. macchine / impianti: Rif. PG 010
				Manutenzione preventiva / predittiva stampi		+		Rif. Istruzioni manutenzione stampi					Rif. Istruz. Stampi su PG 011	Riesame manutenzione attrezzature: Rif. PG 011
				Controllo corrispondenza unità di imballo		+		Rif. IL specifiche	1		Ogni cassone	Visivo	Rif. IL	Sostituzione unità specifiche di imballo
				Controllo pulizia unità di imballo		+		Rif. IL/1	1		Ogni cassone	Visivo	Rif. IL/1	Eseguire pulizia come indicato in IL/1

Figura 90 Piano di controllo sullo stampaggio

IME PIANO DI CONTROLLO N° P - 566 Prototipi Preserie Serie Preparato da: _____ Data Emissione: _____
 Codice Fornitore: _____ Elaborato dal Team : CO FT Approvato da : AQ data : 05/11/2018 Trasmesso al cliente in data : / /
 Data Revisione: 05/11/2018

Cliente: VOLVO Codice prodotto: 0084406944 Denominazione: Rinforzo vano motore Ind.Mod.: UT3694-3695 Pagina 3 di 3

Fase	Rif.Flusso Oper. Ciclo	N° Codice / Disegno	Macchina	CARATTERISTICHE CONTROLLATE			DETTAGLI CONTROLLI					Piano di Reazione	
				Prodotto	Processo	Specif. Prod./ C/C	Modalità	Q.tà	Freq. AC	Freq CV	Mezzo / Criterio		N° Rif. Ciclo
20	Stampaggio	084406944H Rinforzo vano motore Stampato	AIDA - 1000	Controllo corretto riempimento dell'unità di imballo	+		Rif. IL/1	1	Ogni cassone		Visivo	Rif. IL/1	Distribuire uniformemente i pezzi nel contenitore
				Controllo integrità unità di imballo	+		Rif. IL/1	1	Ogni cassone		Visivo	Rif. IL/1	Sostituzione unità di imballo
30	Spedizione a Cliente	0084406944 Rinforzo vano motore		Verifica corretta identificazione	+		Autocontrollo	1	Ogni cassone		Visivo	AC566301	Cambio cartellino
				Riqualifica periodica del prodotto	+		Campionamento	1	Ogni anno	Vari. Per tutte le caratteristiche specifiche del Cliente	Rif. Richieste PO 014-02	Segregazione. Rif. PO 014-02	

Figura 91 Piano di controllo sul confezionamento

6.11 Part Submission Warrant (PSW)

Una volta completate positivamente tutte le misure e le prove, il fornitore deve riportare le informazioni richieste sul PSW.

Devono essere compilati PSW separati per ciascun numero di disegno a meno di diverse disposizioni del cliente. Il fornitore deve verificare che tutte le misure e i risultati dei test mostrino la conformità ai requisiti del cliente e che sia disponibile tutta la documentazione richiesta.

Questo PSW si può immaginare come se fosse una copertina di ricapitolazione di tutti i documenti prodotti durante la fase di PPAP, verrà inviato al cliente e si aspetterà la sua accettazione. Di seguito un esempio del PSW utilizzato in IMC. Questo tipo di documento in base alle esigenze richieste dai vari clienti può variare in qualche punto, ma la radice è sempre uguale.

		Part Submission Warrant	
Part Name			Cust. Part Number
Shown on Drawing No.			Org. Part Number
Engineering Change Level			Dated
Additional Engineering Changes			Dated
Safety and/or Government Regulation	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	Purchase Order No.	Weight (kg)
Checking Aid No.	Checking Aid Engineering Change Level	Dated	
ORGANIZATION MANUFACTURING INFORMATION		CUSTOMER SUBMITTAL INFORMATION	
Supplier Name & Supplier Code		Customer Name/Division	
Street Address		Buyer/Buyer Code	
City	State	Zip	Application
MATERIALS REPORTING			
Has customer-required Substances of Concern information been reported?			<input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> n/a
Submitted by IMDS or other customer format:			
Are polymeric parts identified with appropriate ISO marking codes?			<input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> n/a
REASON FOR SUBMISSION			
<input type="checkbox"/> Initial Submission	<input type="checkbox"/> Change to Optional Construction or Material		
<input type="checkbox"/> Engineering Change(s)	<input type="checkbox"/> Sub-Supplier or Material Source Change		
<input type="checkbox"/> Tooling: Transfer, Replacement, Refurbishment or additional	<input type="checkbox"/> Change in Part Processing		
<input type="checkbox"/> Correction of Discrepancy	<input type="checkbox"/> Part Produced at Additional Location		
<input type="checkbox"/> Tooling Inactive > 1 year	<input type="checkbox"/> Other - Please specify below		
REQUESTED SUBMISSION LEVEL (check one)			
<input type="checkbox"/> Level 1 - Warrant only (and for designated appearance items, an Appearance Approval Report) submitted to customer.			
<input checked="" type="checkbox"/> Level 2 - Warrant with product samples and limited supporting data submitted to customer.			
<input type="checkbox"/> Level 3 - Warrant with product samples and complete supporting data submitted to customer.			
<input type="checkbox"/> Level 4 - Warrant and other requirements as defined by customer.			
<input type="checkbox"/> Level 5 - Warrant with product samples and complete supporting data reviewed at supplier's manufacturing location.			
SUBMISSION RESULTS			
The results for <input type="checkbox"/> dimensional measurement <input type="checkbox"/> material and functional test <input type="checkbox"/> appearance criteria <input type="checkbox"/> statistical process package			
These results meet all drawing and specification requirements <input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> NO (If "NO" - Explanation Required)			
Mold / Cavity / Production Process			
DECLARATION			
I hereby affirm that the samples represented by this warrant are representative of our parts, have been made to the applicable Production Part Approval Process Manual 4th Edition Requirements. I further affirm that these samples were produced at the production rate of: _____ / _____ hours.			
I also certify that documented evidence of such compliance is on file and available for review. I have noted any deviations from this declaration below.			
EXPLANATION/COMMENTS			
Is each Customer Tool Properly tagged and numbered? <input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> n/a			
Organization Authorized Signature			Date
Print Name	Phone No.	Fax No.	
Title	E-mail		
FOR CUSTOMER USE ONLY (IF APPLICABLE)			
Part Warrant Disposition: <input type="checkbox"/> Approved <input type="checkbox"/> Rejected <input type="checkbox"/> Other			
Customer Signature			Date
Print Name	Customer Tracking Number (optional)		

Figura 92 Part Submission Warrant utilizzato in IMC

6.12 Campionatura del Prodotto e Campione Master

Il fornitore deve fornire una campionatura del prodotto come richiesto dal cliente e come definito dalla richiesta di presentazione. Come si è visto durante le esecuzioni delle prove, quando il particolare dopo aver superato il primo controllo tramite stampaggio manuale, si passa allo stampaggio automatico, per verificare l'efficienza della linea vengono prelevati 30 particolari, di questi 30 particolari bisogna effettuare su 5 particolari la "Full Measure" mentre nei restanti 25 verrà fatta la "Partial Measure" che, come abbiamo visto verrà utilizzata per la capability.

Queste misure verranno inviate, al cliente tramite un formato ".DMO", questo formato viene prodotto dal programma che gestisce la macchina di misura, e non sono nient'altro che i report di misura completi e non modificabili, una volta inviati al dipartimento di qualità del cliente, loro inseriranno questi formati all'interno del pc, che verificherà che le misure siano congruenti alle richieste di conformità. Una volta effettuata la verifica ed è tutto come dichiarato verrà rilasciato il benestare.

Il fornitore tratterrà un campione master per lo stesso periodo dei documenti del PPAP, o fino a che non sia prodotto per lo stesso numero di disegno un nuovo campione master per una nuova approvazione, o dove è richiesto un campione master dal progetto, dal control plan o da criteri ispettivi, come riferimento o standard da utilizzare.

Il campione master deve essere identificato come tale e deve mostrare la data di approvazione del cliente sul campione stesso. I campioni di riferimento (master) vengono approntati per taluni prodotti aventi caratteristiche vincolanti non esprimibili o qualificabili nel disegno o nelle specifiche tecniche (es.: colore, aspetto).

7 Conclusioni

In conclusione in questo lavoro di tesi, ho voluto spiegare in modo quanto più dettagliato possibile, tutti i procedimenti che ci stanno alla base dello sviluppo e alla messa in opera di un progetto su commissione. La conclusione del progetto, formalmente, avviene quando vengono approvati tutti i PPAP di tutti i particolari che sono stati commissionati e l'avvenuta spedizione.

Questo viene sancito dal pagamento, pattuito in sede di offerta, per i costi sostenuti durante tutte le prove. Quindi per concludere analizziamo lo stato di tutti i particolari, facendo una breve panoramica.

Il primo particolare testato è stato il P/N 84406944 –Reinforcement Engine Casing-. E' stata necessaria una sola prova poiché durante le verifiche dimensionali non sono stati riscontrati problemi geometrici, ovvero tutti i punti rientrano nei limiti di tolleranza e anche per quanto riguarda la capability (Cpk) tutti i punti presentavano un valore del 100%. La documentazione risulta essere idonea, indi per cui il PPAP è stato approvato.

Per il P/N 84414208 durante la prima prova sono stati rilevati dei punti, fuori tolleranza, per cui è stata interrotta. Dopo aver apportato delle correzioni allo stampo, correzioni effettuate dalla IMC sotto supervisione di Matrici, si è proceduto con il secondo HLBO, dove i risultati sono stati positivi in quanto tutti i punti stavano in tolleranza e anche la capability risultava 100%. Quindi una volta consegnati tutti i documenti per il PPAP, anche per questo particolare è arrivato il benessere.

Il P/N 84406983 è stato il terzo sulla quale sono state effettuate le prove, i risultati dimensionali sono stati soddisfacenti in quanti tutti i punti rispettano i limiti di tolleranza dimensionale. Il problema su questo particolare è stata riscontrata

nell'attrezzatura di controllo, poiché risulta non avere due caratteristiche fondamentali per un calibro di controllo, la ripetitività e la riproducibilità. Questo, come già spiegato nel capitolo inerente l'esecuzione delle prove, ha falsato il calcolo del Cpk, che è risultato del 61%, ben al di sotto del limite di accettabilità che è circa il 90%. Su questo particolare non si ha ancora ricevuto il benestare. Ma poiché i problemi riscontrati non sono dovuti a mancanze da parte di IMC, è stata concessa una proroga per quanto riguarda la scadenza della presentazione dei documenti PPAP. Durante un meeting avvenuto in IMC è trovata una soluzione riguardo la ripetibilità delle misurazioni. Sono state effettuate nuovamente le misurazioni sui 25 particolari, misurati precedentemente, raggiungendo un valore di Cpk del 96%. Questo ha fatto ha permesso l'accettazione del PPAP e la firma sul PSW.

La quarta prova è stata effettuata sui particolari 84422848/-5183 –Reinforcement Engine Casing Upping LH/RH-. Anche su questo particolare è stata necessaria una sola prova in quanto durante i rilievi dimensionali non è stato riscontrato alcun tipo di problema, anche per quanto riguarda il controllo statistico del Cpk risultava essere del 100%. Consegnata tutta la documentazione del PPAP, il particolare ha ricevuto il benestare da parte del dipartimento di qualità del cliente.

I particolari 84558397/-470 sono stati oggetto del quinto Home Line Buy-Off, sono stati necessari due loop di HLBO, a causa di problemi geometrici durante la prima prova. Sono state apportate delle modifiche per correggere le zone dello stampo che provocano queste incongruenze dimensionali. Una volta ultimate le correzioni si è proceduto con la successiva prova di stampaggio. Tutto è andato come previsto, ovvero i pezzi risultavano conformi in tutti i loro punti, e anche il calcolo statico della capability è risultata idonea al 100%. Sono stati prodotti i documenti richiesti per il PPAP, una volta verificati è stato rilasciato il benestare anche per questi due particolari.

Il sesto HLBO è stato effettuato sui particolari 84558442/480, questo è stato quello che ha creato più difficoltà, infatti sono stati necessari 3 QLoop prima di raggiungere i criteri qualitativi richiesti. Una volta raggiunto il target qualitativo, è stato effettuato il calcolo del Cpk risultando circa del 90%, in realtà questo non è un valore ottimale, ma data l'oggettiva difficoltà riscontrata nell'apportare le giuste correzioni. Volvo ha deciso di accettare il particolare anche se non al 100%. Redatti i documenti necessari per il PPAP, sono stati analizzati e successivamente accettati.

Il settimo particolare è il P/N 84235905, qui la situazione è un po' intricata in quanto poco prima di effettuare le prove, a causa di problemi di montaggio fatti in fase di progettazione, è stato deciso di effettuare una modifica importante sulla forma del particolare. Una modifica, che avrebbe richiesto 2 mesi di tempo per essere effettuata, a questo punto la direzione Volvo ha deciso di produrre in ogni caso 900 pezzi, necessari per realizzare le prove di montaggio della cabina della motrice dell'autoarticolato. Chiaramente i rilievi dimensionali su questo particolare non hanno avuto alcun tipo di valore, e la data del PPAP è stata spostata a luglio 2019.

Gli ultimi due particolari, la coppia 84244979/-5283, gli stampi di questi particolari non sono ancora giunti in IMC, si stima agosto 2019, in quanto non sono mai stati deliberati avendo avuto ripetuti problemi sia dimensionali che di tenuta. Quindi ad oggi nulla si può dire.

Posso concludere dicendo che è stata un'esperienza molto formativa, in quanto ho scoperto il mondo del Project Management e la figura del Project Manager (da me ricoperta) trovandolo molto stimolante sotto il punto del vista della proattività, decision making e della necessità del lavoro in team il tutto è stato esaltato dal contesto di progetto internazionale, in quanto si sono trovate a confronto tre realtà europee completamente diverse, come la Volvo formata da

un management franco-svedese, la IMC italiana e Matrici/Batz spagnola, tutti coinvolti a portare a termine il progetto con il miglior risultato possibile.

Bibliografia

- Project Management Institute. “PMBOK Project Management Body of Knowledge”, 2013
- Manuale di qualità, I.M.C., 2015
- Manuale PPAP, Volvo Truckss, 2018
- UNI EN 10204:2005. “Prodotti metallici - Tipi di documenti di controllo”. Ottobre 2004
- <http://www.humanwareonline.com>, ultima consultazione 02/07/2019
- <https://www.nethics.it>, ultima consultazione 29/06/2019
- <https://www.scsconcept.com>, ultima consultazione 30/06/2019
- <https://www.produzioneagile.it>, ultima consultazione 29/06/2019
- <https://twproject.com>
- <https://www.carrarodrivetech.com>