

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

**FACOLTÀ DI INGEGNERIA**

**DIPARTIMENTO DI PROCESSI CHIMICI DELL'INGEGNERIA**

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA DEI  
MATERIALI**

**TESI DI LAUREA**

**Progetto per la creazione di istruzioni e procedure per  
il controllo in linea della qualità in ottica lean.  
Il caso API Applicazioni Plastiche Industriali SpA**

Relatore: Chiar.<sup>mo</sup> Prof. Roberto Panizzolo

Correlatore: Dott. Marco Meneghetti

Laureando: Alberto Comis

ANNO ACCADEMICO 2011-2012



Progetto per la creazione di istruzioni e procedure per il  
controllo in linea della qualità in ottica lean.  
Il caso API Applicazioni Plastiche Industriali SpA.

Alberto Comis

Università degli Studi di Padova  
Facoltà di Ingegneria

Marzo 2012



# INDICE

<b>Sommario</b>	pag. 7
<b>Introduzione</b>	pag. 9
<b>1. API – Applicazioni Plastiche Industriali</b>	
1.1 Profilo aziendale	pag. 13
1.2 Gamma prodotti	pag. 17
<b>2. Lean Production</b>	
2.1 Introduzione e cenni storici	pag. 19
2.2 TPS e Lean Production – applicazioni	pag. 22
2.3 Realizzazione del Toyota Production System	pag. 28
2.4 Strumenti per la Lean Production	pag. 31
2.4.1 5S	pag. 31
2.4.2 Kanban	pag. 36
2.4.3 Just in time	pag. 38
2.4.4 Takt-time	pag. 39
2.4.5 One piece flow	pag. 40
2.4.6 Heijunka	pag. 42
2.4.7 Poka yoke	pag. 44
2.4.8 SMED – Single Minute Exchange of Die	pag. 45
2.5 Il TPM – total productive maintenance	pag. 46
<b>3. Project management</b>	
3.1 Introduzione	pag. 53
3.2 Il prodotto del progetto	pag. 54
3.3 I pilastri del progetto	pag. 54
3.4 Il project management	pag. 56
3.5 Il progetto	pag. 57
3.5.1 Fase di definizione	pag. 58
3.5.2 Fase di programmazione	pag. 62
3.5.3 Fase di attuazione	pag. 68
<b>4 Esperienza lavorativa</b>	
4.1 Pianificazione progetto	pag. 73
4.2 Osservazione, lavoro e raccolta dati	pag. 78
4.3 Individuazione interventi	pag. 80
4.4 Creazione di procedure e istruzioni	pag. 88

<b>CONCLUSIONI</b>	pag. 111
<b>APPENDICE A</b>	pag. 115
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	pag. 165

## **Sommario**

In questo elaborato viene esposto il progetto svolto presso l'azienda API – applicazioni plastiche industriali Spa –, azienda leader nel settore dei compounds di materiali polimerici ed elastomeri termoplastici e nella loro personalizzazione. Il progetto consisteva nella realizzazione di specifiche e istruzioni per il miglioramento del controllo in linea sia per quanto riguarda la qualità del materiale che per quanto riguarda il controllo del colore. Si è lavorato sulla creazione di procedure per il miglioramento delle attività di controllo delle caratteristiche fisico/visive dei materiali durante la loro produzione. Inoltre sono state create istruzioni per migliorare l'utilizzo di alcuni software per il controllo del colore e software gestionali per la gestione di materie prime, correzioni e magazzino. Tutto il lavoro è stato eseguito seguendo le logiche della lean production, cercando di adattare ai bisogni dell'azienda. Sono state osservate tecniche di project management per l'organizzazione del progetto. Si sono ottenuti buoni risultati per quanto riguarda il miglioramento della comunicazione tra reparti, l'autonomia degli operatori e un flusso più continuo nelle operazioni di controllo.



## **Introduzione**

Questa tesi riporta il progetto di implementazione e creazione di procedure e istruzioni operative, introdotti come strumenti per rendere il più possibile oggettivo, sistematico e verificabile lo svolgimento dei processi lavorativi. Il miglioramento continuo della qualità che l'azienda vuole perseguire ha richiesto una particolare attenzione nella produzione e gestione dei documenti che devono avere regole precise e comuni rispetto alla loro redazione, completezza, facilità di applicazione, chiarezza, aggiornamento, accessibilità e diffusione.

L'azienda ha subito dei cambiamenti importanti a livello direzionale e all'interno dell'impresa sono state introdotte idee nuove e metodi di organizzazione del lavoro che seguono i più moderni sistemi di dirigenza e amministrazione aziendale che hanno sicuramente portato dei vantaggi ma anche delle difficoltà da parte di tutti i lavoratori a mutare le loro abitudini lavorative. Nello specifico del reparto controllo qualità si è vista l'esigenza di creare delle istruzioni e delle procedure per migliorare i flussi di processo. Un problema, ma che è anche il pregio dell'azienda, è quello di trattare moltissime ricette di compounds in modo da soddisfare le esigenze dei clienti e personalizzare al meglio il prodotto, questo da una grande varietà di situazioni con una conseguente difficoltà aggiuntiva nella standardizzazione dei processi. Nella scrittura delle procedure e nella realizzazione dei sistemi di controllo sono state seguite regole di lean production e lean office, rifacendosi inoltre alle istruzioni che fornisce la ISO 9001:2008, in termini di qualità, ed anche alle procedure e istruzioni già presenti in azienda in modo da avere un modello comune e che soprattutto qualunque operatore possa immediatamente comprenderne il senso e le modalità di attuazione.

Per il controllo della qualità si è lavorato sui lotti in correzione, sul controllo della qualità in linea del TPU (poliuretani termoplastici) sulle procedure di stampaggio e sulla specifica correzione delle durezze dei materiali polimerici. Per il controllo del colore invece abbiamo agito sulle modalità di correzione del colore mediante software, sull'applicazione di tolleranze specifiche e sullo studio di diversi tipi di sistemi di tolleranza. Prima di iniziare il vero e proprio lavoro di realizzazione delle procedure, seguendo logiche di project management, si è redatto un grafico di Gantt dove sono state riportate le varie attività da svolgere in relazione con il tempo previsto per il loro compimento.

In prima battuta si è svolta un'attività di osservazione dei vari processi in cui in prima persona sono state eseguite tutte le mansioni che il processo richiedeva in tutti i reparti coinvolti nell'analisi. Tutto questo è stato praticato per tutto il periodo del progetto, proprio per imparare, capire e cercare di migliorare il flusso operativo vedendolo da un'ottica diversa da quella di un operatore abitudinario, ossia osservandolo dall'alto come un insieme di microprocessi che poi vanno a formare un processo unico da rendere più fluido e standardizzato. Durante questa fase è iniziata anche la raccolta dati di utilizzo del colorimetro, delle presse ad iniezione e degli strumenti di laboratorio per il controllo di qualità. Questi dati sono serviti per la compilazione della scheda delle attività, scheda che riportava tutte le macro e micro attività dei processi studiati. Per ogni figura professionale sono state misurate le capacità e il grado di autonomia in ogni singola attività. L'operazione è servita, dopo un'attenta analisi, a mettere in luce le criticità di ogni singola micro fase del processo. L'analisi ha così permesso di stilare un programma per determinare le priorità di intervento che è stato seguito nella produzione delle procedure e delle istruzioni operative. Per la loro stesura sono state seguite logiche Lean in modo da creare un flusso continuo nel processo, evitare inutili perdite di tempo, aumentare l'autonomia e formare gli operatori. Più in dettaglio le singole attività di miglioramento si vedranno all'interno della tesi. Questo lavoro ha portato ad una serie di procedure operative che ora hanno standardizzato i processi e aiutano nel loro lavoro ogni singolo operatore. In futuro lo scopo è che con l'applicazione di queste specifiche e istruzioni, che andranno ad aumentare l'autonomia di ogni singolo operatore e di tutto il comparto, si arrivi ad uno scorporo dalle dipendenze del laboratorio del reparto di controllo qualità in linea. Si prevede un inserimento direttamente in produzione di questo reparto, in modo da avere un sistema di autocontrollo della produzione e un procedere più fluido e controllato del processo.

La tesi si articola in 4 capitoli:

Capitolo 1: contiene una breve introduzione e un profilo storico dell'azienda.

Capitolo 2: raccoglie la teoria della lean production, utilizzata nello svolgimento del lavoro. Questo capitolo si è cercato di renderlo il più pratico possibile, immaginando l'applicazione in un'azienda.

Capitolo 3: in questo capitolo è raccolta una modalità di svolgimento di un progetto seguendo le logiche del project management..

Capitolo 4: riporta invece l'esperienza lavorativa, con la spiegazione dettagliata di tutte le fasi del processo e della realizzazione delle specifiche e delle istruzioni. Si è cercato di mettere specialmente in luce i risultati raggiunti.

Infine sono riportate le conclusioni che raccolgono i risultati ottenuti e una loro analisi critica. Contiene inoltre spunti per possibili ulteriori e futuri sviluppi.



## CAPITOLO 1

### API – Applicazioni Plastiche Industriali

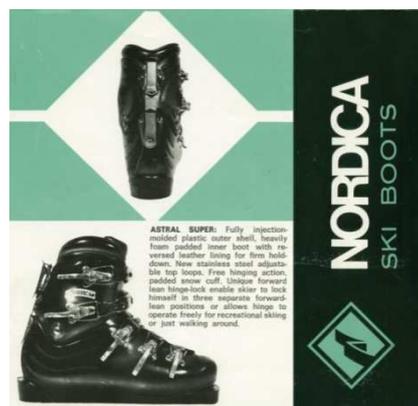
#### 1.1 Profilo aziendale



La Società A.P.I. Applicazioni Plastiche Industriali SpA di Mussolente in provincia di Vicenza è un'azienda attiva nel campo della modifica dei materiali termoplastici; sviluppa, produce e commercializza una gamma molto completa di leghe polimeriche e compounds di elastomeri termoplastici in granuli, per i settori della calzatura, degli articoli tecnici, delle costruzioni, dei trasporti, del medicale e alimentare, degli articoli sportivi e giocattoli.

L'API viene fondata nel 1956 da Sergio Brunetti, in un'epoca in cui i primi polimeri si affacciavano al mercato e si proponevano in sostituzione dei materiali tradizionali, con lo scopo di produrre articoli in plastica per i settori edile e degli imballaggi. All'inizio degli anni '60 l'attività dell'Azienda si orienta progressivamente verso la produzione di materiali, le prime leghe polimeriche speciali a base di PVC, per rispondere, in maniera più specifica alle esigenze dei clienti per le applicazioni finali. Cosa che non potevano fare i polimeri di base, prodotti nei grossi impianti petrolchimici.

Da allora, lo studio, la progettazione e la produzione di leghe di materiali plastici “su misura” per i vari settori di applicazione contraddistingue l'attività dell'azienda. L'ingresso di API nel settore calzaturiero avviene verso la metà degli anni '60 ed è una fase determinante per la crescita dell'azienda e per l'applicazione intelligente dei materiali plastici, anche se riguarda un tipo molto particolare di calzatura: lo scarpone da sci in plastica. API, in quegli anni, 1968-69, mette a punto l'intera tecnologia, che ne permette la produzione su



scala industriale e che deriva dall'individuazione, sempre di API, del poliuretano termoplastico, *TPU*, quale materiale ideale.

Successivamente, nel 1972, l'azienda di Mussolente è la prima in Europa a sviluppare i compounds a base *SBS*, le gomme termoplastiche *TR*, che tanta parte hanno avuto nella storia recente delle calzature in Italia ed all'estero. Con l'introduzione dei *TR* inizia il declino dell'egemonia della gomma vulcanizzata nelle applicazioni per i fondi delle calzature.

Alla fine degli anni '70 l'Azienda API opera un'intensa azione di diversificazione. In questo periodo viene realizzato il primo nucleo dell'impianto per la produzione dei poliuretano a due componenti, che consentirà la produzione di 10.000 ton l'anno di schiume rigide, flessibili ed integrali.

Viene inaugurato nel 1984 il primo impianto automatico in Italia per la produzione di compounds.

Nasce in questo periodo un'altra famiglia di prodotti, basati sulla nuova generazione di gomme idrogenate: gli *SEBS*. Approfondendo lo studio e la conoscenza dei nuovi polimeri, l'Azienda apre nuovi mercati in settori di applicazione che spaziano dall'isolamento termico per l'edilizia e per il settore del freddo, ai materiali estetici o tecnici per l'automobile, dagli accessori per la subacquea alle guarnizioni per le finestre, ai frigoriferi, dai giocattoli agli articoli medicali e l'alimentare.

Nel 1992 API realizza il nuovo stabilimento per i sistemi poliuretanicici a due componenti. L'impianto, progettato, costruito ed installato con risorse e tecnologia proprie dell'Azienda, è considerato, dal punto di vista del know-how industriale, il più avanzato del settore a livello mondiale. Successivamente API cede l'intero ramo d'azienda relativo al settore



dei poliuretani 2 componenti alla nuova Società Deltapur, che diventa la system-house di una primaria multinazionale del settore. API si concentra di conseguenza sullo sviluppo dei prodotti termoplastici.

Nell'arco del triennio 1994-1996 vengono ulteriormente potenziate le funzioni interne di Laboratorio e di Ricerca e Sviluppo con un cospicuo programma di investimenti in risorse umane ed apparecchiature, e viene creata la struttura per il Sistema di Qualità aziendale, che otterrà, nel 1997, la certificazione secondo le norme ISO 9001. Anche i reparti produttivi sono oggetto di un importante programma di innovazione tecnologica, che porterà API ad investire in nuovi processi di produzione totalmente automatizzati e, allo stesso tempo, estremamente flessibili, tali da poter trasformare con le migliori garanzie qualitative le diverse famiglie di materiali.

A.P.I. ha ottenuto la Certificazione ISO 9000 e le norme ISO 14001 per il Sistema di Gestione Ambientale. Il laboratorio di A.P.I. è inserito nell'Albo dei Laboratori riconosciuti dal Ministero della Ricerca per le attività di Studio e Innovazione dei materiali.

Ultimo nato è il compounds termoplastico biodegradabile. Si distingue dalla maggioranza dei materiali biodegradabili finora presenti nel mercato per la sua eccezionale morbidezza che lo fa rientrare nella categoria degli elastomeri, presentando inoltre caratteristiche fisico-meccaniche paragonabili ai migliori tecnopolimeri tradizionali.

A.P.I. è leader nel settore della compoundazione di materiali termoplastici, di elastomeri e di sistemi poliuretanici realizzati sulla base delle esigenze specifiche del cliente. Caratteristica peculiare di questa azienda è di disporre del know-how e degli impianti per lo sviluppo e la produzione sia di TPU (Poliuretani Termoplastici) che di una vasta gamma di TPE.

Negli ultimi anni A.P.I. sta spingendo molto nella produzione di TPU, con la costruzioni di una nuova linea capace di aumentare la produttività totale. Inoltre crede molto nel suo ultimo prodotto nato, la bioplastica APINAT, aumentando ulteriormente la capacità produttiva. Ha realizzato una nuova linea dedicata alla produzione di TPE e TPU in forma di microgranuli e sta operando per una revisione completa in ottica Lean dei reparti per la preparazione dei campioni e per i masterbatches. In fase di completamento inoltre la costruzione della nuova area di laboratori per la ricerca e sviluppo.

In questi anni di crisi per l'economica italiana e mondiale, A.P.I. ha fatto segnare nel 2010 la maggior produzione di compounds e il miglior fatturato da quando nel 1956 A.P.I. è nata, tutto questo va a rafforzare il ruolo fondamentale dell'azienda nel settore della produzione di compounds polimerici.

Questi alcuni dati dell'azienda:

#### *Descrizione del sito*

Il sito amministrativo è uno e si trova a Mussolente in provincia di Vicenza. API sorge su un'area di 39.017 m<sup>2</sup>, la superficie La superficie coperta é di 13.191 m<sup>2</sup>, così suddivisi:

Capannone Industriale (mq. 8.105)

Palazzina Uffici (mq. 1.086)

Capannone industriale adibito a magazzino (mq. 4.000)

#### *Area di business*

Le attività aziendali svolte da API Spa consistono in:

sviluppo, produzione, commercializzazione e assistenza di leghe polimeriche, compounds di elastomeri termoplastici, poliuretani, bioplastiche e masterbatches.

Le principali aree di business:

TPE (elastomeri termoplastici)

TPU (poliuretani termoplastici)

Masterbatch (colore/additivi)

Bioplastiche

#### *Mercato*

60% Italia

40% Estero

40% Calzatura/Attrezzature sportive

15% Automotive

25% Articolo tecnico

10% Superfici sintetiche

10% Meccanico/Industriale/Wire & Cable

## *Fatturato*

2011, 44 milioni di euro

2010, 49 milioni di euro

2009, 39 milioni di euro

## **1.2 Gamma prodotti**

La gamma dei prodotti API comprende materiali termoplastici sviluppati nelle applicazioni industriali più varie, per le quali siano prevalenti i requisiti di flessibilità, (elastomeri e polimeri a basso modulo elastico), buon comportamento a basse e medie temperature, buona processabilità, leggerezza (prodotti espansi o super espansi), bassi valori di abrasione, prestazioni estetiche (colore, finitura o aspetto superficiale), anche abbinato al co-stampaggio o alla co-estrusione con le principali famiglie di polimeri, ed altri che API è in grado di sviluppare su misura per la singola applicazione.

Le famiglie di materiali, per le quali API è in grado di offrire la propria esperienza sono:

RAPLAN	Gomme termoplastiche SBS (TR)
APIILON 52	Elastomeri poliuretanicici e loro leghe (TPU)
APIFLEX, APIILON33	Compounds e leghe di PVC
MEGOL	Gomme termoplastiche a base SEBS
APIGO	Compounds a base di olefine modificate (TPO)
APIZERO, APIFIVE	Etilen-vinil-acetati reticolabili ed espandibili (EVA Copolymers)
APICOLOR	Masterbatches (concentrati di pigmenti o additivi)
APINAT	Compounds termoplastici biodegradabili



## **CAPITOLO 2**

### **Lean production**

#### **2.1 Introduzione e cenni storici**

Con l'invenzione della macchina a vapore nasce la rivoluzione industriale dove la caratteristica saliente era la grande disponibilità di manodopera a basso costo e l'attenzione era pertanto mirata alla ricerca di un'efficienza di produzione per lo meno accettabile.

A fine 1800 nasce l'industria dell'auto che ha assunto immediatamente una importanza molto rilevante nell'organizzazione del lavoro producendo nei metodi di fabbricazione diverse "rivoluzioni" di cui l'ultima, nata presso la casa giapponese Toyota, è conosciuta con il nome di Lean Production System.

Alla fine dell'ottocento chi avesse voluto comprare un'auto si sarebbe dovuto recare personalmente presso lo stabilimento di produzione e qui definire insieme con il fabbricante tutte le caratteristiche della sua auto. Gli operai avrebbero provveduto alla realizzazione dei vari componenti, provenienti magari da fornitori esterni, adattandoli successivamente l'uno all'altro, mentre altri componenti, quali la carrozzeria sarebbero stati costruiti "in linea" andando ad adattarli uno per uno alle tolleranze e alle forme del resto della vettura. Gli operai, o meglio artigiani, dovevano pertanto avere molte nozioni di meccanica e tecnologia dei materiali. Pratiche oggi ormai considerate "normali" quale l'uso di maschere, dime, calibri erano sconosciute oppure tali strumenti erano costruiti in modo molto approssimativo. Il primo pezzo veniva pertanto adattato al secondo il terzo a questi due e via dicendo, creando pertanto pezzi unici per i quali i ricambi erano un problema ed un costo. I costi per questi motivi erano esorbitanti e la produzione di parecchie centinaia di migliaia di vetture l'anno era praticamente impossibile, la produzione in serie era ancora lungi a venire.

Dopo la prima guerra mondiale l'industria dell'auto poté passare alla "costruzione di massa", quando con il famoso "modello T" (1908) Ford inventò un modello di produzione che sopravvive fino ai nostri giorni.



Figura 1: Ford Modello T, 1908.

La caratteristica “chiave” della prima produzione in grandi numeri non fu la “catena di montaggio” ma la completa intercambiabilità dei particolari ottenuta tramite la gestione della calibratura e degli strumenti di misura.

Vediamo come le innovazioni di Ford portarono a sostanziali miglioramenti nella realizzazione di una operazione media (<http://www-3.unipv.it/webbalco/Fordismo%20e%20toyotismo.pdf>):

1907: banchi di montaggio seguiti da un unico montatore che doveva andare a procurarsi i pezzi uno per uno a magazzino (514 minuti/auto).

1912: ogni operaio esegue sempre la medesima operazione andando a cercare le auto una per una in officina (2.3 minuti/auto).

1913: introduzione della linea di montaggio a flusso continuo in movimento (1.19 minuti/auto).

Molte teorie contrarie alla metodologia adottata da Ford nacquero intorno al fatto che il lavoro altamente ripetitivo e meccanico richiesto agli operai dell'epoca nelle catene di montaggio provocasse alienazione della psiche e disturbi motori negli operai stessi. Ford ricevette molte critiche per i problemi che i nuovi metodi di produzione da lui utilizzati provocavano nei suoi dipendenti e tentò di rispondere installando nelle fabbriche dei presidi medici tesi a ridurre questi inconvenienti.

Gli operai, in elevato numero, erano provenienti per lo più da ceti contadini e necessitavano di poco addestramento. Pian piano nacquero tutta una serie di “funzioni”, ora “indiretti”, chiamate a sostegno della produzione: manutentori,

misuratori, capi reparto, riparatori, progettisti e si ottenne in questo modo una forte verticalizzazione della produzione, cioè un accentramento di tutte le operazioni per produrre il bene all'interno di un'unica impresa.

Negli anni immediatamente successivi, il signor Alfred Sloan, direttore generale della General Motors, azienda concorrente della Ford, ideò un'organizzazione decentrata per divisioni, conciliando in questo modo la produzione di massa con la varietà di prodotti e andando a standardizzare i componenti meccanici, modificando però ogni anno le parti esterne dell'auto. Questa standardizzazione è stata ripresa ora dalla Volkswagen con il nuovo pianale modulabile trasversale MQB. La casa automobilistica tedesca potrà giocare la carta dell'economia di scala e della standardizzazione dei processi produttivi. ([http://www.repubblica.it/motori/attualita/2012/02/05/news/volkswagen\\_golf-29340806/](http://www.repubblica.it/motori/attualita/2012/02/05/news/volkswagen_golf-29340806/)).

Questi metodi sono andati bene fino a quando la domanda è rimasta molto alta, alla fine degli anni '60 e nella metà degli anni '70 le economie occidentali hanno vissuto una lentissima crescita economica con una saturazione dei mercati di base. Il sistema fordista che si basava sulla crescita indefinita entrò in crisi. Per superare questo modello non viene applicato uno nuovo, ma vengono usate una serie di trasformazioni che cercano di far fronte alla crisi degli anni '70. Si cerca di rispondere alla crisi con risparmi interni alla produzione, in grado di abbassare il punto di pareggio tra capitale investito e volumi di produzione (*"Dal fordismo al post-fordismo"*, Viero Luigicarlo). Inoltre si cominciò a cambiare la logica del prodotto da consumare andando ad accelerare i tempi di sostituzione rendendo obsoleti i beni già posseduti. In quest'epoca muta completamente la dinamica di produzione.

Ma una nuova mentalità di produzione era già nata negli anni '50. A seguito di un crollo delle vendite, il giovane Toyoda, erede della dinastia proprietaria della Toyota, effettuò un viaggio presso uno stabilimento Ford negli Stati Uniti che fabbricava 7000 auto al giorno contro le 3000 all'anno della casa giapponese. A seguito di tale visita nacquero i concetti che portarono alla lean production. Una delle prime applicazioni fu la riduzione dei tempi di cambio degli stampi di carrozzeria da più di un giorno a 2/3 ore. Il metodo Toyota è stato sviluppato in molti anni, dal 1945 fino al 1970 circa, anni in cui il Toyota Production System cominciò ad essere notato e apprezzato esternamente. Questo sistema si basa sul fare solo ciò che serve, creando valore per i clienti ed eliminando ogni forma di spreco (*Compagnoni, 2009*). All'inizi degli anni '70 la crisi petrolifera colpì

l'intera economia mondiale e nel 1973 portò l'economia Giapponese a collassare in un periodo di crescita zero. Proprio in questa fase, la Toyota, nonostante una riduzione dei profitti, continuò a crescere e guadagnare e questo catturò l'interesse delle altre compagnie Giapponesi sul metodo Toyota. Solo negli anni '80-'90, anche l'industria americana si accorse delle potenzialità di questo metodo, grazie anche alla pubblicazione del libro "The machine that changed the world", libro che indagava gli stabilimenti di assemblaggio di auto americane, europee e giapponesi. Il libro mise in luce l'enorme divario tra la qualità e la produttività giapponese e le altre industrie.

Da questo momento lo spreco nell'industria non può più essere accettato. Dall'inizio del 2007 i volumi di Toyota hanno eguagliato quelli di General Motors ma il margine di profitto netto è 8 volte più alto. (<http://www.lenovys.com>).

La *Lean Production* o *Lean Manufacturing* ha preso velocemente piede a causa del recente scenario industriale che impone alle aziende forti spinte competitive. La crescente concorrenza da parte dei paesi emergenti ha mosse le aziende verso la ricerca della riduzione dei costi del prodotto, del costante incremento dei requisiti qualitativi e alla compressione dei tempi di consegna (*lead time*). Altro obiettivo è quello di aumentare la capacità di rispondere alle mutevoli esigenze del mercato, riesaminando i processi aziendali nei loro diversi aspetti ed in tutte le loro estensioni.

Il TPS si prefigge questi obiettivi:

- raggiungere la migliore qualità;
- consegnare il prodotto sempre puntualmente;
- avere i prezzi migliori;
- avere lead time sempre più brevi.

## **2.2 TPS e Lean Production – applicazioni**

Il TPS (Toyota Production System) è una filosofia, un sistema di gestione integrato. Il TPS tratta tutti gli aspetti di un processo industriale: dalla produzione fino alla consegna puntuale passando attraverso la qualità del prodotto, al fine di raggiungere la soddisfazione totale del cliente ed è valido per tutti i prodotti industriali: settore automobilistico, apparecchiature mediche, beni

di consumo e servizi, prodotti di dimensioni notevoli o ridotte, grandi o piccole produzioni. In un'azienda snella tutte le fasi del processo produttivo sono collegate in sequenza tipo domino ed il tutto si può riassumere come un sistema per l'eliminazione degli sprechi, ossia i muda (sprechi in giapponese), che si nascondono nei flussi e nelle sovrastrutture costruite intorno ad essi. Se invece analizziamo un sistema produttivo tradizionale il flusso di materiale è:

- discontinuo: il materiale si ferma per tempi più o meno lunghi tra un'operazione e la successiva;
- nascosto: i materiali di un determinato prodotto sono mescolati ad altri e quindi è impossibile vedere il flusso

Come è normale che sia la priorità dell'azienda è il prodotto e quindi la sua trasformazione. Emergerà in tutta la sua importanza il concetto di flusso, da qui l'importanza di avere un flusso di produzione il più possibile snello e privo di interruzioni che creino valore aggiunto. Il punto su cui concentrarsi sono le interconnessioni tra i vari settori, che dovranno necessariamente essere più fluide possibili per soddisfare il cliente in termini di qualità e tempistica. In queste poche frasi troviamo già le tre parole che per il TPS sono fondamentali e che messe insieme ne racchiudono i valori: *flusso snello senza sprechi*. Queste parole verranno analizzate più approfonditamente in seguito.

Secondo questo metodo si deve iniziare ad analizzare e modificare le modalità di lavoro al fine di eliminare gli sprechi e capire quali sono le fasi del processo che aggiungono valore al prodotto. Questi due sono gli elementi fondamentali per raggiungere dei risultati soddisfacenti per l'azienda, rimuovere gli *sprechi* e identificare il flusso di *valore*, analizziamoli approfonditamente.

Vediamo quali sono i tipi di sprechi (*muda*) secondo la Lean Production:

### 1. Sovraproduzione

Causa spreco di materiale, tempo, manodopera, beni/attrezzature, spazio e denaro. Con questo termine si intende una produzione maggiore della richiesta. Questa maggiore produzione deve essere vista come un fatto negativo alla pari del produrre meno del necessario fabbisogno. Nella produzione a lotti è facile trovare questo tipo di spreco, in quanto si pianifica la produzione secondo una logica asincrona rispetto agli ordini ricevuti dai clienti, spesso questo comporta rimanenze a magazzino. Il

magazzino, nello specifico, è visto come un costo aggiuntivo importante e che deve essere il più possibile limitato, uno spreco di spazio e di soldi. Allo stesso tempo produrre di più significa lavorare di più, usare più del dovuto macchine e risorse umane e amplificare i costi di movimentazione e amministrazione. L'obiettivo assoluto è lavorare a magazzino di prodotti finiti vuoto. È logicamente un obiettivo difficile che potrebbe essere raggiunto solo se tutta la filiera, dai fornitori ai produttori fino ai clienti lavorasse in maniera sincronizzata. Per arrivare a questo si deve partire da presupposti che diventano irrinunciabili, come una pianificazione della produzione: fondamentale sarà calcolare precisamente la quantità prodotta in funzione degli ordini ricevuti tenendo conto di variabili di processo e di rese di processo. Il processo deve anche essere flessibile in modo da rendere minimo il tempo ed i costi di cambio codice ed inoltre si dovrà avere una conoscenza precisa dei processi che dovranno essere stabili e ripetibili nel tempo.

## 2. **Prodotti difettosi**

Causa di spreco di materiale, tempo, denaro, reputazione. Si intende la realizzazione di un pezzo fuori dalla conformità fissata dal produttore e dal cliente. Viene ritenuto spreco la realizzazione pezzi da scartare o che abbiano bisogno di lavorazioni aggiuntive. Tutti quei processi cosiddetti "RI" sono azioni fatte più di una volta, ad esempio RIcontrollare, RIlavorare, RIspedire, ecc. Causano quindi perdite di tempo, di risorse e aggiungono complessità, provocando dei loop nel processo.

## 3. **Trasporti non necessari**

Spostamenti inutili di materie prime, prodotti in lavorazione e prodotti finiti. Consistono in trasporti da reparti diversi che costano in termini di risorse e in più c'è pericolo che il pezzo venga danneggiato e rovinato, tutto questo non produce valore aggiunto e questi trasporti il cliente non è disposto a pagarli, lo scopo sarà ridurli il più possibile. Lo studio approfondito del lay-out della linea produttiva e quindi dei movimenti del pezzo tra i reparti aiuta a capire se questo percorso può essere ridotto evitando le situazioni sgradevoli viste. Inoltre si può ottimizzare il metodo di trasporto, la frequenza e la distanza da far percorrere.

#### 4. **Movimenti manuali**

Movimenti inutili fatti dagli operatori durante la produzione di un particolare/prodotto. Si differenzia dal trasporto in quanto qui si parla di movimentazione all'interno dello stesso ciclo di lavorazione in una postazione definita. Sono in sostanza tutti gli spostamenti fatti dall'operatore insieme al prodotto durante la sua lavorazione. Anche in questo caso si vuole ridurre i movimenti necessarie con l'obiettivo di aumentare la produttività.

#### 5. **Ritardo/attesa**

Tempo che i dipendenti perdono in attesa di materiale, o per guasto alle attrezzature, o per difetti qualitativi da selezionare e/o sottoporre a nuova lavorazione. Questi tempi non sono necessari al ciclo di lavorazione del prodotto, è quindi la differenza fra il Lead Time e il tempo di fabbricazione. A volte la differenza tra i due tempi può essere considerevole ed è causata da ritardi di arrivo del materiale, guasti, sincronizzazioni non adeguate tra i reparti o attrezzaggi troppo lunghi. Per risolvere il problema si deve valutare i tempi di attesa e di ritardo dei prodotti cercando di stabilire un obiettivo da raggiungere e condividere con tutti i reparti coinvolti nella lavorazione del pezzo.

#### 6. **Scorte**

Vengono viste come materiale utilizzato per nascondere problemi relativi all'instabilità del processo. Lo scopo è quello di lavorare con giacenze ridotte, perché le scorte sono materiale che non ha ancora prodotto un guadagno. Si viene a generare una quantità di valore intrappolato nel processo che non giova all'economia dell'azienda. La diminuzione delle scorte porta ad una diminuzione del magazzino e quindi del capitale fermo che non produce valore. L'operazione richiede la discussione di tutto il processo e anche dell'approvvigionamento di materiale dall'esterno che deve essere sincronizzato con la nostra produzione.

#### 7. **Lavorazione**

Tempo sprecato per processi privi delle adeguate capacità o non

necessari. Vengono utilizzati risorse, sia umane che di macchinari, non strettamente necessarie e in sovrannumero per un particolare processo o troppo qualificate. Questo crea uno spreco in termini di risorse e generano a loro volta dei costi. Importantissima è il monitoraggio e l'analisi costante del processo per avere una lavorazione stabile e ripetibile.

Quindi tra le cause di spreco principali, riassumendo, troviamo:

- Lay-out
- Lungo Lead Time
- Processo inadeguato
- Manutenzione inadeguata
- Scarso metodo di lavoro
- Mancanza formazione
- Scarsa capacità supervisore
- Design prodotto
- Mancanza misurazione performance
- Pianificazione /programmazione produzione inefficiente
- Inadeguata attrezzatura
- Mancanza organizzazione spazio lavoro
- Qualità fornitori

In parole povere la Lean Manufacturing è tra l'altro un metodo per la totale eliminazione degli sprechi, ossia l'eliminazione di tutto ciò che eccede il minimo contributo di impianti, materiali, componenti, spazio e tempo/uomo che sono essenziali ad aggiungere valore al prodotto o servizio realizzato. Ed il modo per realizzare standard di qualità, consegna e prezzo è di cambiare il modo di lavoro allo scopo di eliminare gli sprechi. Quello appena descritto è uno degli obiettivi primari del metodo Toyota.

Riassumendo e schematizzando i concetti visti finora, lo scopo dell'azienda è quello di ridurre gli sprechi al minimo e inoltre, come vedremo, di avere un rapporto maggiore delle attività a valore aggiunto.

Da valore aggiunto un'attività che:

- trasforma o modifica fisicamente il prodotto;
- il Cliente è disposto a pagare;
- è fatta correttamente la prima volta.

Mentre un attività senza valore aggiunto assorbe tempo e risorse ma non aggiunge nulla al valore del prodotto in sé. Alcune operazioni senza valore aggiunto sono:

nti

inaggio

nento su

racchine

racchine

ione

Molto spesso l'80% è lavoro senza valore aggiunto, il 15% sprechi e solo il 5% è con valore aggiunto, questa è sicuramente una ripartizione che non fa' bene all'azienda ed è causata dagli sprechi che abbiamo fin qui visto. (Regola di G.Stalk, T.Hout – “Lean manufacturing – G.Graziadei”)

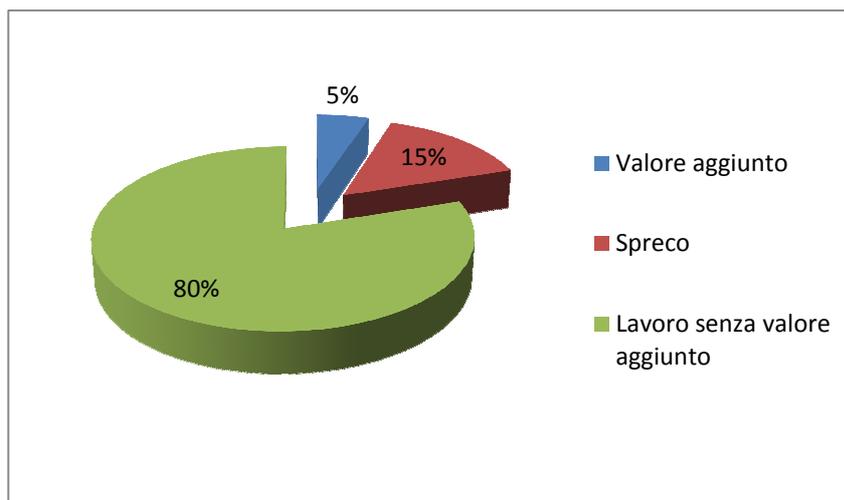


Figura 2: suddivisione percentuale del lavoro a valore aggiunto  
(<http://qualitiamo.com>)

Le fasi a valore aggiunto vogliono essere quindi portate alla luce e valorizzate al massimo. Nel prossimo capitolo andiamo proprio ad analizzare i 5 principi che si concentrano proprio nel perfezionare i processi e scovare le fasi a valore aggiunto ed eliminare quelle a non valore aggiunto.

## **2.3 Realizzazione del Toyota Production System**

Per la realizzazione del TPS ci si concentra sulla semplificazione e standardizzazione del lavoro e, come visto, sull'eliminazione degli sprechi. Per implementare una filosofia di gestione snella la strada da seguire prevede cinque tappe fondamentali che sono i 5 principi della Lean Production.

Si parte dal concetto di **valore**, definito appunto dal cliente finale e che assume significato nel momento in cui si esprime in uno specifico bene o servizio che sia in grado di soddisfare le esigenze richieste con un prezzo adeguato e in un certo momento. Il problema fondamentale a volte sta nel fatto che i produttori, nonostante siano loro stessi a creare il valore tramite la produzione del prodotto, non siano in grado di identificare e definire in modo chiaro e preciso il valore, non riuscendo quindi a soddisfare le richieste. Non si focalizzano o non riconoscono cosa sia veramente importante per il cliente finale, a volte chiudendosi nelle proprie idee e rimanendo sordi alle reali necessità e lavorando secondo propri principi che possono essere in disaccordo con la clientela che non viene in fine soddisfatta. Basilare è capire il ruolo del cliente che è il destinatario di un prodotto o di un servizio e può essere interno o esterno all'azienda. Un cliente del reparto di produzione può essere il reparto di controllo qualità della stessa azienda, quindi lo si può pensare e collocare come un successivo processo in linea. Questo genera un input che viene elaborato dall'azienda, o dal reparto, che a sua volta genera un output che sarà lo stesso beneficiario a ricevere. Sarà lui a definire i requisiti del output, importante quindi è la raccolta di informazioni sulle necessità del cliente che verranno trasformate in questioni chiave per andare a definire i requisiti del prodotto. Il tutto si ottiene con uno notevole sforzo che consiste nel ridefinire e stringere maggiormente i contatti con la clientela, in modo da creare un prodotto con caratteristiche di valore. La filosofia Lean risponde a questo problema proponendo la costruzione di un team formato da diverse figure professionali

che avranno l'onere di dialogare con il cliente e focalizzare le forze sul valore che il cliente necessita. (Womack e Jones "Lean Thinking")

Definito quindi il nocciolo del problema, l'attenzione si sposta su tutti i processi e attività che interessano la creazione del bene o servizio, il cosiddetto **flusso di valore**. Sono appunto tutte le azioni che conducono alla realizzazione dell'oggetto attraverso la risoluzione dei problemi dalla nascita dell'idea, passando per la ingegnerizzazione fino alla produzione. Coinvolge anche la gestione delle informazioni dall'ordine alla consegna e alla trasformazione fisica da materia prima a prodotto finito. L'analisi cerca di dividere le attività in tre categorie: 1) attività che creano valore che il cliente è disposto a pagare; 2) attività non a valore aggiunto, ma indispensabili, almeno ad una prima analisi e che non sono eliminabili con gli attuali sistemi di sviluppo prodotto, gestione degli ordini e produzione; 3) attività non a valore aggiunto che invece possono, anzi devono essere eliminate. Le attività di tipo 1 sono quelle attività che modificano il prodotto, mentre le attività di tipo 2 possono essere ad esempio controlli di qualità del pezzo, che come si può immaginare inizialmente si mantengono ma con il miglioramento delle attività produttive si possono ridurre. Alcune attività a non valore aggiunto da eliminare invece sono operazioni dovute a movimentazioni multiple del pezzo o errata gestione del flusso, queste devono essere immediatamente eliminate apportando modifiche al sistema di produzione e di gestione.

Queste operazioni da compiere sono rese ancora più complicate se il flusso di valore del prodotto passa attraverso più aziende che collaborano tra loro. Sarà necessario rivedere le relazioni tra le aziende in modo da ridurre gli sprechi durante le varie fasi del flusso, magari accordandosi con qualche semplice regola sul comportamento e sulla trasparenza tra aziende. Le attività discusse riguardano anche la fase di progettazione precedenti e a supporto della produzione.

Una volta ristrutturato e migliorato il flusso di valore, ci si concentra sul far **scorrere il flusso** in maniera snella e continua. Tradizionalmente le imprese sono organizzate in un modo che non si adatta ai nuovi contesti organizzativi che vedono un mercato di difficile interpretazione e soddisfacimento. Le attività di progettazione, gestione degli ordini e produzione devono quindi essere adeguate a questi cambiamenti. Sarà necessario allineare le fasi del processo come un flusso costante, continuo e snello e per far questo si deve procedere per singoli passi concentrandosi al massimo sul progetto e

sull'oggetto, rivedendo le attività lavorative senza tener conto delle tradizionali mansioni delle figure professionali e pensando ad una flessibilità maggiore. Altro passo fondamentale è verificare le attrezzature e le pratiche per ogni specifico lavoro in modo da eliminare qualsiasi spreco di tempo o scarto. L'obiettivo del flusso continuo si raggiunge con interventi radicali che trasformino un sistema a lotti e code in un sistema a flusso continuo.

Se l'azienda fosse in grado di programmare e realizzare quello che il cliente vuole nel momento giusto, potrebbe non fare i conti con problematiche di previsioni di vendita e concentrarsi solo sui bisogni reali del cliente. Il cliente diventa la figura che traina l'azienda. Questo è il sistema **Pull**, indica il fatto che nessuno a monte dovrebbe produrre fino a che non sia qualcuno a valle, il cliente, che lo domanda. Strumento fondamentale è il kanban, argomentato in seguito nel sottocapitolo *Strumenti per la Lean Production*, è un esempio dell'ottica di lavoro Pull. Il contenitore vuoto che viene riportato all'azienda produttrice diventa il segnale che fa partire la produzione, in questo modo si fabbricheranno solo e soltanto i beni necessari. Naturalmente la logica Pull deve essere seguita in tutta la catena produttrice dalla materia prima al prodotto finito, in modo da non produrre sprechi e ordini non necessari.

L'ultimo principio è la ricerca continua di miglioramento che parte dall'avere obiettivi assoluti. In giapponese questo viene riassunto con un parola *kaizen*, parola che può essere tradotta come miglioramento continuo teso al raggiungimento della **perfezione**. Una volta applicati, nel modo corretto, i primi 4 principi l'azienda vede un notevole miglioramento ed è spinta a continuare per questa strada appena scoperta ma che ha dato, non senza difficoltà, i primi frutti. Banalmente la perfezione è un utopia ma il miglioramento continuativo è sicuramente uno strada da percorrere per un'azienda che ha recepito la filosofia Lean.

In sostanza, riassumendo in modo pratico i 5 principi, un prodotto che ha subito le trasformazioni date dall'applicazione della Lean Production dovrebbe trovarsi solamente in lavorazione o in movimentazione.

Approfondiamo nel capitolo successivo gli strumenti principali della Lean Production che vengono utilizzati per raggiungere gli obiettivi visti finora.

## **2.4 Strumenti per la Lean Production**

### **2.4.1 5S**

Le 5S sono una filosofia che, attraverso l'organizzazione, la pulizia e la disciplina, aiuta a migliorare la qualità e a creare un ambiente di lavoro ordinato e pulito.

Non è un cambiamento facile, soprattutto nell'aziende dove una mentalità di pensare e agire è fortemente radicata. Servirà buonsenso e un cambiamento nelle abitudini quotidiane che non risulterà essere semplice. Il metodo 5S rimane il punto di partenza operativo per le aziende che vogliono implementare il TPS.

Il nome si riferisce a cinque termini giapponesi che rappresentano le fasi in cui si divide la metodologia:

1. Seiri – Separazione. Separare le cose utili da quelle inutili.
2. Seiton – Ordine. Sistemare in modo efficiente gli strumenti, le attrezzature, i materiali e tutto ciò che deve essere utilizzato in prossimità della postazione di lavoro, in modo da rendere l'utilizzo semplice e rapido da parte di tutti gli operatori.
3. Seiso – Pulizia. Pulire e mantenere tale il posto di lavoro, attraverso ispezioni continue e sistematiche delle macchine e delle attrezzature.
4. Seiketsu – Standardizzazione. Standardizzare le attività del posto di lavoro e renderle semplici e di facile comprensione a qualunque operatore addetto a tali procedure.
5. Shitsuke – Disciplina. Realizzare un posto di lavoro in grado di soddisfare e rispettare nel tempo gli standard stabiliti.

Il metodo delle 5S consente di standardizzare la gestione del posto di lavoro, in modo da definire con precisione le regole per rispettare gli standard definiti. Questo strumento è particolarmente adatto per innescare il processo del miglioramento continuo, utilizzando gli standard attuali come punto di partenza per raggiungere nuovi standard ancora migliori. Si andrà a scegliere un'area pilota in uno o più reparti e tutte le energie si concentreranno su di essa in modo da ottenere risultati visibili in breve tempo. Per l'azienda è di fondamentale importanza avere successo sull'area pilota in modo da poter estendere l'attività

all'intera azienda creando così un effetto traino.

Per l'implementazione del sistema 5S si creano delle figure adeguate, che vengono formate sul tema 5S e che andranno a spiegare ai loro colleghi i concetti cardine del processo. La formazione di persone di riferimento è molto importante per evitare interpretazioni non corrette. Ripetiamo che questi procedimenti rappresentano essenzialmente la base di partenza per la costruzione di un'azienda snella.

Utile sarà anche fotografare la situazione prima e dopo dell'intervento per rendere chiari gli obiettivi raggiunti e in modo che chiunque possa vedere il lavoro fatto, per dare soddisfazione a chi ha seguito il lavoro.



Figura 3: risultato applicazione 5S.

Andiamo ora a spiegare in dettaglio le 5S:

#### 1 – *Separazione*

Il primo passo da compiere per la messa a punto del sistema riguarda la rimozione dalla postazione di lavoro di tutto ciò che non serve al processo produttivo in corso. La corretta applicazione di questo punto permette di utilizzare in modo ottimale lo spazio disponibile, ridurre le perdite di tempo per la ricerca dei materiali, delle attrezzature e dei documenti; inoltre garantisce il rispetto dei principi del JIT (Just in Time), cioè disporre del materiale giusto, al momento giusto, nella giusta quantità. Di conseguenza si ottiene una riduzione di problemi e interferenze nel flusso lavorativo, una maggiore qualità dei prodotti e un aumento della produttività. Durante la fase di separazione tra materiale utile e non utile, si deve anche considerare quanto frequentemente viene utilizzato. Grazie a questo si comprende ciò che è effettivamente utile. In mancanza di questa prima "S" si ha che:

- I reparti e le fabbriche, che magari già non sono ampi, diventano sempre più angusti.

- Cassetti, armadietti, scatole degli attrezzi risulteranno pieni.
- Utensili, attrezzature, attrezzi in buone o cattive condizioni o mescolati.
- Quantità non adeguate.
- È difficile verificare se ci sono o meno le cose realmente necessarie.

## 2 – Ordine

Il secondo passo delle 5S è ordinare: gli oggetti/attrezzi devono essere disposti in maniera tale che siano facili da identificare, utilizzare e riporre. Questo è molto importante in quanto permette di eliminare numerosi sprechi di tempo nello svolgimento delle attività produttive e garantisce, come la fase precedente, il rispetto dei principi del JIT. La sistemazione e l'organizzazione permettono di ottenere una maggiore fluidità e linearità nelle attività produttive; questo concetto è il punto centrale della standardizzazione, ossia la messa a punto di un sistema che permette di portare a termine procedure e mansioni in maniera adeguata. La postazione di lavoro deve essere ordinata, in quanto solo così è possibile effettuare la standardizzazione in maniera efficace. Per mettere a punto questa fase, si deve valutare sia dove, sia come collocare i materiali. Va tenuto presente il principio dell'economia di movimento che aiuta a minimizzare gli sprechi, e permette di analizzarne le cause.

In mancanza di questa seconda “S” si ha:

- Perdita di materiali e attrezzatura
- Perdita di tempo
- Armadietti e magazzini non funzionali
- Frequente uso di oggetti non facilmente accessibili
- Si perde l'identità delle attrezzature per mancanza di un adeguato sistema di identificazione del materiale.

## 3 – Pulizia

La terza operazione è la più facile da spiegare e da effettuare: la pulizia generale della linea e dell'ambiente nella quale è collocata. Lo sporco è ogni cosa che interferisce, blocca, attacca, danneggia, l'ambiente e le persone. Dopo una prima pulizia generale si devono individuare e delimitare le aree di intervento. Esiste infatti un rapporto stretto tra la pulizia dell'ambiente, il logoramento delle macchine, i guasti e i difetti di qualità. Importantissima sarà l'aspetto abitudinario che deve prendere la pulizia dell'ambiente di lavoro. Una buona e

continua pulizia infatti garantisce un ambiente sano, una miglior qualità dei prodotti e attrezzature e una maggiore sicurezza

#### *4 – Standardizzazione*

Il quarto passo, standardizzare, è il risultato della corretta applicazione delle prime tre fasi, con lo scopo di renderle un'abitudine quotidiana e assicurare che siano mantenute e migliorate nel tempo. Solo seguendo questa filosofia è possibile una reale ed efficace implementazione del quarto processo. Tre sono gli steps principali della standardizzazione:

1. Definire i responsabili operativi dei processi;
2. Integrare i processi nelle normali attività di lavoro;
3. Controllo e mantenimento dei processi.

Lo strumento tipico, della fase di standardizzazione, per il controllo delle attività operative è il Visual Management ; consente a chiunque di verificare in qualunque istante lo stato del sistema produttivo, individuare eventuali anomalie e comprenderne le cause. La caratteristica principale di questo strumento è la trasparenza e l'immediatezza nella comunicazione e nella gestione delle informazioni, ottenute prevalentemente attraverso segnali visivi, in modo da rendere le informazioni stesse utilizzabili da chiunque. Standardizzare significa comportarsi e agire avendo come punto di riferimento un modello comune facilmente comprensibile da tutti e il tutto deve portare ad un miglioramento continuo.

#### *5 – Disciplina*

Il quinto passo consiste nel fare sì che le procedure messe in atto diventino un'abitudine e vengano mantenute nel corso del tempo. Non importa quanto bene siano state applicate le prime quattro fasi, ma il sistema non può funzionare a lungo se non si applica anche quest'ultima fase di mantenimento. L'obiettivo finale sarà quello di impegnarsi e sostenere una particolare linea di condotta, necessaria per ottenere benefici maggiori dei sacrifici fatti per metterla in atto. La prima parte del mantenimento prevede la predisposizione delle condizioni ottimali allo svolgimento di tutti i processi del sistema 5S; la seconda parte prevede, invece, una chiara dimostrazione dell'impegno dei dipendenti nel voler attuare le 5S.

Garantire e sostenere lo standard raggiunto con le prime 3S è possibile mediante:

- Continuo monitoraggio degli standard;
- Buona comunicazione, corretta responsabilizzazione e giusta motivazione;
- Continua formazione e adeguato piano di addestramento.

Strumenti che possono aiutare a mantenere il sistema 5S sono: poster, foto e piccoli manuali. Infine vanno definiti gli strumenti di verifica, ad esempio check list, necessari per valutare periodicamente il grado con cui si seguono gli standard. Si possono creare anche degli audit, come in figura sotto, che verranno compilati periodicamente per tenere traccia dei progressi nella soddisfazione delle 5S nel tempo.

### Radar Chart for Tracking 5S Progress

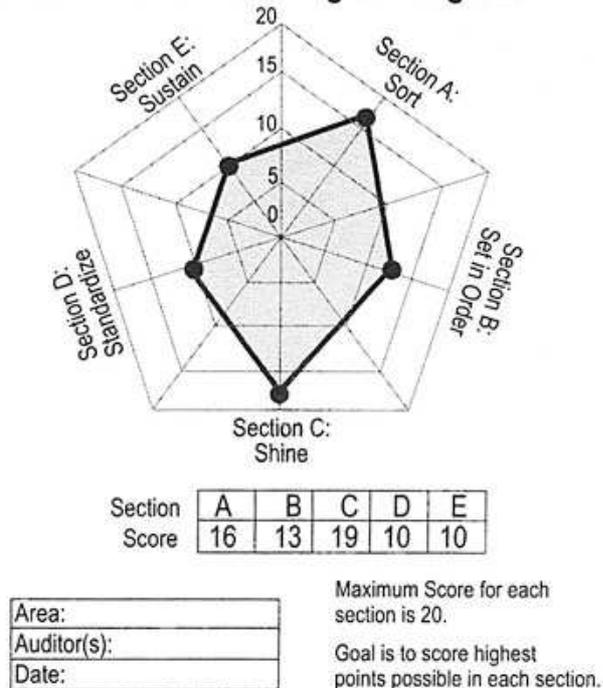


Figura 4: Audit soddisfazione 5S.

## 2.4.2 Kanban

Il kanban è una tecnica di gestione della produzione, nominato già nella spiegazione dei principi della Lean Production come strumento per la logica Pull. Il kanban è uno strumento che rovescia il punto di osservazione e concepisce il processo produttivo come un'operazione che va da valle a monte e che lavora i pezzi necessari solo nel momento in cui ce n'è bisogno. Ohno, responsabile produzione Toyota, lo chiama "*pensare al contrario*".

Il sistema Pull consente l'avanzamento del flusso produttivo secondo quanto richiesto dal cliente (letteralmente "tirato dal cliente") e non secondo quanto programmato dall'ufficio programmazione della produzione. L'aspetto centrale del sistema è il rapporto cliente-fornitore: tutti i processi sono collegati sequenzialmente tra loro ed ognuno è visto come cliente del processo a monte e come fornitore del processo a valle. Ogni cliente deve richiedere al proprio fornitore il materiale di cui ha bisogno per soddisfare le richieste del processo che si trova a valle, senza il bisogno di ricorrere alle previsioni; il fornitore deve disporre di una scorta di materiale, detta supermarket che consenta di soddisfare le richieste del cliente. Tale scorta, giunta ad un livello limite, deve essere ripristinata, per garantire ulteriore disponibilità di materiale per il cliente, ma senza comportare livelli eccessivi di scorte. Questo sistema si applica dai clienti finali dell'azienda ai fornitori esterni, attraversando tutti i reparti interni e generando dunque un'organizzazione di fasi che si attivano solo se ricevono il comando da valle. Il sistema Kanban è un sistema informativo che controlla la fabbricazione dei prodotti necessari, nella quantità necessaria e nel momento giusto in tutte le fasi di lavoro non solo di uno stabilimento, ma anche fra stabilimenti di imprese diverse. I vantaggi che si ottengono con questo sistema sono: una maggiore flessibilità della produzione, una prevenzione della sovrapproduzione e una riduzione delle scorte.

Il kanban funziona tramite segnali predeterminati che possono essere dei semplici cartellini di diverso colore. Il sistema kanban decide la quantità e tipologia da produrre in tutti i processi. Il primo beneficio del sistema kanban è che riduce la sovrapproduzione, producendo soltanto la cosa richiesta, quando è chiesta e nella quantità richiesta. Tra due stazioni produttive consecutive, separate da un "polmone" interoperazionale, la strategia "pull" prevede che la stazione a monte attivi la produzione solo su richiesta della stazione a valle, il kanban risulta essere l'elemento di coesione tra due processi contigui e circola continuamente tra le due stazioni di lavoro.

Vi sono due tipologie di kanban: il kanban ordine di produzione che può essere assimilato ad un'autorizzazione a realizzare un pezzo o semilavorato, ed il kanban prelievo che può essere identificato con un'autorizzazione a prelevare.

Con questo metodo ad ogni contenitore è sempre associato un cartellino, dunque nulla è fuori controllo e ogni componente, fino al prodotto finito è costantemente monitorato: si produce solo quanto richiesto, con tempi di attraversamento contenuti, in allineamento alla domanda.

Le regole del kanban quindi sono le seguenti:

- Nulla può essere prodotto senza il kanban-ordine di produzione che lo autorizzi (il che accade solo quando si consuma a valle);
- Se la stazione a valle non consuma componenti e la “rastrelliera” dei kanban-ordine di produzione risulta vuota, la stazione a monte non deve produrre, a costo di una eventuale insaturazione;
- L'operatore deve essere flessibile, in modo da compensare la sua eventuale insaturazione, assegnandolo ad una diversa stazione di lavoro attiva;
- I prodotti difettosi devono essere immediatamente individuati e non devono mai essere consegnati al processo successivo;
- Il numero di kanban in circolazione deve essere minimizzato: infatti il numero di cartellini esprime la massima quantità di pezzi presenti in WIP;
- Il kanban deve essere utilizzato per realizzare l'adattamento a piccole fluttuazioni della domanda.

Lo stesso meccanismo può essere implementato tra l'ultimo processo produttivo ed il processo di consegna al cliente finale. Nel momento in cui il cliente utilizza i pezzi approvvigionati, restituisce al proprio fornitore il relativo cartellino allegato alla confezione ed i contenitori vuoti, in modo tale che il fornitore possa attivare la catena di processi produttivi a ritroso, da valle a monte. Una volta realizzati i prodotti finiti ed allegato il relativo cartellino, vengono depositati nel magazzino prodotti finiti, che viene utilizzato come un “polmone” dal cliente. In questo modo si garantisce non solo la continuità dei processi lungo tutta la catena del valore, ma si instaura un meccanismo che consente la realizzazione di una produzione livellata al mix produttivo (in quanto i pezzi vengono prodotti nell'ordine con cui

vengono ricevuti i kanban), contribuendo al conseguimento di una maggiore integrazione ed all'aumento di competitività di tutta la catena di fornitura.

In sintesi i vantaggi che il meccanismo del kanban porta sono:

- permette di ottenere riduzioni del Work in Progress;
- una riduzione del magazzino prodotti finiti;
- una maggiore flessibilità produttiva;
- una riduzione del tempo di attraversamento del sistema (production lead time);
- una riduzione dei costi;
- un miglioramento della puntualità e delle performances di consegna nei confronti dei propri clienti.

### **2.4.3 Just in time**

Altro strumento della Lean Production è il Just in Time (JIT). Il Just in Time indica una filosofia gestionale alla base del Toyota Production System. Il JIT può essere considerato come un insieme di tecniche che hanno come obiettivo quello di far pulsare il sistema produttivo come il mercato e nello stesso tempo cercare di ridurre il più possibile la Time Line ed ottenere così un numero ridotto di sprechi. Si tratta di un meccanismo molto complesso che realizza la continuità all'interno delle varie fasi di produzione e consente di legare il sistema produttivo al mercato. Il JIT prevede la realizzazione del prodotto giusto, nel momento giusto, con la qualità giusta, nella quantità giusta e al posto giusto (le 5G). È una metodologia di gestione della produzione che consiste nel produrre esattamente solo i quantitativi richiesti nel breve periodo e non anche quelli che, secondo le previsioni, si pensa di poter vendere in futuro. Infatti si dice che la produzione è programmata just-in-time quando la consistenza dei magazzini di acquisto, di trasformazione e di vendita è ridotta a un giorno. Il principale vantaggio del JIT consiste nel servire il cliente con assoluta rapidità e precisione, senza sostenere oneri di scorta.

Il JIT, però, presenta anche delle problematiche poiché si tratta di un meccanismo che non tollera errori ed inefficienze: anche un breve ritardo di un fornitore o di una lavorazione può comportare la paralisi dei reparti a valle.

#### 2.4.4 Takt-time

La sincronizzazione tra stazioni produttive in linea, allo scopo di ottenere un flusso continuo e bilanciato, viene messa in opera prendendo come riferimento il Takt-time. In tedesco il termine takt significa ritmo ed è stato esportato in Giappone negli anni Trenta, quando i tedeschi istruivano i giapponesi nella costruzione degli aeroplani. Il Takt-time si esprime dunque con un numero e indica il tempo entro il quale una unità di prodotto deve essere realizzata per soddisfare la domanda del cliente. Il Takt-time è il ritmo della produzione ed è soggetto a variazioni.

$$\text{Take time} = \frac{\text{tempo totale disponibile/giorno}}{\text{richiesta cliente/giorno}}$$

$$\text{Operatori necessari} = \frac{\text{Tempo di ciclo manuale totale}}{\text{Takt Time}}$$

Dove il tempo di ciclo manuale totale è il tempo lavorativo necessario al completamento del processo analizzato.

Si dovrà definire:

1. L'orizzonte temporale per il quale si vuole calcolare il Takt Time;
2. Il volume di vendita previsto nel periodo precedentemente stabilito;
3. Il tempo lavorativo netto a disposizione (cioè meno le pause programmate)

Onde evitare sprechi, a causa di un non corretto bilanciamento delle fasi, è opportuno fare in modo che tutti i tempi ciclo del sistema siano il più possibile prossimi al Takt-time. Devono necessariamente essere ben definite le operazioni standard, in modo che si possa intervenire sul lavoro delle varie fasi redistribuendo le operazioni per equipararle al Takt-time. Qualora si presentasse un macchinario avente cycle-time maggiore del Takt-time è necessario effettuare un'analisi di dettaglio delle operazioni relative a questo sottoprocesso individuando le attività a non valore aggiunto quali spostamenti, eliminando tali sprechi in ottica Lean, eventualmente allocando in modo differente le all'interno risorse umane della cella e redistribuendo le stesse tra le diverse operazioni.

### 2.4.5 One piece flow

Il sistema One Piece Flow propone di organizzare il sistema produttivo con l'avanzamento dei componenti da una fase produttiva all'altra, un pezzo alla volta seguendo un flusso continuo. Il materiale attraversa così i reparti nel modo più rapido e si abbattano in modo efficace le scorte intermedie. Ovviamente si comprende come ciò sia incompatibile con le aziende tradizionalmente organizzate con layout per processo, in cui le operazioni di trasformazione e di trattamento vengono eseguite in reparti caratterizzati da lavorazioni omogenee.

Le varie tipologie di layout sono:

**Layout per processo (job shop):** le macchine sono raggruppate per tipo di processo e lavorazione che eseguono;

**Layout per prodotto:** organizzazione lineare delle postazioni di lavoro per produrre una specifica tipologia di prodotto  
**Layout a posto fisso:** il prodotto non può essere mosso (grandi dimensioni, ingombri, ecc...);

**Layout ibridi: Celle** – si raggruppano le macchine in celle che producono lo stesso tipo tecnologico di codici, cercando di ottenere i benefici della produzione sia per processo che per prodotto.

*Linee di assemblaggio mixed-model* – si produce una varietà di codici sulla stessa linea in logica JIT.

Il sistema One Piece Flow è un obiettivo non sempre implementabile ma verso il quale si deve tendere, sempre con l'idea del miglioramento assoluto del Lean Thinking. Un altro ostacolo al flusso è ad esempio la condivisione di una risorsa su due o più flussi; in tal caso la macchina a monte non può servire entrambi i flussi in tempo reale e quindi occorrono scorte per mantenerli alimentati contemporaneamente. L'approccio ideale, in ottica lean, preferisce adottare più macchine di piccole dimensioni, mantenendo i flussi separati e lavorando senza WIP (Work in Progress).

Per conseguire a pieno gli obiettivi della Lean Manufacturing, è conveniente disporre i macchinari all'interno di una cella secondo un percorso ad U (Assembly U-shaped cell) alle cui estremità si trovano i materiali in ingresso ed i prodotti in uscita.

All'interno di una cella, i macchinari sono disposti in linea e non vi sono buffer interoperazionali, in quanto il flusso è continuo, livellato e sincronizzato: ogni

pezzo fluisce con continuità da un macchinario al successivo. Ogni cella è dedicata alla produzione di poche tipologie di prodotto; il principio ispiratore è il raggruppamento di prodotti in famiglie che presentano similitudini morfologiche e tecnologiche (Group Technology).

I passi fondamentali della progettazione di una cella sono:

- Mappatura dei flussi spaghetti chart
- Part Routing Matrix
- Cell Highlighting
- Studio del layout
- Heijunka

Preso un set di prodotti di riferimento per volumi realizzati, fatturato o caratteristiche rappresentative del ciclo lavorativo, si procede operativamente con la tracciatura del flusso operativo globale all'interno dello stabilimento, seguendo fisicamente il prodotto lungo tutto il processo produttivo.

Si tracciano sul Layout tutti gli spostamenti tra centri di lavoro, postazioni di assemblaggio o di controllo, le attese in polmoni intermedi e magazzini, cui è soggetto il prodotto lungo il ciclo, la spaghetti chart.

Viene così evidenziata l'inefficienza dovuta a movimentazioni continue, flussi di ritorno dispersivi e incrociati.

Quindi si compila la Part Routing Matrix: una matrice sui cui assi sono indicati i prodotti/semilavorati/materie prime e le fasi/operazioni/macchine.

Compilata la scheda si diagonalizza la matrice, si vanno a raggruppare i codici per similitudine di ciclo cambiando l'ordine di riga e di colonna della matrice di partenza: il risultato atteso è l'individuazione di famiglie di prodotti tecnologicamente simili ed il loro raggruppamento per analogia di flusso in celle produttive.

I vantaggi che si ottengono riguardano l'efficienza nell'utilizzazione dello spazio, una buona visione dello svolgimento complessivo del processo (visual management), una rapida comunicazione tra addetti ai diversi macchinari, una ottimizzazione e riduzione degli spostamenti degli operatori, una migliore capacità di sincronizzazione e dunque maggiore flessibilità produttiva, una movimentazione efficiente dei materiali.

Le celle devono contenere tutti gli impianti, attrezzature, utensili e risorse necessarie per produrre. Le postazioni di lavoro devono essere realizzate con

criteri ergonomici, affinché i movimenti siano brevi, coordinati e semplici. Il vantaggio più importante e significativo di questo tipo di layout è la flessibilità nell'aumento o nella diminuzione nel numero degli operai in caso di adeguamento a variazioni di produzione (variazioni di domanda). Ciò si può ottenere aumentando o diminuendo il numero di operai nella zona interna dell'area di lavoro disposta a forma di U.

Un layout studiato seppur in maniera attenta non può da solo consentire il conseguimento della flessibilità. C'è bisogno di un operatore polivalente. Ad esempio in Toyota, la formazione e l'addestramento dei singoli, avviene attraverso un sistema chiamato rotazione delle mansioni, secondo il quale ciascun operatore viene formato per svolgere ogni lavoro del reparto cui appartiene. Dopo un certo periodo, l'individuo acquisisce esperienza in ciascun lavoro e diventa così un operatore polivalente.

#### **2.4.6 Heijunka**

È il livellamento di produzione che equilibra il carico di lavoro all'interno della cella produttiva minimizzando le fluttuazioni di fornitura. Due elementi principali della Pianificazione Produzione Heijunka sono:

1. Livellamento del volume di produzione
2. Livellamento del mix di produzione

Questo è forse lo strumento più contro intuitivo del sistema TPS.

Consiste nel:

- polverizzare il più possibile i lotti di produzione, anche se vi fosse la possibilità di aggregarli;
- mantenere costante il volume totale prodotto.

In un perfetto sistema Pull ogni articolo prodotto richiederebbe una linea dedicata, una pianificazione indipendente, una produzione costante e fluida ma un mix di prodotti vario, una domanda per codice ridotta rendono questo antieconomico. Realisticamente vengono prodotti più codici sulla stessa linea, coinvolgendo cicli diversi, attrezzature diverse, materiali dedicati.

I vantaggi di questo sistema si possono riassumere in:

1. **Tempi di consegna**  
Piccoli lotti e una distribuzione equilibrata nel tempo non privilegiano nessun particolare articolo, tutti tendono ad avere lo stesso lead time.
2. **Magazzini**  
I piccoli lotti vengono consumati in breve tempo, reintegrati da piccoli lotti e solo se necessario. I magazzini sono bassi o non esistono.
3. **Risorse a monte**  
Piccoli lotti necessitano di poco materiale per volta. La distribuzione nel tempo ne agevola il ripristino. Il supermarket è basso e proporzionale al consumo medio.
4. **Picchi di mercato**  
Il livellamento del mix consente nel breve di reagire a fabbisogni improvvisi. Se l'aumentato fabbisogno si manterrà costante occorre rivedere le capacità della linea.
5. **Centri di lavoro speciali**  
Il livellamento offre due grandi vantaggi a questi centri: attività costante e capacità necessaria dimensionata al reale fabbisogno.
6. **Mancanza materiale**  
Solo particolari modelli ne vengono coinvolti. Gli altri codici vengono normalmente prodotti, modificando la sequenza di produzione. All'arrivo del materiale i modelli sospesi vengono ripresi.

Per realizzare al meglio lo Heijunka si avrà bisogno di requisiti molto severi:

- **Tempi di set up**  
Il gran numero di set richiesti deve essere indolore, quindi; Tempi minimi, sotto i dieci minuti. Standardizzazione delle fasi (il tempo di set up e il risultato devono essere costanti).
- **Flessibilità**  
Operatori e macchine devono essere capaci di varie attività (codici). Se gli operatori sono pronti a operare su stazioni multiple eventuali colli di bottiglia vengono evitati.
- **Qualità**  
L'estrema flessibilità degli operatori potrebbe portare a problemi di qualità. Controlli alla fonte, Pok-Yoke, possibilità di fermare la linea sono essenziali. Una percentuale di fermate per non qualità (6% per

Toyota) è più conveniente del proliferare dei problemi a valle.

- **Forniture**

La produzione contemporanea di grande varietà di prodotti necessita di una vasta disponibilità di materiale. Le forniture devono essere sincronizzate per arrivare al momento del fabbisogno e mai in grandi lotti.

### **2.4.7 Poka yoke**

È uno strumento essenziale per raggiungere zero difetti ed eliminare le ispezioni di controllo qualità. Poka Yoke deriva da Poka, errore involontario, e da Yokeru, evitare. Quindi il metodo Poka Yoke è un metodo a prova di errore. I dispositivi Poka Yoke, introdotti da Shigeo Shingo, sono strumenti che mirano a rendere più semplici e meno soggette ad errore le attività manuali di fabbricazione. Si tratta spesso di semplici accorgimenti che consentono all'operatore di verificare la correttezza delle operazioni che stanno per essere compiute o che sono appena state terminate. Questi dispositivi sono definiti "a prova di stupido" quando oltre a garantire la qualità del prodotto mantengono anche la sicurezza dell'operatore. Gli strumenti di rilevamento possono essere classificati in tre categorie e sono contraddistinti del tipo di metodo sicuro usato:

- Metodo a contatto: gli strumenti sono usati per rilevare differenze nella dimensione o nella forma del prodotto e similmente per verificare la presenza di uno specifico tipo di difetto;
- Metodo di complessività: è usato per verificare che tutte le parti di un'operazione siano state completate con successo;
- Metodo ad azione diretta: richiede che l'operaio compia un'azione che non fa parte delle operazioni da eseguire sul prodotto.

La responsabilità di raggiungere un ambiente con zero difetti in un ambiente produttivo è nelle mani dei responsabili aziendali. Questi devono creare la cultura e fornire supporto in termini di tempo e risorse.

Questo metodo è in grado di liberare del tempo al dipendente ed evita i semplici errori umani.

#### **2.4.8 SMED – Single Minute Exchange of Die**

Il termine si riferisce a tecniche per effettuare operazioni di messa a punto al di sotto dei dieci minuti, vale a dire in un numero di minuti espressi da una sola cifra. Il sistema SMED è il metodo più efficace per raggiungere il Just in Time. L'obiettivo è di controllare le fonti di variazione ed eliminare la necessità di regolazioni su attrezzature, macchine e impianti. Una produzione diversificata con lotti di dimensioni ridotte non può essere ottenuto senza lo SMED. Lo SMED è pertanto essenziale alla stabilità del processo ed è il modo più efficace di realizzare il TPS. Naturale è pensare che lo svantaggio dei lotti ridotti è che non appena un'operazione inizia a prendere slancio, la produzione deve passare ad un nuovo diverso lotto ed a una nuova messa a punto. Ma i maggiori sostenitori della Lean Production e quindi del metodo SMED dicono che dedicandosi pienamente all'analisi delle operazioni di messa a punto si possa ridurre drasticamente questi tempi e puntare alla produzione di piccoli lotti. Lo SMED si concentra sul set-up, il set-up è qualsiasi attività che si colloca tra il completamento della produzione dell'ultimo articolo ed il completamento del primo prodotto conforme del tipo successivo.

Il progetto di SMED parte inizialmente con della formazione eseguita coinvolgendo gli attori principali della filiera produttiva nella quale si vuole portare il miglioramento. Poi si deve creare un team di lavoro, identificando dei team leader. Si passa successivamente a scegliere una macchina che abbia tempi di setup medi rispetto a tutte le macchine dell'azienda. Su questa macchina si raccoglieranno i dati necessari allo studio delle azioni e dei tempi di set up. Con una videocamera si filma il processo completo con tutte le relative attese e inefficienze. Tutto il team dovrà poi visualizzare il filmato e identificare così i setup interni e quelli esterni cercando di rispondere per ogni microazione se il lavoro è necessario e se può essere migliorato e standardizzato. Si andranno quindi a rimuovere le attività inutili e a convertire i setup interni (IED) in esterni (OED).

- IED: installazione e rimozione strumenti ed apparecchiature che possono essere fatte solo quando la macchina è ferma.
- OED: trasporto strumenti da e al magazzino, pre-riscaldare uno stampo, cose che possono essere fatte a macchina in funzione.

Per le attività che rimangono interne si fa una ridefinizione cercando di migliorarle, ad esempio mantenendo gli attrezzi necessari vicino alla macchina,

migliorando gli spostamenti di stampi magari con attrezzature speciali. Successivamente si andranno a migliorare anche le attività esterne con ad esempio dispositivi a fissaggio rapido o eliminando le regolazioni. Infine si standardizzerà i processi con la redazione di una checklist e una procedura di attrezzamento. Anche la postazione di lavoro dovrà essere sistemata standardizzando la collocazione degli oggetti.

Se queste operazioni sono eseguite bene lo SMED permette di:

- migliorare la qualità;
- ridurre i magazzini;
- maggior flessibilità;
- riduzione lead time;
- maggior sicurezza.

## 2.5 Il TPM – Total Productive Maintenance

È una manutenzione produttiva totale realizzata da tutti gli addetti attraverso piccoli gruppi di attività che deve essere affiancata alla Lean Production in modo da sfruttare le risorse di entrambi i metodi.

La manutenzione deve essere considerata un servizio fondamentale alla produzione. Non si tratta semplicemente di sostituire o riparare dei componenti guasti o di fare in modo che non ci siano dei difetti: si deve tendere ad una manutenzione caratterizzata da un'elevata economicità. In altri termini la manutenzione deve contribuire a generare profitto, e per questo viene oggi definita produttiva.

Il TPM – Total Productive Maintenance – si raggiunge con l'attuazione di diversi tipi di azioni o meglio manutenzioni.

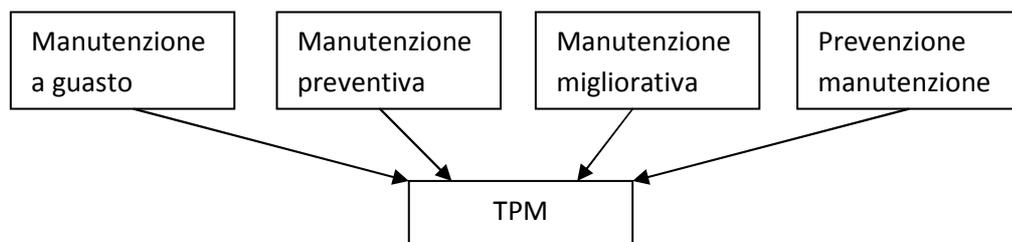


Grafico 1: da cosa è formato il TPM.

### **Manutenzione a guasto**

Si ha ogni volta che si interviene dopo che l'impianto si è fermato a causa di un guasto o di un calo di prestazioni. Si distinguono due tipi di manutenzione a guasto (breakdown maintenance):

- Programmata: quando è economicamente più conveniente lasciare che il guasto si manifesti casualmente anziché prevenirlo con attività che hanno comunque un costo.
- Non programmata: quando si lasciano le cose al corso casuale degli eventi. Le conseguenze delle fermate sono solitamente rilevanti, implicano riparazioni frettolose e approssimative, accompagnate da ritardi o cambiamenti del programma di produzione.

### **Manutenzione preventiva**

Consiste in attività necessarie affinché la produzione avvenga con regolarità. Si prendono quindi in anticipo provvedimenti affinché ogni singolo componente degli impianti funzioni con regolarità. In particolare si necessita di svolgere le seguenti attività:

1. Una manutenzione quotidiana per prevenire il degrado (pulizia, ispezione, lubrificazione, serraggi);
2. Un controllo periodico per misurare il degrado o eseguire una diagnosi degli impianti;
3. Una messa a punto per recuperare il degrado.

### **Manutenzione migliorativa**

La manutenzione migliorativa (corrective maintenance) consiste nel modificare gli impianti affinché non si verifichino guasti, che sia agevole fare delle ispezioni e delle riparazioni, che gli impianti ed i macchinari siano resi facili da far funzionare e che non ci siano pericoli. È importante conservare registrazione dei guasti e di ogni altro evento che consenta l'individuazione delle cause di anomalia (log sheet) per poter procedere all'analisi dei dati ed alla formulazione di suggerimenti per il miglioramento.

### **Prevenzione della manutenzione**

Prevenzione della manutenzione (maintenance prevention) significa utilizzare le informazioni che provengono dagli utilizzatori diretti degli impianti e dalle esperienze degli addetti alla manutenzione per progettare macchinari che non si

guastino (affidabilità), siano facilmente manutenibili ed economici nel funzionamento. È necessario che chi si occupa della programmazione e della progettazione degli impianti disponga di banche dati mirate all'affidabilità e che la raccolta dati avvenga in modo completo ed ordinato.

Il TPM, come è stato spiegato, è un insieme di attività pensate per prevenire guasti a macchine, impianti e attrezzature e per evitare la generazione ed il proliferarsi di difetti qualitativi. Per il suo successo è essenziale che, a diversi livelli, tutte le figure aziendali vi siano coinvolte, da cui il termine total.

Esso è diventato, in anni recenti, un fondamentale tema di management per diverse ragioni, prima tra tutte i risultati concreti cui conduce: il TPM non solo previene i breakdowns, ovvero i guasti, ma riduce i difetti, i tempi inattivi, i fermi macchina, le rilavorazioni e le necessità di regolazione di macchine e attrezzature.

Le attività di maintenance servono, in generale, per sostenere nel tempo specifiche condizioni di lavoro nelle aree produttive; se tali condizioni consistono in qualità del prodotto, resa del processo e sicurezza per gli operatori, allora esse si dicono produttive. Il TPM è dunque una filosofia di gestione dell'equipment volta all'aumento della produttività.

Per raggiungere questo scopo il TPM include cinque attività fondamentali:

1. Implementazione di attività di miglioramento progettate per accrescere l'efficienza di impianti, macchine e attrezzature.
2. Generazione di un sistema di manutenzione autonoma eseguita dagli operatori.
3. Creazione di un sistema di manutenzione preventiva.
4. Training per operatori, addetti alla manutenzione e responsabili.
5. Studi di progettazione di macchine e attrezzature per l'ottimizzazione delle operazioni di manutenzione.

Una delle principali caratteristiche del TPM è il voler perseguire anche in questo caso obiettivi assoluti, come zero guasti e zero difetti. Si pone quindi particolare attenzione sulla prevenzione, basata sui seguenti principi:

1. Mantenimento delle Condizioni Operative Normali. Per mantenere le normali condizioni di lavoro (standard) gli operatori devono

prevenire ogni tipo di deterioramento con attività quotidiane di pulizia, ispezione, lubrificazione, serraggio e controllo di macchine e attrezzature.

2. Rilevamento Precoce delle Anomalie. Gli operatori, attraverso la loro professionalità, devono rilevare le anomalie non appena esse appaiono. Gli addetti alla manutenzione devono eseguire periodici test diagnostici con l'uso di strumenti specializzati.
3. Tempestività degli interventi. Gli operatori e lo staff di manutenzione devono saper rispondere alle anomalie in tempi brevissimi.

L'applicazione del TPM produce notevoli benefici, ogni azienda che applichi con rigore i metodi di manutenzione preventiva e di addestramento del personale si può prefigurare delle riduzioni da 1/30 a 1/100 dei guasti relativi a macchine e attrezzature, assieme ad una diminuzione da 1/30 a 1/40 dei difetti.

Le attività di iniziali prevedono:

Valutazione dello stato della manutenzione (assessment iniziale):

- condizioni di impianti, macchine e attrezzature;
- condizioni delle aree attorno alle macchine;
- skill degli operatori;
- condizioni generali;
- condizioni del reparto di manutenzione.

Il TPM si propone di eliminare le sei cause fondamentali di perdita della produzione che rappresentano gli ostacoli maggiori.

Le cause principali che riducono la massima efficienza degli impianti sono:

(Applichiamo il TPM – Japan Institute of Plant Maintenance)

1. perdite per guasti
2. perdite per attrezzaggi e regolazioni
3. perdite per micro fermate
4. perdite per riduzione di velocità
5. perdite per difetti e rilavorazioni
6. perdite di resa all'avviamento

Come finalità concreta, il TPM ha proprio l'eliminazione di queste perdite.

#### *Perdite per guasti*

Sono le fermate che avvengono a causa di rottura improvvisa di componenti. Normalmente hanno notevole impatto sull'andamento dell'area interessata. Quando la macchina si guasta, spesso il caporeparto sposta l'operatore su un'altra macchina e lascia la riparazione e la comprensione delle cause di guasto al solo manutentore. Il modo corretto di agire sarebbe quello di sforzarsi e capire cosa sia successo facendo partecipare alla riparazione anche l'operatore. Per portare a zero i guasti, bisogna "imparare dai guasti" e fare di tutto perché non si verifichino una seconda volta.

#### *Perdite per attrezzaggi e regolazioni*

Il tempo speso per il cambio di utensili, di materiali, di stampi o di attrezzature costituisce le perdite per attrezzaggio. Il tempo per la messa a punto, finché non si realizzano prodotti della qualità richiesta, costituisce la perdita per regolazioni. Il tempo che intercorre tra ultimo pezzo buono prodotto di un codice ed il primo pezzo buono prodotto del codice successivo si definisce quindi tempo di change over. In caso di lotti di piccole dimensioni, tale perdita può risultare estremamente significativa.

#### *Perdite per microfermate*

Le microfermate vengono spesso sottovalutate perché sono di facile sistemazione e di difficile misurazione. Tuttavia, se si esaminano da vicino le perdite subite, ci si accorge che le microfermate causano delle perdite sorprendentemente elevate. Quando questi stop sono numerosi gli operatori sono costretti a girare e saltare tra gli impianti per porvi rimedio, con rischio di infortunio (mani intrappolate nei meccanismi), stanchezza fisica e psicologica.

#### *Perdite per riduzione di velocità*

Quando non si conduce l'impianto alle velocità previste dal costruttore pena l'impossibilità di mantenere le specifiche richieste, si hanno le perdite per riduzione di velocità. Conoscenza approfondita dell'impianto, dei suoi componenti e delle specifiche del costruttore sono elementi base per poter stabilire se effettivamente il rallentamento è inevitabile.

#### *Perdite per difetti e rilavorazioni*

Accade che le macchine non riescano a produrre consistentemente con le

tolleranze richieste, costringendo il conduttore o il controllo qualità a fermare il flusso produttivo ed eventualmente a rilavorare i beni lavorati. Questo genere di spreco è causato dalle perdite per difetti e riparazioni.

#### *Perdite di resa all'avviamento*

Le perdite di resa all'avviamento sono definite dal periodo in cui si comincia a far funzionare gli impianti (al mattino o nel primo giorno lavorativo della settimana) fino al momento in cui vanno a regime. Si tratta di perdite che si verificano per cause simili a quelle che provocano perdite per le regolazioni dopo gli attrezzaggi. Nel caso di lavorazioni con asportazione di truciolo è bene prestare attenzione ai difetti ed al tempo di riparazione causati dagli utensili da taglio. Queste perdite sono causate dal tempo per il cambio o dalle rotture delle attrezzature per il taglio che hanno relazione con il ciclo di vita degli utensili da taglio.

Per misurare le perdite si utilizza l'indice, l'OEE, Overall Equipment Effectiveness, l'indice principale per la misurazione del buon funzionamento di un impianto, che è il prodotto delle performance di tre aspetti delle aree produttive in esame: disponibilità, velocità e qualità.

Esso deve essere continuamente monitorato al fine di dare evidenza numerica dello stato dell'impianto.

Un guasto è solo la punta dell'iceberg, al di sotto si possono trovare dei difetti latenti.

Solitamente "guasto" indica la perdita delle funzionalità previste dal progetto di un certo impianto o macchinario. A seconda delle modalità con cui queste funzionalità vengono perse, è possibile classificare i guasti in due tipi distinti:

1. guasto che blocca le funzioni: le funzioni di un impianto restano bloccate completamente e viene chiamato guasto improvviso;
2. guasto che degrada le funzioni: l'impianto continua a funzionare, però si verificano delle perdite dovute a difetti, microfermate, riduzione di velocità etc. Questo guasto si verifica quando le funzioni dell'impianto non si esprimono appieno e sono parzialmente compromesse.

#### ***Manutenzione preventiva***

La corretta pianificazione delle azioni di manutenzione preventiva è la chiave per il successo nel medio e lungo termine delle performance dei processi. Le fasi di manutenzione vanno opportunamente quantificate in termini di tempo,

costo e materiali necessari per lo svolgimento delle operazioni richieste.

I tempi non disponibili della macchina devono quindi essere preventivati nella fase di allocazione delle risorse di produzione.

Riassumendo i benefici che porta l'applicazione del TPM sono:

- Ambiente di lavoro sicuro
- Sicurezza del lavoro
- Miglioramento della qualità
- Miglioramento della produttività

## **CAPITOLO 3**

### **Project management**

#### **3.1 Introduzione**

*Il project management è una metodologia di lavoro. Una gestione sistematica di una attività complessa, unica, con un inizio e una fine predeterminate, che viene svolta con risorse organizzate, mediante un processo continuo di pianificazione e controllo, per raggiungere degli obiettivi predefiniti, rispettando vincoli interdipendenti di costo, tempo e qualità.*

R.D.Archibald "Project Management" Franco Angeli, Milano, 1994.

Nelle aziende modernamente organizzate il lavorare tramite la realizzazione di progetti è diventato ormai una necessità per chi vuole rimanere competitivo sul mercato e soddisfare nel modo migliore il cliente. In questi capitoli vedremo come un'azienda può lavorare in questa direzione, in modo che in un sistema strutturato, ogni più piccolo processo e quindi ogni progetto sia rispondente a standard definiti.

Quello che fa il project management è la codifica delle metodologie e degli strumenti. Il progetto sarà quindi un processo che porta all'ottenimento di un determinato risultato grazie all'utilizzo di diverse risorse opportunamente organizzate per raggiungere in un tempo definito, con costi definiti e nel rispetto di caratteristiche definite, l'obiettivo comune previsto. Un progetto è portato a buon fine se il cliente è soddisfatto ma anche se sono stati raggiunti gli obiettivi nei tempi e nei modi prestabiliti, rispettando il budget del progetto.

Quello che lo differenzia da un processo è che il progetto solitamente ha un inizio e una fine, la sua vita non è ciclica come può essere per un processo ma il tempo in cui avviene è il più possibile determinato e definito. Dopo essere partito prosegue attraverso varie tappe, fino ad arrivare al traguardo, ossia alla conclusione. Il progetto si prefigge di ottenere, una volta, un prodotto o un servizio, o eventualmente a migliorarli.

Ogni iniziativa di una certa complessità prevede una certa forma di metodologia per il suo compimento. Ma solo all'inizio del '900 con Henry

Gantt si trova una prima sistematizzazione razionale della disciplina. Riprendendo gli studi di Taylor sulla progettazione della fabbrica, Gantt individuò attraverso una semplice rappresentazione grafica delle diverse attività da svolgere, il modo migliore per raggiungere lo scopo del progetto. Uno dei primi esempi di applicazione di Project Management si fa risalire al fisico Robert Oppenheimer che nel 1943 a Los Alamos coordinò il gruppo per la produzione della prima bomba atomica. ([www.amedeopaolucci.it](http://www.amedeopaolucci.it))

### **3.2 Il progetto e il suo prodotto**

Una buona strutturazione del progetto parte essenzialmente da quanto bene è stato definito il prodotto, ovvero il risultato finale del progetto, prima ancora di decidere se è il caso o meno di farlo avanzare. Il progetto ricordiamo non può prescindere dall'analisi puntuale delle aspettative del cliente, ed è proprio in questa fase che necessario prestarvi la massima attenzione. Per l'azienda lo scopo è soddisfare il cliente e la coerenza tra le aspettative e i risultati è la chiave primaria per la buona riuscita di un progetto. Diventa fondamentale il reciproco rapporto tra cliente e fornitore, questi devono dettagliare insieme le caratteristiche del prodotto evidenziando problemi che possono insorgere, dubbi e qualsiasi altro elemento che può influenzare la buona riuscita del progetto. Una volta individuato l'obiettivo, questo deve essere reso noto al team di lavoro del progetto e a tutta l'azienda, in modo da avere la massima collaborazione e coinvolgimento di tutte le risorse

### **3.3 I pilastri del progetto**

Per un progetto le componenti essenziali da stabilire e controllare sono tre:

- Tempo
- Costo
- Qualità

Un'azienda è a rischio quanto non riesce a produrre ai giusti costi per il prodotto e offrire servizi innovativi di qualità, può reggere il mercato puntando su una delle tre componenti ma l'azienda deve proporsi di soddisfare tutte le

voci. Il tempo, specialmente con la velocità di cambiamento del mondo globalizzato, è un fattore determinante; se un'azienda entra sul mercato in ritardo rischia di lasciare spazio alla concorrenza con sforzi per rimediare molto alti rispetto al caso di presentazione al mercato per tempo.

Bisogna però considerare quale tra le tre è la voce più importante, magari perché imposta per legge come appunto il tempo. Quindi è comprensibile e giustificato sostenere costi maggiori per rispettare le scadenze. Caso contrario se il budget è limitato si dovrà modificare la tempistica del progetto.

Vediamo quindi che anche il progetto deve avere requisiti di qualità elevati, inoltre il progetto è sempre unico e per questo si richiede una metodologia da poter seguire e adattare alle esigenze.

Gestire un progetto significa:

- Identificare le esigenze ed i requisiti
- Stabilire obiettivi chiari e raggiungibili
- Conciliare richieste “conflittuali” tra loro di: qualità, prestazioni, tempi e costi
- Adattare le specifiche, i piani e l’approccio alle diverse aspettative dei vari stakeholders (parti interessate).
- Raggiungere gli obiettivi contrattuali nel rispetto dei tempi, dei costi, dei requisiti di qualità, sicurezza e ambiente.

Il progetto per essere di qualità deve rispondere a determinati requisiti: deve essere gestito con tecniche che siano *collaudate*, la terminologia e i concetti devono essere validi per tutti ovvero univoci e la totalità delle azioni è importante che sia riproponibile e *trasferibile*. Tramite la definizione di procedure e standard lavorativi si raggiunge la realizzazione di un progetto di qualità in cui le regole e la documentazione necessaria siano alla portata di tutti. Questo richiede costi e tempi di una certa importanza ma adottando le tecniche del project management l’azienda potrà trarre dei vantaggi non indifferenti e che diventeranno via via più evidenti con il procedere del progetto e potranno poi essere riproposti in futuro.

I benefici che sono attesi nell'applicazione del Project Management sono:

- Ottimizzare l'organico gestendo i sovraccarichi di lavoro (anticipare o posticipare le attività)
- Gestire il lead time dei processi di sviluppo prodotto
- Eseguire le attività che servono, quando servono e con il giusto numero di risorse
- Gestire i costi di sviluppo dei prodotti quando si generano
- Misurare le prestazioni per poterle migliorare ed intervenire con azioni correttive
- Effettuare simulazioni e proiezioni
- Definire regole e standard comuni
- Gestire e ridurre i rischi.

### **3.4 Il Project Management**

Se un progetto viene eseguito seguendo le tecniche del project management diventa, tramite l'utilizzo adeguato della comunicazione interna e della documentazione, un'esperienza che arricchisce le persone e l'azienda e che entrerà a far parte del bagaglio con cui si potranno affrontare progetti futuri.

Il project management può essere visto come un insieme di criteri e tecniche per svolgere un progetto al meglio nei tempi e nei costi previsti e assicurando la massima qualità al prodotto. Nei progetti che mirano a raggiungere i tre obiettivi visti all'inizio è fondamentale l'utilizzo del project management.

L'insieme dei metodi suggeriti dal project management permette alle figure addette di coordinare, verificare e pianificare tutte le macro e micro attività di cui è composto un progetto e condurle a conclusione mantenendole sempre sotto una lente di ingrandimento che è in grado di controllare pienamente le attività.

In un progetto si deve innanzitutto programmare e individuare le varie attività andando a definire almeno provvisoriamente le tempistiche e i costi, serve poi controllare verificando passo passo il progredire dei lavori, magari agendo per

migliorarli, inoltre si deve gestire integralmente tutti i costitutivi del progetto. La forza dei metodi del project management sta nel controllo preciso e puntuale dell'insieme del progetto ma anche delle singole parti in cui è formato, cosa questa che rende questo metodo di gestione importantissimo per un sistema di qualità, per questi motivi è diventato uno strumento che le aziende usano ormai quotidianamente.

Gestire un progetto non è sicuramente facile, è solitamente composto da una sequenza di operazioni elementari che si sormontano tra di loro e delle quali diventa difficile la gestione e il controllo, ma usando la logica del project management, il coordinamento delle attività diventa controllabile puntualmente, aiutando a prendere impegni che abbiano degli obiettivi, dei costi e dei tempi ben definiti, contemporaneamente si semplifica il controllo e si verifica che gli impegni vengano portati a scadenza con i giusti tempi. Il project management prevede inoltre che la responsabilità del progetto venga affidata ad una sola persona che deve avere obiettivi non tendenti a beneficiare uno solo dei settori interessati ma che siano obiettivi globali, pianificando nel modo più corretto le risorse disponibili in termini di numero e competenze. Lavorando in questo modo il project manager può garantire che tutte le attività lavorino uniti per raggiungere le richieste del progetto e contemporaneamente dovrà riconoscere i casi critici per tempo e quindi poterli risolvere con l'aiuto di tutte le persone coinvolte nel progetto.

### **3.5 Il progetto**

Ogni progetto ha una vita lineare ed ha un inizio e una fine definita inizialmente, non come un processo che avviene ciclicamente. Un progetto è essenzialmente composto da tre fasi:

- Fase di definizione
- Fase di programmazione
- Fase di attuazione

Durante una fase del processo le varie persone e mezzi coinvolti vanno a creare dei prodotti che risultano intermedi e saranno l'input della fase successiva. Il ciclo di vita del progetto vede intrecciarsi tra loro le varie fasi fino a

raggiungere una conclusione. All'avanzare del progetto la percentuale di incertezza sulle variabili del processo calano, si arriverà ad avere un precisione maggiore sia sui tempi che sui costi mano a mano che il progetto si avvicina alla fine.

A loro volta queste tre fasi si suddividono in diverse attività:

**Fase di definizione:**

- Enunciare il progetto
- Stabilire gli obiettivi
- Definire la Work Breakdown Structure
- Identificare le risorse necessarie

**Fase di programmazione:**

- Assegnare le responsabilità
- Mettere in sequenza le attività
- Pianificare le attività
- Pianificare le risorse
- Proteggere il piano

**Fase di attuazione:**

- Iniziare l'esecuzione
- Monitorare il progetto
- Chiudere e valutare

Il progetto può nascere per diversi motivi, un nuovo prodotto, una miglioria sulla qualità, un perfezionamento di un processo o la standardizzazione di una attività. La nuova idea dà il via alla prima fase.

### **3.5.1 Fase di definizione**

Nella fase di definizione lo scopo è di tracciare le caratteristiche generali del progetto andando a stimare con una certa forchetta le spese e le tempistiche per poter in questo modo stabilire già all'inizio se continuare con il progetto o non

perdere più tempo se i risultati finali non sono corrispondenti con le aspettative iniziali. Nella riunione di kick-off viene enunciata l'idea di massima sulla quale si costruirà attorno il progetto. I requisiti del prodotto saranno già da ora definiti, per poi essere via via più perfezionati. Questa parte del progetto è quella che richiede meno forze ma non per questo può essere trascurata perché è qui che si decide se tagliare o procedere con il piano di lavoro. Se fatta male si potrebbe commettere l'errore di chiudere un'idea innovativa ma mal presentata o percepita in maniera scorretta dagli amministratori. Allo stesso modo una fase di definizione fatta superficialmente può causare sorprese nel procedere del progetto. Da tener conto che anche questa fase richiede del tempo e quindi ha un costo, si deve, come spesso accade, trovare un compromesso tra accuratezza e costo.

La programmazione che viene fatta è comunque basilare, il dettaglio verrà sistemato più avanti nelle fasi successive dove si entrerà nei minimi particolari per permettere poi un controllo ben preciso. L'obbiettivo finale deve essere chiarificato nel miglior modo possibile in modo che chi di dovere prepari un proposta di progetto dettagliata e chiara con una programmazione che permetta di identificare se l'obbiettivo può essere raggiunto. Il progetto viene preso in considerazione solamente se tempi e costi sono ben chiari altrimenti rischia di risultare inaffidabile. In questa riunione di kick-off lo scopo è scoprire se l'obbiettivo è ben chiaro altrimenti è più che plausibile una nuovo scambio di vedute su tutto.

Vediamo ora in dettaglio le parti che formano la fase di definizione: inizialmente si **enuncia** il progetto in cui si rendono comuni i tempi e i costi del progetto, ricavati proprio dall'analisi iniziale, e anche i risultati che si prevedono di raggiungere. Si deve arrivare alla produzione di un documento nel quale siano presenti tutte le voci viste precedentemente: tempo, costi e risultati. In questa fase ci si accorda sullo scopo del progetto, può aiutare l'ideazione di una breve frase che raccolga queste tre voci, un esempio potrebbe essere: realizzare un nuovo interruttore di corrente con un costo massimo di tot euro entro il giorno x di febbraio. Questa frase deve essere chiara, definita e precisa ed essere usata da tutti per tenere ben in mente il traguardo da raggiungere. Poi diventa fondamentale stabilire con estrema precisione gli **obbiettivi**, descrivendo bene ogni parte del oggetto che verrà progettato per rendere il più chiaro possibile il prodotto e semplificare le fasi successive del progetto. Inizialmente l'obbiettivo risulterà essere soltanto

l'oggetto richiesto dal cliente, col procedere delle fasi si potrà avere una visione più specifica.

Per tutti gli obiettivi si deve partire a stimare le norme a cui devono rispondere, se il prodotto è evidentemente realizzabile e se è corrispondente alla strategia aziendali. L'obiettivo e tutte le sue specificità devono essere divulgate a tutto il personale e alle strutture coinvolte.

Il punto successivo è la definizione della **WBS**, Work Breakdown Structure, un grafico che fa vedere come tutte le attività sono collegate e in che relazione con le varie sottoattività. In questo modo si è in grado di definire il flusso del lavoro e si suddividono le microattività che andranno a creare il progetto, inoltre si scompone il lavoro in livelli che hanno un dettaglio maggiore. Il risultato è una serie di progetti singoli specializzati con un specifico fine ma coordinati a raggiungere i risultati determinati. Tutto questo è fatto per non avere la possibilità che qualcosa sfugga dalle mani del responsabile del progetto. La versione grafica di questo strumento permette di avere immediatamente e facilmente la situazione completa. Più si chiede un controllo preciso alle attività più si avranno microattività elementari, fino anche ad avere sul tavolo attività banali ma che risultano fondamentali per la realizzazione del progetto. Una volta individuate tutte le attività, il responsabile può passare ad assegnare a queste le risorse umane e non come possono essere macchine e spazi, che verranno in qualche caso anche condivisi ragionando in ottica di diminuzione dei costi. Lo scopo è assegnare chiaramente le responsabilità, indicando per ogni livello del WBS le figure chiamate a svolgere le attività e di cui sono quindi direttamente responsabili.

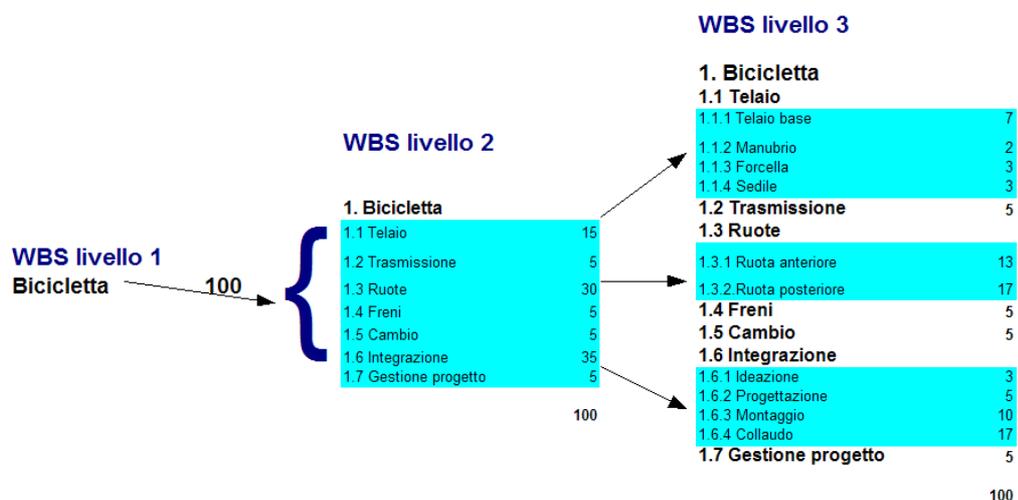


Grafico 2: WBS di un progetto. (<http://it.wikipedia.org>)

Tutto questo si fa fino ai work packages, ovvero i pacchi di lavoro che sono le parti più piccole della WBS. Essa viene usata per rappresentare il progetto in maniera chiara e dettagliata, organizzando "ad albero" le varie fasi, fino ad ottenere unità non più suddivisibili, dette pacchetti di lavoro.

Con lo stesso metodo della struttura ad albero si può rappresentare anche la suddivisione delle risorse da assegnare al progetto. Questa struttura prende il nome di RBS (resource breakdown structure). Nel disegnarla occorre sempre tenere conto dei vari profili professionali, in maniera di non assegnare alle risorse compiti che non spettano a loro.

Si considera quindi qualsiasi frammento, anche il più piccolo, identificando la risorsa necessaria. Si potranno quindi già considerare preliminarmente la necessità di ulteriori risorse o di specifiche conoscenze non presenti in azienda e quindi procedere di conseguenza. Si deve creare una squadra che permetta il compimento del progetto.

In questo modo è possibile definire il budget del progetto distribuendo le risorse finanziarie ai vari work package. Per capire come il progetto verrà finanziato si dovranno:

- Identificare le sorgenti e la ripartizione delle risorse finanziarie
- Definire il budget per ciascun major deliverable, poi distribuire le risorse ai sub-deliverable e ai work package
- Distribuire i fondi
- Creare commesse interne/codici
- Gestire le fonti di finanziamento

Esistono diversi metodi per stimare i costi e i tempi:

- **Parametrico** : Si usano relazioni statistiche tra dati storici e una variabile
- **Per analogia** : Si comparano WP o Progetti simili
- **Dettagliato** : Si sintetizzano i requisiti delle risorse per ciascun WP

Importantissimo ai fini della stesura iniziale del progetto è il Payback Period ossia il periodo di tempo necessario per recuperare l'investimento iniziale.

Parametro utile per valutare la profittabilità del progetto. Altro parametro economico importante è il ROI Return on Original Investment, indice che definisce il ritorno annuo di ciascun progetto. Permette di identificare il progetto che dà il miglior vantaggio economico. Si calcola dividendo l'utile medio per l'investimento. Il Net Present Value permette di calcolare il valore attuale del progetto, con il minimo ritorno accettabile utile in per decidere se investire o meno.

La fase di definizione può considerarsi conclusa, da ricordare l'importanza di questa fase in quanto vengono gettate le basi per la riuscita del progetto.

### **3.5.2 Fase di programmazione**

A questo punto può dire che l'obiettivo è stato ben esplorato e definito insieme ai tempi e ai costi. Inoltre si è arrivati ad assegnare le risorse ad ogni attività a loro volta scomposte e dettagliate. Inizia la fase di programmazione che richiede uno sforzo maggiore del precedente ma che altresì risulta fondamentale. Il project manager programma in maniera dettagliata le attività definendo dei tempi e delle responsabilità precise. Tramite riunioni con personale qualificato si ottengono i tempi e i metodi che andrà ad utilizzare per la programmazione delle attività. L'appoggio avviene da parte di figure professionali che hanno le conoscenze e possiedono la tecnica per quella particolare attività e quindi risultano fondamentali per determinare le risorse necessarie. Si pianificherà quindi tutto ciò che riguarda i tempi, le risorse e i costi.

Nell'**assegnazione delle responsabilità** il project manager traccia una MCR, matrice compiti-responsabilità, dove si vanno a diagrammare e elencare i compiti e le funzioni sull'asse verticale mentre su quello orizzontale vengono scritte le risorse. Si utilizza per analizzare e descrivere l'organizzazione ma principalmente per collegare la responsabilità all'attività. Si potrà avere sott'occhio nel diagramma le attività che non hanno un responsabile e insieme si mostra a tutte le risorse le varie responsabilità, questo perché ogni attività ha bisogno di un responsabile, il quale deve avere alcune qualità e sarà compito del project manager di accorgersene. Allo stesso tempo ci permette di verificare se la risorsa è impegnata o meno. A questa fase solitamente è preferibile far partecipare tutto il team di lavoro in modo da renderli attivi sulla

determinazione del proprio ruolo e delle relazioni che verranno a crearsi. Così facendo si potranno immediatamente chiarire i dubbi, spianare le divergenze e aumentare la comunicazione, migliorando sostanzialmente il clima all'interno del team. Compito ancora una volta del project manager motivare il personale e mantenere il morale alto.

Coinvolgendo sempre i responsabili di tutte le attività tramite riunioni di progetto, si deve cercare di mettere in **sequenza** i work package. Tramite la WBS che evidenzia cosa fare e la MCR che invece indica chi deve compiere la mansione, con queste riunioni si arriva ad individuare quando l'attività deve essere svolta. Esaminando tutte le attività della WBS, si deve stimare il tempo che occorre per portare a termine il compito assegnato. Utilizzando un diagramma reticolare si dispongono in sequenza logica e schematica le attività della WBS, in modo da rendere chiaro il flusso di lavoro del progetto.

Contemporaneamente questo strumento permette di determinare la precedenza per ogni work package evidenziando insieme anche la durata. Per fare questo sono fondamentali riunioni che comprendano la presenza di persone esperte e addette al lavoro con le quali si ragiona profondamente sull'attività e quindi sul da farsi, utilizzando l'esperienza delle persone e lo storico del processo si riesce a creare una lista delle relazioni di precedenza ed inoltre a conoscere e approfondire la singola attività e far emergere i problemi. Per risolvere le relazioni utile è il *Network Diagram*, un grafico reticolare che mostra le relazioni di precedenza e le aree critiche nel progetto e permette di calcolare la durata complessiva del lavoro. In questo diagramma si individua il percorso critico che è il percorso attraverso il reticolo che individua il tempo minimo necessario per completare il progetto. Ossia il percorso più lungo tra tutti i percorsi che individua così la durata totale del piano di lavoro.

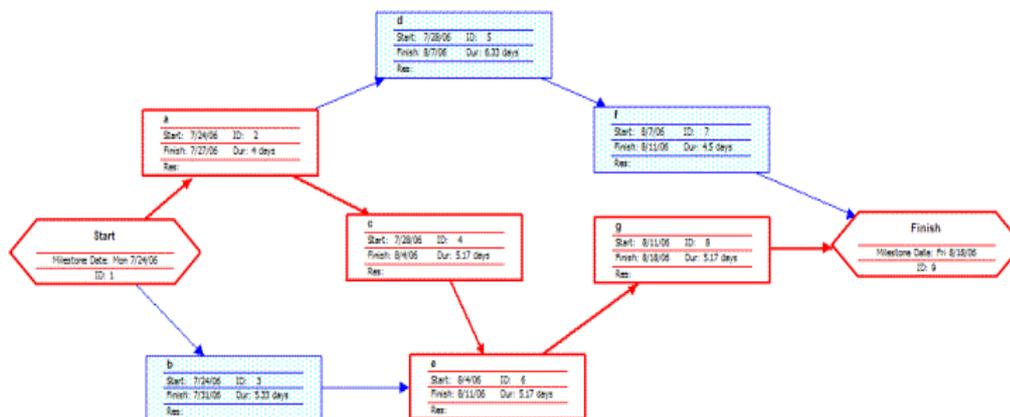


Grafico 3: Network Diagram (<http://en.wikipedia.org>)

Esiste una logica per mettere in sequenza le attività che aiuta a programmare in modo appropriato.

- **Logica obbligata o hard**  
Attività che per propria natura, devono, essere svolte in un certo ordine
- **Logica discrezionale, preferibile o soft**  
Attività che, in base alle conoscenze o esperienza, è meglio completare secondo un certo ordine
- **Logica esterna**  
Attività che, per relazione/interdipendenza con attività esterne al progetto, devono essere svolte con una certa sequenza

I work package inoltre possono essere classificati secondo quattro diverse relazioni di precedenza:

*Finish-to-start (FS)*

Un'attività deve finire prima che la seconda possa iniziare

*Finish-to-finish (FF)*

Un'attività deve finire prima che un'altra possa finire

*Start-to-finish (SF)*

Un'attività deve iniziare prima che un'altra possa finire

*Start-to-start (SS)*

Un'attività deve iniziare prima che la seconda possa iniziare

Ogni work package è caratterizzato da una durata che può essere:

- **Fissa** se pur variando le risorse o le attività la durata non cambia.
- **Variabile** se variando le risorse la durata cambia.

Un altro strumento utile è il PERT grazie al quale si ottiene un diagramma che evidenzia le precedenze per ogni attività. PERT sta per Project Evaluation e Review Technique utilizzato proprio come tecnica per la programmazione reticolare rende possibile l'individuazione della linea critica, linea che se percorsa permette la realizzazione del processo.

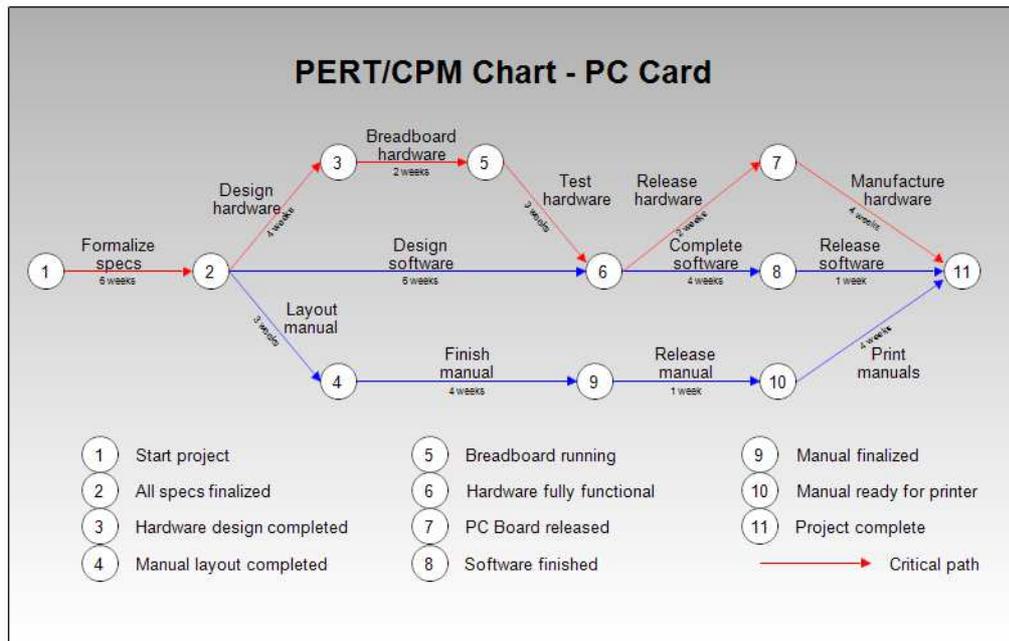


Grafico 4: PERT (<http://www.rff.com>)

Cambiando quindi la durata delle attività sulla linea critica, andrà a cambiare il tempo totale per portare a termine il progetto. Diversamente se attività che non stanno lungo questa linea cambiano di durata non andranno ad influenzare il tempo totale perché possono essere svolte contemporaneamente con altre attività e quindi non influiscono sui tempi permettendo un notevole risparmio.

Questo torna a ricordare l'importanza della determinazione delle attività e della assegnazione delle risorse per quanto riguarda il tempo, quindi costo, del progetto. Viene chiamata linea critica proprio perché da il tempo al progetto in quanto fino al momento in cui un'attività che si trova su questa linea non è completata non permette l'avanzamento alla fase successiva, è un passaggio obbligato e condizionante. È sostanzialmente una tecnica utilizzata per stimare la durata del progetto statisticamente più probabile. Si stima per ogni work package la durata più ottimistica, più probabile e più pessimistica, si fa una media pesata e si trova il percorso critico. Maggior peso viene dato alla durata più probabile. Questa parte della seconda fase risulta essere fondamentale per permettere al project manager di avere informazione sulle interconnessioni e la sequenze tra le attività, evidenziando e avendo sott'occhio i vincoli imposti e le restrizioni.

Con tutti i dati e le informazioni raccolte è ora possibile organizzare sia le attività che le risorse, quindi collegare le attività alle risorse attribuendo i tempi di realizzazione.

Graficamente, utilizzando un nuovo strumento, vengono riportate le attività e le risorse andando a schematizzare i tempi, completando e perfezionando tutti i dati raccolti fino a questo momento. Lo strumento è il diagramma di Gantt che mette in evidenza tutte le attività, le risorse assegnate e le tempistiche. Si indicheranno in colonna le componenti elementari della WBS e sull'asse del tempo si tracciano le tempistiche per ogni work package rispettando le precedenti relazioni di precedenza che sono state individuate.

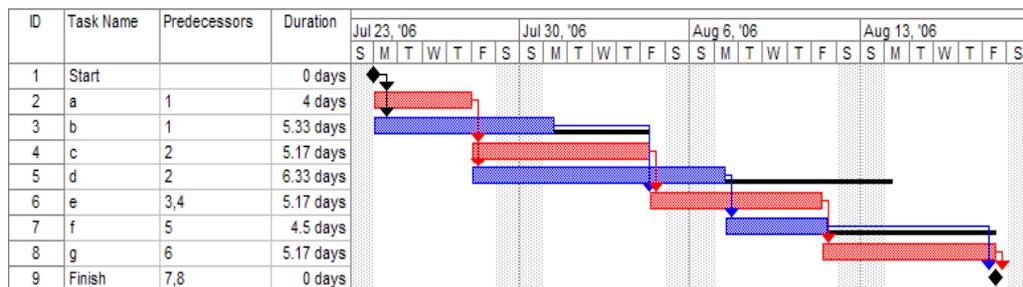


Grafico 5: diagramma di Gantt (<http://en.wikipedia.org>)

Su di una scala del tempo quindi vengo riportate le attività e avremo quindi un quadro complessivo delle attività legate al tempo che aiuterà a rendere più chiaro come il progetto si evolve nel tempo e più facile la verifica della puntualità dei lavori. Le attività vengono rappresentate graficamente da una barra che è tanto più lunga quanto maggiore è il tempo dedicato al suo compimento. Quindi riconosciute le attività si determinano dei tempi e le due estremità della barra aiutano a identificare immediatamente la durata. Il grafico dovrebbe essere rappresentato in un'unica pagina in modo da essere di immediata visione; qui possono essere anche rappresentate le risorse responsabili dell'attività seguite dalla percentuale di impiego.

È una sorta di riassunto delle tempistiche e dello svolgimento del processo, utilissimo per il project manager e la direzione per tener sott'occhio il procedere del progetto dando un quadro immediato e dettagliato dei tempi e delle risorse. Un supporto può venire da un gestore di risorse che aiuta il project manager a verificare la disponibilità delle persone assegnando anche locali, attrezzi e macchine. Grazie a questo grafico e all'uso di software dedicato pianifichiamo le risorse confermando la loro presenza quando necessarie. Si potrà così individuare se ci sono delle incongruenze con le disponibilità ed eventualmente modificare le tempistiche.

Ulteriore passo è la compressione del piano, per ridurre la durata del progetto e conseguire i risultati più in fretta avendo con questo strumento una visione più chiara dell'intero progetto. Si cercherà di accorciare il percorso critico ad esempio aggiungendo risorse o svolgendo parallelamente due o più work package. Si deve fare però attenzione a non creare un nuovo percorso critico più lungo. Allo stesso tempo si deve determinare il carico delle risorse, valutando, rispetto alla pianificazione, il modo in cui esse saranno allocate al progetto per vedere quanto tempo le risorse possono effettivamente lavorare al progetto annotando se la risorsa necessaria è per un'attività fortemente specializzata. Potremmo così livellare le risorse evitando di sovra-allocare o sotto-allocare gli operatori.

Infine si passa ad una revisione della pianificazione valutandola criticamente, ci si chiederà se le date riflettono accuratamente le precedenze e come i vincoli sulla disponibilità delle risorse influenzano la pianificazione.

Arrivati a questa fase il project manager, ma anche tutto il team, devono compiere un altro sforzo per **proteggere il piano**, ossia focalizzarsi sulle aree considerate più critiche, analizzando tutti insieme le potenziali incognite e accettando la possibilità di effettuare delle modifiche tramite azioni mirate. Viene isolata l'area più pericolosa, scremando i problemi più importanti e lavorando insieme alla loro risoluzione. Comunemente si pensa ad preventive per evitare che i problemi sorgano ma anche ad azioni di soccorso in maniera di limitare i danni se l'inconveniente dovesse accadere. In ultima battuta per questa fase di progettazione il project manager chiede al team e si chiede se il progetto può essere risolto in maniera più efficace o in minor tempo, oppure se sono state trascurate delle possibili soluzioni che offrirebbero vantaggi maggiori. Se viene verificata la disponibilità di nuove vie nulla vieta che il progetto possa essere modificato o possa partire un nuovo progetto. Questa fase può essere pensata troppo in ritardo per applicare modifiche così sostanziali al progetto ma ciò non tiene conto che solo ora tutto il lavoro è così chiaro e puntuale e questo può aiutare il miglioramento globale.

### 3.5.3 Fase di attuazione

Dopo queste due fasi a tavolino si inizia la *fase di attuazione* dove si costruisce il valore del progetto. Questa è considerata la fase dove è richiesta la maggior parte dello sforzo e dove il team deve dimostrare le sue capacità di lavorare in sintonia nonostante i possibili problemi che potrebbero sorgere. In questa fase non si fa altro che mettere in opera tutte le azioni pensate fino a qui, si realizzano quindi tutte le attività per arrivare al traguardo finale. La fase di attuazione ha inizio con l'esecuzione del progetto, in questo momento tutte le risorse vengono avvisate della partenza dei lavori. Mentre il lavoro prosegue si fanno periodicamente delle riunioni in cui si fa il punto della situazione e si ribadisce l'obiettivo da raggiungere in modo che sia sempre chiaro. Vengono anche ricordate le responsabilità, le regole del lavoro di gruppo e i risultati/tempi attesi. Anche in queste riunioni sarà possibile anche la modificazione del piano del progetto, importante sarà anche la cura delle comunicazioni tra i vari attori del progetto e lo scambio di informazioni tra essi. Il lavoro di gruppo in questa fase è fondamentale, richiede autonomia ma al contempo la capacità di relazionarsi e di comunicare.

Un buon project manager non può limitarsi a programmare le risorse, le attività e i tempi ma deve anche continuamente monitorare il progetto verificando che tutte le operazioni siano svolte nel rispetto delle previsioni iniziali. Importante è tenere sotto controllo il progetto, come avevamo già visto, ed il diagramma di Gantt aiuta moltissimo in queste analisi, alcuni software segnalano in diversi modi se le tempistiche di avanzamento corrispondono alla pianificazione. Il controllo deve essere però già pensato e pianificato durante la seconda fase in modo da non avere ritardi dovuti a tempi di controllo o di risoluzione. Questa fase consiste in una serie di controlli e valutazioni durante il progredire del processo dove il project manager deve essere capace di fare le adeguate correzioni o eliminare possibili spostamenti dalla strada tracciata inizialmente. Ha il compito, insieme al team, di raccogliere i dati e valutare il corretto andamento di tutte le attività della WBS, intervenendo se sono necessarie delle modifiche. Questa attività di monitoraggio deve essere periodica e seguire l'intero progetto in maniera da intervenire immediatamente in caso di imprevisti. Lo standard delle prestazioni è il dato, comunemente deciso, a cui ogni persona deve fare in modo che la sua attività raggiunga ed è il dato di riferimento che il project manager deve tener conto per le sue operazioni di monitoraggio. Il controllo viene fatto attraverso tecniche sia quantitative che

qualitative di misura delle attività tenendo conto nelle sue analisi dei feedback ricevuti dai lavoratori.

Altro strumento per il confronto del progetto pianificato con quello completato è l'indice EVA, Earned Value Analysis. Confronta il lavoro pianificato con il lavoro completato e determina le performance del progetto. Saranno necessari 3 set di dati:

- *Planned Value (PV)*: i costi messi a budget delle attività previste entro un certo periodo (BCWS)
- *Earned Value (EV)*: i costi messi a budget per le attività effettivamente completate entro quel periodo (BCWP)
- *Actual Cost (AC)*: il costo delle attività effettivamente completate entro quel periodo (ACWP)

Invece per confrontare i costi reali fino ad un certo momento con i costi previsti, si utilizza il *Cost performance*. Si calcola lo scostamento sui costi ossia la differenza tra costi messi a budget per il lavoro finora svolto e i costi sostenuti. Il risultato dovrebbe essere superiore a zero.

Con la *schedule performance* si confronta i lavori da realizzare entro un certo momento con il lavoro effettivamente svolto. Attraverso la misura dello scostamento dallo schedule si riesce a calcolare la differenza tra il lavoro svolto entro una certa data e il lavoro previsto. Anche qui l'indice dovrebbe essere maggiore di zero.

I dati raccolti e correttamente elaborati vanno confrontati con le ipotesi iniziali, andando a evidenziare gli eventuali ritardi e problemi come ad esempio raggiungimento non completato di obiettivi intermedi o produttività bassa ponendo sempre come obiettivo la risoluzione del problema. Per semplificare i controlli si procede solitamente a segmentare il progetto con delle milestones, punti in cui vengono realizzati prodotti intermedi e che sono posizionati in modo puntuale e verificabile nel tempo. Queste pietre miliari aiutano il monitoraggio del project manager permettendo un controllo regolarizzato delle attività e ricordando a tutto il team che il progetto ha raggiunto un punto importante della sua vita. Rispettando questi procedimenti il monitoraggio diventa uno strumento fondamentale per la prevenzione delle criticità, procedura che sarà sicuramente meno costosa del dover risolvere un problema già verificato. Quindi il monitoraggio ha una funzione anche preventiva.

Terminati i controlli il risultato è una serie di documenti che verranno presentati agli eventuali sponsor, stakeholders e project leader lo stato del processo, mantenendo alto l'interesse degli sponsor sul progetto.

Niente esclude che anche ora si possano apportare modifiche al progetto, considerando questo non un elemento negativo ma che anzi porta ulteriore valore al progetto. Molto spesso solo con l'operatività, anche se si deve cercare di ridurle, ci si rende conto che del bisogno di modifiche. Non si deve cercare di limitare forzatamente il numero di interventi di modifica, ma l'importante è gestire in modo efficace le variazioni. Per questo si deve valutare in modo attento la variabile più a rischio di criticità, andando a stimare l'impatto che la modifica potrebbe causare al progetto per quanto riguarda il tempo, il costo e la qualità. Le modifiche devono comunque essere ben programmate e giustificate con attente analisi e riunioni con le persone coinvolte e si andranno ad utilizzare con gli strumenti adoperati nelle due fasi precedenti, apportando infine modifiche alla Work Breakdown Structure e alla MCR. Allo stesso modo il diagramma di Gantt subisce dei slittamenti e delle modifiche nella strutturazione. I cambiamenti, una volta decisi, vengono documentati e comunicati ufficialmente e se causano modifiche sostanziali dei costi/tempi avranno bisogno di autorizzazioni da parte della direzione aziendale. Importante è la comunicazione chiara e precisa al team di lavoro.

Finita la parte operativa del progetto si può cominciare l'ultima parte, ossia la chiusura del progetto, dopo naturalmente il raggiungimento dell'obiettivo. La domanda che il project manager deve porsi è se l'obiettivo è stato raggiunto al 100% e come è stato raggiunto. Infine viene anche controllato la parte finanziaria, verificando il rispetto dei costi ma anche del tempo impiegato. Se non sono stati rispettati a pieno si devono cercare le cause e le ragioni. Infatti i tre dati più importanti per valutare il progetto sono proprio tempi, costi e risultati. Alla fine viene fatta la cosiddetta riunione di buy-off dove si consolida il risultato e viene capitalizzata l'esperienza che la realizzazione del progetto ha portato. Vengono inoltre esaminati ulteriormente i problemi affrontati e i modi in cui sono stati esaminati e risolti, in maniera di permettere in futuro di non commettere gli stessi errori ed eventualmente escogitare una modalità migliore per risolvere i problemi. Le modalità con cui il progetto è stato affrontato e tutte le informazioni di contorno devono diventare fonte di insegnamento per tutto il team di lavoro ma anche per la direzione aziendale.

Questo viene sicuramente aiutato da una divulgazione aziendale corretta supportata da una buona comunicazione.

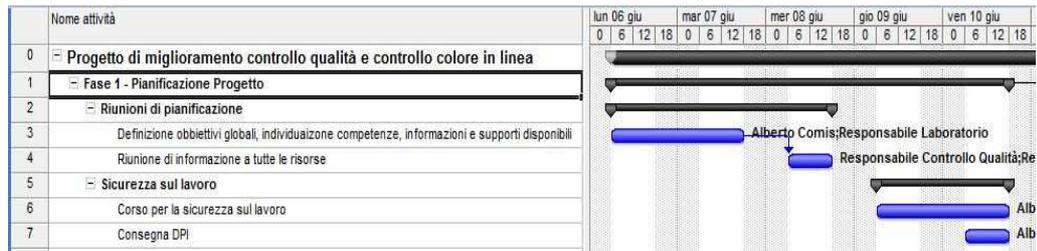
Si è visto come in un progetto inizialmente la lente d'ingrandimento viene posta sulle caratteristiche e proprietà del prodotto per poi essere spostata sui costi e sui tempi pensando a come raggiungere l'obiettivo. Nell'ultima parte l'attenzione è spostata sulla costante verifica del raggiungimento dei traguardi imposti rispettando i costi e i tempi previsti.



## CAPITOLO 4

### Esperienza Lavorativa

#### 4.1 Fase 1: Pianificazione del progetto



L'esperienza lavorativa svolta presso API plastic – Applicazioni Plastiche Industriali – si è basata sulla realizzazione di un progetto di costruzione di specifiche per il controllo in linea, ossia durante la produzione di un lotto di materiale.

Questa esigenza è nata da modifiche importanti a livello aziendale che tra le altre cose ha visto aumentare il numero del personale del laboratorio ma questo non ha portato i vantaggi pianificati che ci si attendeva. Si è deciso quindi di operare in maniera da accrescere il livello generale del reparto laboratorio per quanto riguarda le normali attività che vengono eseguite. Reparto che si occupa della formulazione dei colori, del controllo delle caratteristiche dei compounds ma anche del controllo della qualità e del colore durante la produzione. Con le procedure sviluppate si è cercato di standardizzare le attività, per ridurre i tempi di lavoro, migliorare alcuni processi e aiutare l'operatore nelle attività quotidiane.

Tale reparto di controllo in linea è legato alle dipendenze del laboratorio e non gode di un alto grado di autonomia. Il progetto è stato sviluppato proprio con l'idea di aumentare l'autosufficienza nelle azioni di controllo per, in un futuro prossimo, sganciare il controllo in linea dal laboratorio e collegarlo direttamente alla produzione, creando quindi una sorta di autocontrollo del materiale durante la produzione.

Grazie al riscontro che si avrà dall'utilizzo delle procedure si potrà decidere le tempistiche di azione per effettuare questo cambiamento, ciò non toglie che siano necessarie altre azioni per raggiungere lo scopo.

La prima fase del progetto è stata caratterizzata da una serie di riunioni in cui, con la partecipazione di tutte le figure interessate allo svolgersi del piano di lavoro ovvero i vari responsabili dei reparti qualità e colore, si sono messi in evidenza i motivi e gli obiettivi globali del progetto. La motivazione che ha spinto ad intraprendere la strada di implementare e aggiungere procedure e istruzioni nello svolgimento di tutte le attività di controllo in linea, è nata dall'esigenza del responsabile di laboratorio di standardizzare e rendere più autonomi gli operatori.

Dopo alcuni cambiamenti a livello di organizzazione del laboratorio il reparto di controllo della qualità in linea si è ritrovato ad avere un carico di lavoro minore per singolo operatore, ma questo non ha portato ad una sensibile diminuzione delle tempistiche e nemmeno dei problemi che potevano insorgere per errori umani o con lotti di particolari materiali. Questa situazione ha portato a voler cercare di migliorare il reparto creando una conoscenza più diffusa delle varie attività e una serie di processi standardizzati che minimizzino i margini di errore umano e che soprattutto abbattano i tempi di esecuzione di un determinato processo.

In queste riunioni preliminari si sono espone le problematiche e **l'obiettivo finale** che prevedeva appunto una riduzione dei tempi e un miglioramento della conoscenza globale dei processi. È stato quindi enunciato il progetto delimitandone il campo d'azione in modo da poterlo definire e pianificare. Si è svolta poi una sessione per valutare il background del progetto in cui sono state ascoltate tutte le domande e i dubbi delle figure professionali coinvolte, le problematiche inerenti ad ogni processo e i suggerimenti per le possibili soluzioni. Questi dati sono stati raccolti per essere poi analizzati ed utilizzati per approcciarsi ad ogni singolo problema che verrà affrontato.

Le riunioni sono inoltre servite per portare a galla tutte le situazioni critiche in cui bisognava intervenire e i problemi fino ad allora non affrontati o affrontati con l'approccio sbagliato e che quindi non hanno mai potuto avere una risoluzione definitiva e ottimale. Durante i meeting si è cercato di creare un clima in cui ognuno si sentisse a proprio agio nell'esposizione delle criticità e problematiche a riguardo del processo di lavoro di cui è parte fondamentale. I responsabili dei reparti hanno riportato anche le difficoltà che toccano con mano e vedono nelle attività e nell'operato dei tecnici che devono coordinare. Successivamente sono state identificate le risorse disponibili contattandole per ottenere sufficienti informazioni sulle varie attività. Infine sono stati stabiliti gli obiettivi che il progetto si prefigge di raggiungere quali una maggiore

autonomia degli operatori e un minor tempo di esecuzione delle attività mantenendo sempre alta la qualità.

Per la realizzazione di questo progetto è stata osservata una forma più snella rispetto alla classica forma esposta nel capitolo 3 per la realizzazione di un progetto aziendale.

Raccolti tutti i dati, le osservanze, la disponibilità di risorse e avendo ben chiari gli obiettivi si è passati alla creazione della Work Breakdown Structure, definendo l'organizzazione del lavoro e avendo così una base su cui pianificare e monitorare il progetto. Ci si è chiesti in che modo saranno raggiunti gli obiettivi e come dovrebbe essere organizzato il lavoro per facilitare la pianificazione e il controllo.



Grafico 6: WBS del progetto.

Tramite questa WBS sono state identificate e assegnate le risorse necessarie per la realizzazione di ciascun work package, in modo poi da evitare problemi di reperimento di risorse e per capire come assegnare le responsabilità. Le attività che rientrano nella WBS non sono tutte quelle trattate poi nel progetto, questo perché nella fase successiva di osservazione e lavoro ci si è accorti dell'esigenza di ampliare il ventaglio degli interventi. Avendo ora ben presente le attività, le risorse e le strutture necessarie è stato più facile capire di che conoscenze e quali attrezzature si aveva bisogno e se erano necessarie risorse inusuali per l'azienda.

Si è poi passati alla **fase di programmazione** nella quale la prima cosa fatta è stata quella di assegnare le risorse a ciascun processo in modo da definire chiaramente chi fa che cosa.

Le attività sono state poi messe in sequenza per identificare l'ordine in cui devono essere svolte in modo da pianificare il lavoro più efficacemente. Studiando i processi, tramite l'utilizzo di diagrammi di flusso, si è determinata la precedenza e la durata per ciascun work package.

La somma di questi incontri ha portato alla nascita di un progetto suddiviso in 4 fasi principali:

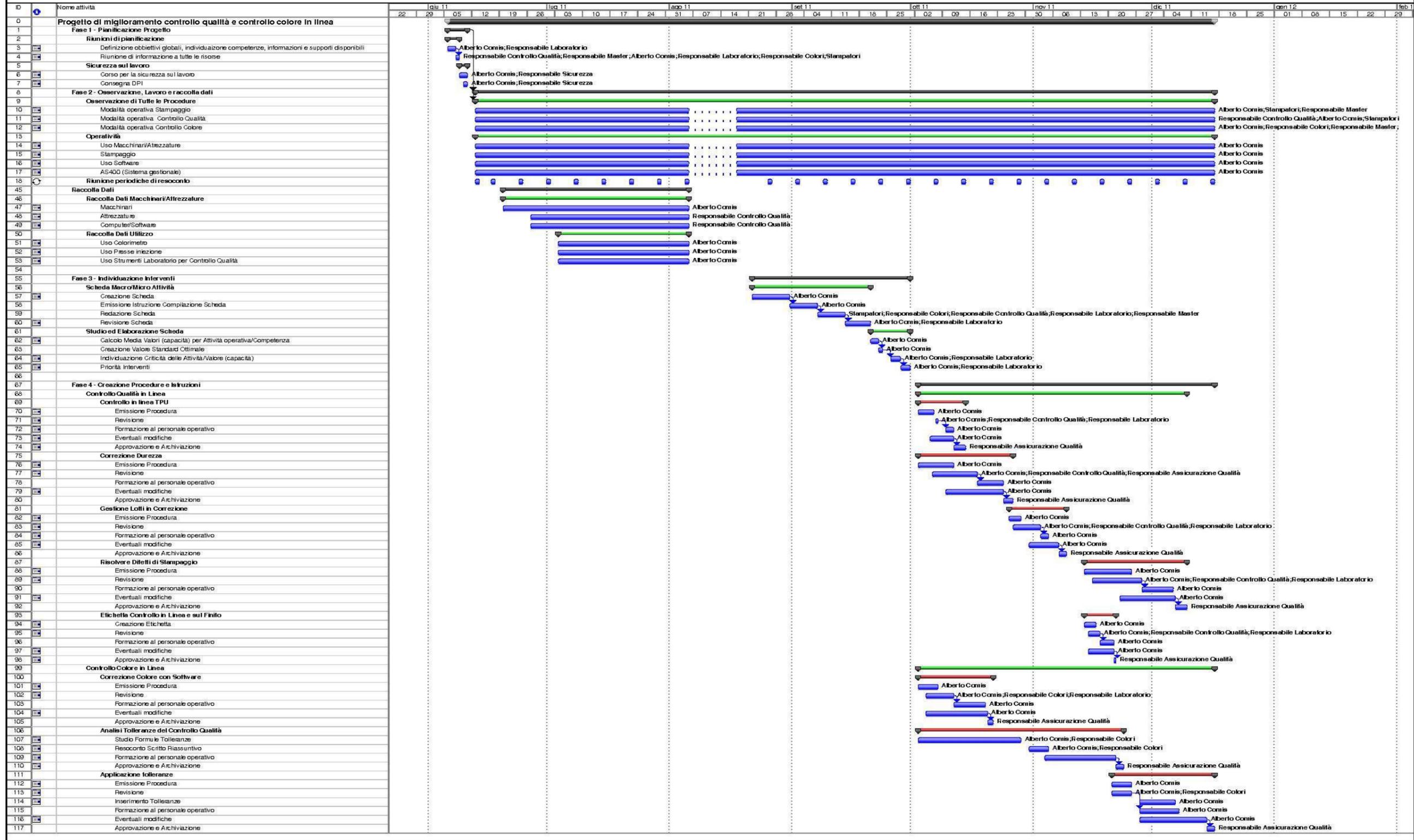
- la prima fase è stata la fase di pianificazione del progetto;
- la seconda fase ha riguardato l'osservazione e l'operatività nei vari processi con una raccolta di dati riguardanti l'uso di macchinari e attrezzature;
- la terza fase ha individuato gli interventi e la loro priorità;
- la quarta ed ultima fase è stata la fase della creazione di procedure e istruzioni.

Il passo successivo è stato la compilazione di un diagramma di Gantt che riporta nel modo più preciso possibile le tempistiche e le modalità di azione, naturalmente considerando un'incertezza nei tempi che comunque si è sempre cercato di rispettare. In questo modo il progetto è stato comunicato facilmente alla dirigenza ed è servito come strumento per il monitoraggio dell'avanzamento di ciascuna attività.

Questo strumento è servito inoltre a pianificare l'utilizzo delle risorse umane, per poter così garantire il loro impegno. La bozza del Gantt è stata vista e discussa con le risorse interessate per capire particolari necessità e le condizioni delle risorse.

Si riporta il grafico di Gantt in formato esteso nella pagina seguente.

### DIAGRAMMA DI GANTT PROGETTO CREAZIONE PROCEDURE CONTROLLO QUALITA' - API PLASTIC



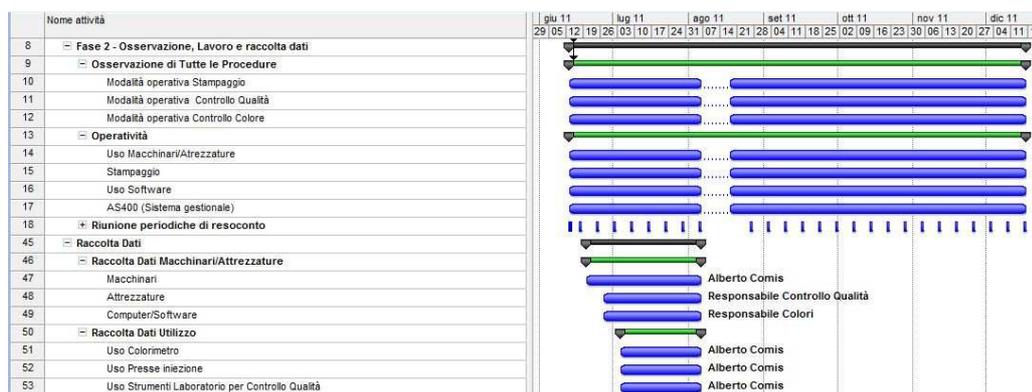
Da sottolineare che il diagramma qui presentato è quello finale compreso delle modifiche fatte durante l'avanzare del progetto. Con il procedere della tesi ritroveremo per ogni fase il grafico di Gantt in specifico.

Come si può vedere sono state riportate le 4 fasi principali del processo che sono state poi suddivise nelle macroattività da svolgere. Le macroattività a loro volta hanno al loro interno delle microattività che le compongono, seguendo la WBS.

La prima fase è stata una fase di pianificazione del progetto in cui c'è stato un confronto tra le varie figure con lo scopo di raggiungere una serie di obiettivi comuni che si è conclusa con la stesura del Gantt.

Prima dell'inizio della fase operativa è stato eseguito un breve corso sulla sicurezza aziendale in modo da rendere sicuro lo svolgersi del lavoro, alla fine del quale sono stati forniti i DPI, dispositivi di protezione individuali, da usare durante l'attività nel reparto di stampaggio ad iniezione e campionatura.

## 4.2 Fase di osservazione, lavoro e raccolta dati



È così potuta iniziare la seconda fase di osservazione e lavoro in cui ci si è affiancati ad ogni responsabile per osservare e poi seguire in prima persona tutte le attività viste nella WBS. Questa fase di osservazione e di operatività è stata fondamentale per capire i processi in prima persona, fare una breve

esperienza e poter in questo modo essere in grado di raccogliere i dati necessari per apportare modifiche al progetto, al processo e alle modalità di lavoro.

Dopo la prima fase di osservazione e affiancamento, si sono svolte attività di:

- formulazione correzione dei colori;
- controllo caratteristiche meccaniche e fisiche dei materiali polimerici;
- stampaggio di campioni;
- preparazione e trafilatura masterbatch;
- uso di software gestionali.

Queste attività hanno permesso di rendersi conto dei problemi discussi inizialmente e valutarne di altri, verificare i punti di forza e debolezza dei processi e relazionarsi direttamente con le persone per capire la loro mentalità lavorativa. Sono state, come detto prima, apportate alcune modifiche al Gantt per inserire la realizzazione di alcune procedure per attività non programmate inizialmente.

Il buon rapporto con il personale è stato di primaria importanza per la positiva riuscita dell'esperienza. Durante questa fase si è cercato di capire fino in fondo il processo ponendo domande direttamente agli interessati e cercando di sviluppare un personale punto di vista che permettesse poi una visualizzazione totale del processo e un successivo miglioramento. Si è cercato di sfruttare l'occhio estraneo che vede un processo nuovo, a differenza di un occhio allenato e abituato a compiere quel processo in un certo determinato modo. L'osservazione e l'operatività sono continuate per tutto il periodo del progetto in moda da poter vedere e seguire in prima persona le modifiche che venivano apportate o notare nuove problematiche.

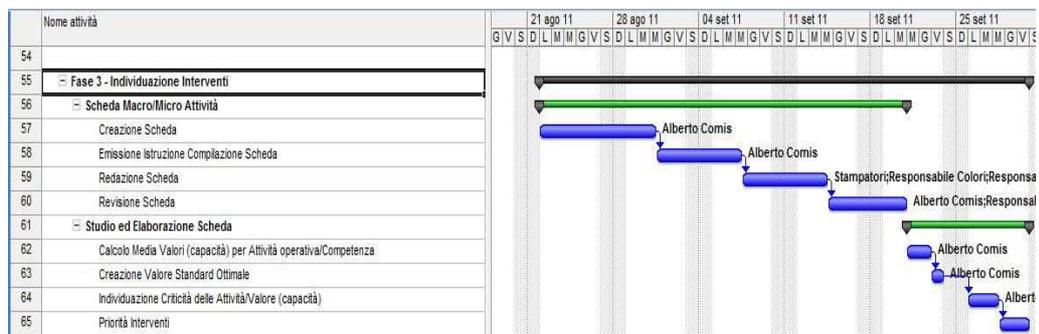
A partire da questa fase sono iniziate anche periodiche riunioni di resoconto che coinvolgevano i responsabili delle varie aree e dove si riportavano i dati fino a quel punto raccolti, quindi problematiche, risultati, modifiche al progetto e osservazioni generali. Queste riunioni sono state protratte fino alla fine del progetto per tenere sempre aggiornate le figure interessate e per poter così sempre migliorare le caratteristiche del progetto.

Proseguita di pari passo con la fase di osservazione e lavoro, si è svolta il periodo di raccolta di dati necessari per la fase di attuazione del progetto. Sono

stati raccolti in documenti, poi presentati ai responsabili, i dati riguardanti l'utilizzo delle varie attrezzature e software e l'autonomia nella realizzazione dei processi. Questi dati hanno permesso di rendersi conto dell'utilizzo di presse, computer ecc e mettere in luce le problematiche di ogni processo. È stata fatta un'attenta osservazione delle metodiche di lavoro e di alcuni limiti che potevano nascere nella realizzazione di un'attività. Specialmente sottolineati sono stati i casi limite dei processi, come ad esempio, per quanto riguarda la parte di controllo in linea del colore, la correzione effettuata dodici volte su di uno stesso colore senza raggiungere un risultato accettabile. Questo quindi è stato uno degli aspetti che si è cercato di migliorare avendo visto le problematiche che potevano esserci sotto.

Questa raccolta di dati e informazioni è proprio servita per concentrare le forze sulle attività più critiche, infatti una volta terminata si è passati alla fase 3 di individuazione degli interventi con la quale si è scelto l'ordine delle operazioni da svolgere. La scelta di decidere in base alla gravità e importanza della situazione è stata decisa a progetto iniziato e quindi è andata a modificare la struttura del diagramma di Gantt.

### 4.3 Fase 3: individuazione degli interventi



Dopo una lunga ma necessaria fase di osservazione, lavoro e raccolta dati sulle attività di controllo in linea della qualità e del colore, si è passati alla terza fase che consisteva nell'individuazione degli interventi da realizzare in base alla loro criticità.

Per fare ciò, utilizzando tutte le informazioni raccolte, è stata pensata la creazione di una scheda che contenesse tutte le microattività che si svolgono durante i vari processi ossia:

- Controllo qualità
- Controllo colore
- Stampaggio/estrusione provini

Queste attività di base sono state divise in microattività in modo da avere poi una visione più puntuale delle azioni da svolgere.

Qui di seguito viene riportata la scheda che è risultata da questa prima parte del lavoro.

<b>Controllo qualità</b>	<b>Stampaggio/Estrusione provini</b>
Acquisizione dati da file xls	NB 40/1 tpe
Acquisizione dati da as400	NB 40/2 tpe
Aspetto visivo	NB 45 master
Durezza	NB 60 tpu
MFI	Main Group estrusore
Correzioni (olio, ecc...)	Main Group AZ
Misurazione	Tecnomatic estrusore
	Trafila 1 rossa
<b>Controllo colore</b>	Trafila 2 verde
Acquisizione dati da file xls	Calandra
Acquisizione dati da as400	Conoscenza parametri di stampaggio
Uso del colorimetro (lettura)	Pulizia macchinario
Uso colorimetro per correzione	Piccole riparazioni meccaniche/attrezzaggio presse
Correzione	
Formulazione	
Pesatura	

Tabella 1: suddivisione macroattività.

Come possiamo vedere oltre alle attività di controllo è stato pensato di inserire i dati di utilizzo e autonomia per ogni macchina di stampaggio, valutando anche le conoscenze su queste macchine e attività di contorno come la pulizia dei macchinari e le piccole riparazioni o l'attrezzaggio su di esse.

Sulla base di queste voci sono stati indicati per ogni operatore il grado di autonomia che aveva rispetto a quella precisa microattività. Il numero che possiamo vedere nella tabella successiva sta proprio ad indicare se il processo è più o meno conosciuto e include il livello di autonomia della persona sull'attività. Uno sta a significare che l'attività non è conosciuta mentre quattro indica la massima indipendenza su quella microattività

<b>Controllo qualità</b>	A	B	C	D	E	F
Acquisizione dati da file xls	2	4	3,5	2,5	3,5	2,5\
Acquisizione dati da as400	2	3,5	3	1	3	2
Aspetto visivo	2	3	3,5	2,5	2,5	3,5
Durezza	4	4	4	4	4	4
MFI	3	4	4	3	3	3
CORREZIONI (olio, ecc...)	4	2	3,5	2,5	3	2,5
Misurazione	4	4	4	4	4	4
<b>Controllo colore</b>	A	B	C	D	E	F
Acquisizione dati da file xls	4	4	3,5	3	3,5	2,5
Acquisizione dati da as400	4	4	3,5	3	3	2,5
Uso del colorimetro (lettura)	4	4	4	4	4	4
Uso colorimetro per correzione	3	3,5	1	1	2	1
Correzione	4	4	3,5	3	3	2
Formulazione	4	4	1	1	1	1
Pesatura	4	4	4	4	4	4
<b>Stampaggio/Estrusione provini</b>	A	B	C	D	E	F
NB 40/1 TPE	4	4	4	2,5	2,5	3,5
NB 40/2 TPE	4	4	4	2,5	2,5	3,5
NB 45 master	2	4	4	1	3	3
NB 60 TPU	3	4	4	2,5	2,5	3,5
Main Group estrusore	1	4	4	1	1	1
Main Group AZ	3	x	4	4	3	4
Tecnomatic estrusore	1	x	1	1	1	4
Trafila 1 rossa	x	4	3	1	1	3
Trafila 2 verde	x	4	3	1	1	3
Calandra	4	4	4	4	3	3
Conoscenza parametri di stampaggio	3	4	3	3	3	3
Pulizia macchinario	2,5	4	4	4	4	4
Piccole riparazioni meccaniche/attrezzaggio presse	2,5	4	3,5	2	3	3

Tabella 2: scheda autonomia per microattività.

La misurazione è stata completata anche per quelle attività che non sono espressamente richieste all'operatore per poter rendersi conto come il laboratorio possa sentirsi al riparo nel caso di mancanza di personale o di aumento della quantità di lavoro.

Per questo motivo nella realizzazione della media delle capacità per singola attività si è voluto dare comunque un valore alla persona pur non essendo normalmente coinvolta nell'attività.

A questo punto si è passati al calcolo della media per ogni attività, questo ha permesso poi di calcolare il valore medio totale di tutte le attività.

Controllo qualità		Stampaggio/Estrusione provini	
Acquisizione dati da file xls	3	NB 40/1 TPE	3,42
Acquisizione dati da as400	2,42	NB 40/2 TPE	3,42
Aspetto visivo	2,83	NB 45 master	2,83
Durezza	4	NB 60 TPU	3,25
MFI	3,33	Main Group estrusore	2
CORREZIONI (olio, ecc...)	2,92	Main Group AZ	3,6
Misurazione	4	Tecnomatic estrusore	1,6
		Trafila 1 rossa	2,4
		Trafila 2 verde	2,4
<b>Controllo colore</b>			
Acquisizione dati da file xls	3,42	Calandra	3,67
Acquisizione dati da as400	3,33	Conoscenza parametri di stampaggio	3,17
Uso del colorimetro (lettura)	4	Pulizia macchinario	3,75
Uso colorimetro per correzione	1,92	Piccole riparazioni meccaniche/attrezzaggio presse	3
Correzione	3,25		
Formulazione	2		
Pesatura	4		

Tabella 3: media per ogni attività.

Il valore medio totale di tutte le attività è risultato essere 3,07 e in base a questo valore si è visualizzato quali sono le attività che stanno sotto questa media e che quindi devono essere studiate e migliorate. Vediamo graficamente la situazione che si è presentata nella pagina seguente.

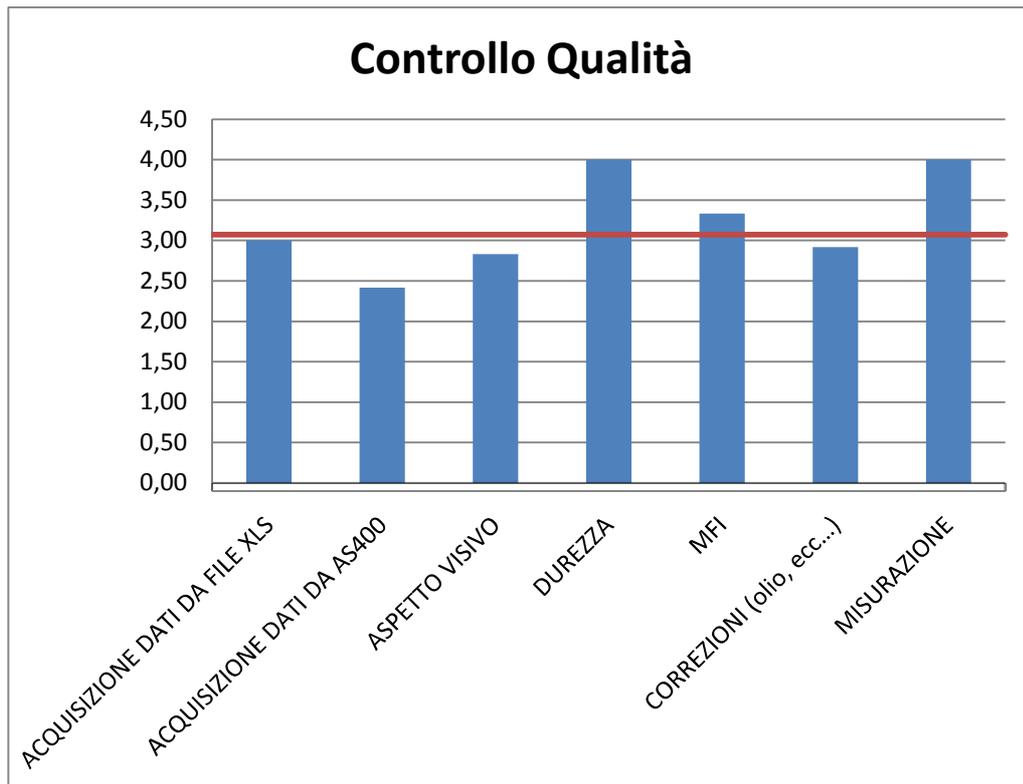


Grafico 7: media vs controllo qualità.

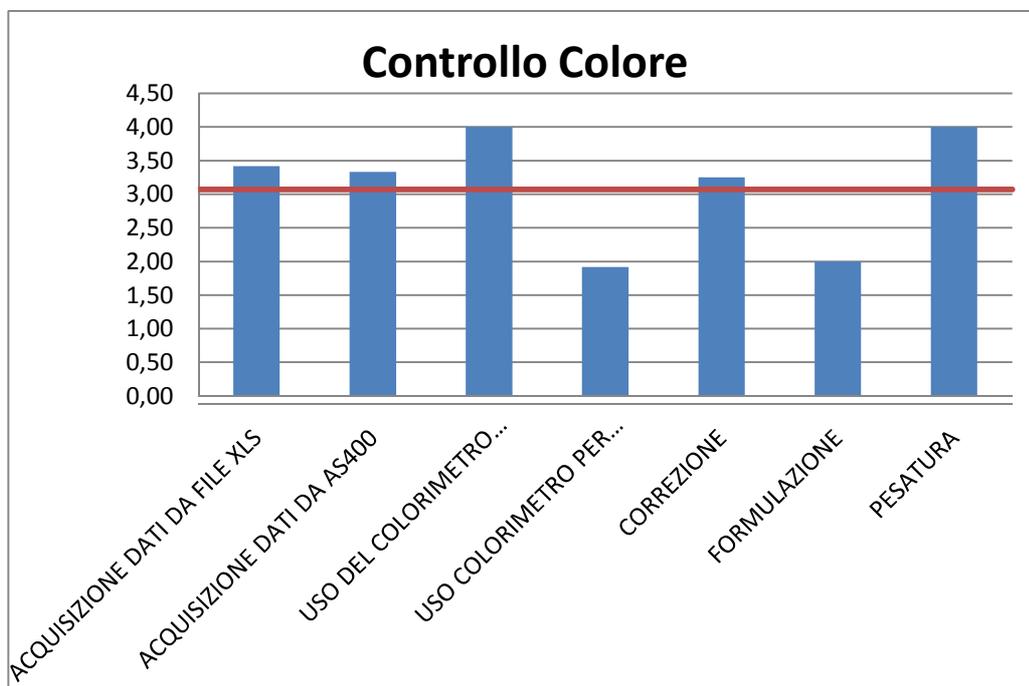


Grafico 8: media vs controllo colore

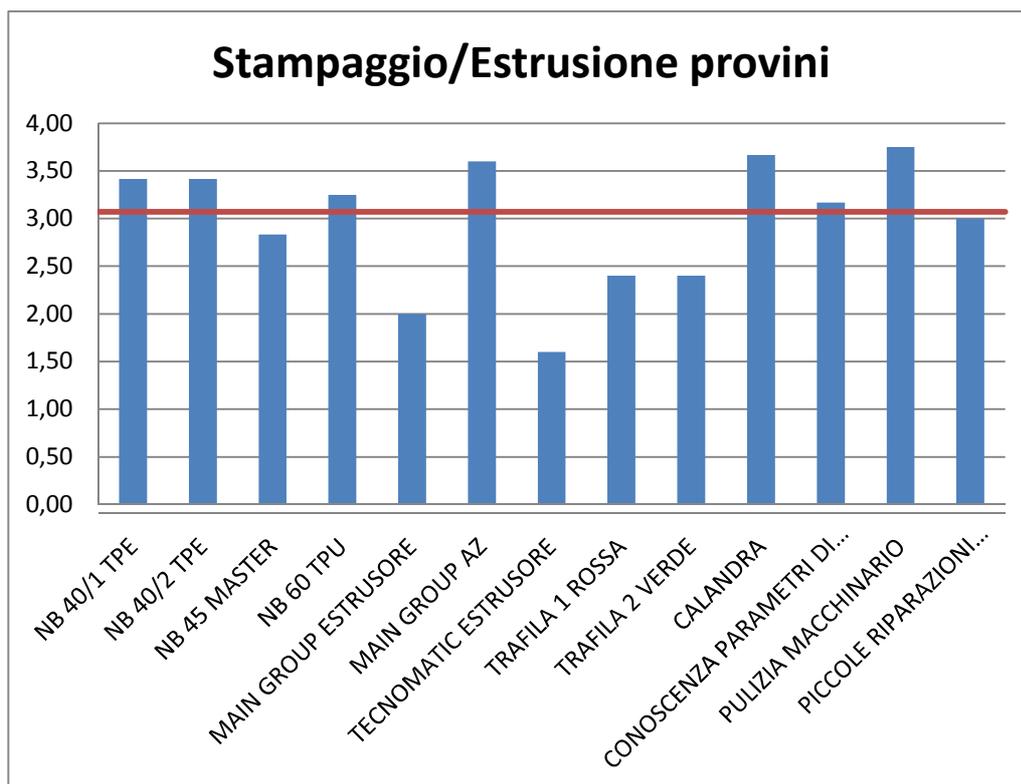


Grafico 9: media vs stampaggio/estrusione provini.

Quindi il valore 3,07 è stato preso come punto di riferimento, sotto quel valore le attività devono essere migliorate fino a raggiungere almeno il valore medio. A questo punto l'operazione successiva è stata, tramite un'incontro con il responsabile di laboratorio, individuare le criticità delle attività ossia quelle attività che secondo l'azienda sono considerate più importanti.

Intrecciando questi dati con i risultati osservati nel calcolo della media totale per singola attività si è potuti arrivare a stilare una classifica di priorità di intervento, ossia quali sono le attività che prima di tutte richiedono un'azione migliorativa. Si è individuato come prioritario il miglioramento delle attività di controllo visivo e correzione durante il controllo di qualità. Mentre per quanto riguarda il controllo colore fondamentale è migliorare l'attività di correzione dei colori tramite l'utilizzo del software colorimetrico. Per queste attività è stata pensata quindi una serie di azioni quali la creazione di procedure, istruzioni e specifiche e la realizzazione di giornate formative. Si è proceduto poi alla modifica delle tempistiche nel diagramma di Gantt.

Al contempo della stesura della scheda è stato richiesto agli stessi operatori di compilare la scheda in base alla misura delle loro capacità. Si è cercato di non usare mai il termine “valutare” che poteva risultare fuorviante e mettere in soggezione la persona che non avrebbe redatto la scheda con i suoi veri valori, sentendosi magari a rischio di rimproveri. Al contrario invece si è cercato di rendere la cosa come un sistema per capire dove il team di lavoro poteva avere lacune. Per questo motivo sono stati coinvolti anche i responsabili dei reparti a cui è stato chiesto di completare la scheda in base alle loro capacità, la cosa ha funzionato visto che gli operatori, grazie anche alla loro professionalità, hanno compilato la scheda in modo serio pensando al bene del gruppo di lavoro.

Per permettere una compilazione serena e allo stesso tempo precisa sono state preparate delle istruzioni che riportavano la spiegazione per le varie voci su cui era richiesta la misura dell'autonomia e le modalità di compilazione. Queste istruzioni sono riportate nella pagina seguente:



## ISTRUZIONI COMPILAZIONE SCHEDA ATTIVITÀ

Indicare con dei numeri che vanno da 1 a 4, il grado di autonomia e la conoscenza per ogni specifica voce. Segnalare con uno seguito da asterisco, 1\*, le mansioni che non si conoscono e che non sono attualmente di propria competenza. Se comunque si conosce e si è in grado di svolgere quel compito indicare con un numero da 2 a 4, seguito sempre da asterisco.

### **Controllo qualità**

ACQUISIZIONE DATI DA FILE XLS e AS400: indicare la capacità di estrapolare i dati necessari sui materiali dai fogli excel o dal sistema AS400.

ASPETTO VISIVO: indicare l'abilità nel valutare l'aspetto visivo di una placchetta. Vedere gli eventuali punti neri, la non dispersione, la fiamma ecc e valutarne la gravità. Individuare tutte le negatività che fanno bocciare un materiale.

DUREZZA: indicare la conoscenza di tutte le procedure per determinare la durezza di un materiale.

MFI: definire la conoscenza di tutte le procedure e i parametri per effettuare un corretto MFI ad un materiale.

CORREZIONI: misurare la capacità nel conoscere le metodiche di correzioni tramite olio, ecc... per un materiale.

MISURAZIONE: determinare la conoscenza delle misurazioni nelle soles Apizero ottenute con la pressa Main Group.

### **Controllo colore**

ACQUISIZIONE DATI DA FILE XLS e AS400: indicare la capacità di estrapolare i dati necessari sui materiali dai fogli excel o dal sistema AS400.

USO DEL COLORIMETRO (LETTURA): indicare la capacità nell'uso del colorimetro in sola lettura e nella conoscenza del software ad esempio nel salvataggio dei dati necessari: standard, storici, ecc... o grafici di valutazione tolleranze CMC,CIE ecc... .

USO DEL COLORIMETRO PER CORREZIONI: determinare la capacità di correggere un colore mediante uso del software colorimetrico.

CORREZIONE: indicare la capacità di correggere un colore in modo autonomo senza l'ausilio di software ma delle sole letture del colorimetro.

FORMULAZIONE: definire la capacità di formulare in modo autonomo un colore.

PESATURA: indicare la correttezza nella pesatura dei colori, dei materiali, dei master ecc...

### **Stampaggio/Estrusione provini**

NB 40/1 TPE, NB 40/2 TPE, NB 45 MASTER, NB 60 TPU, MAIN GROUP ESTRUSORE, MAIN GROUP AZ, TECNOMATIC ESTRUSORE, TRAFILA 1 ROSSA, TRAFILA 2 VERDE, CALANDRA: indicare la conoscenza e la capacità nell'uso di ogni specifico macchinario.

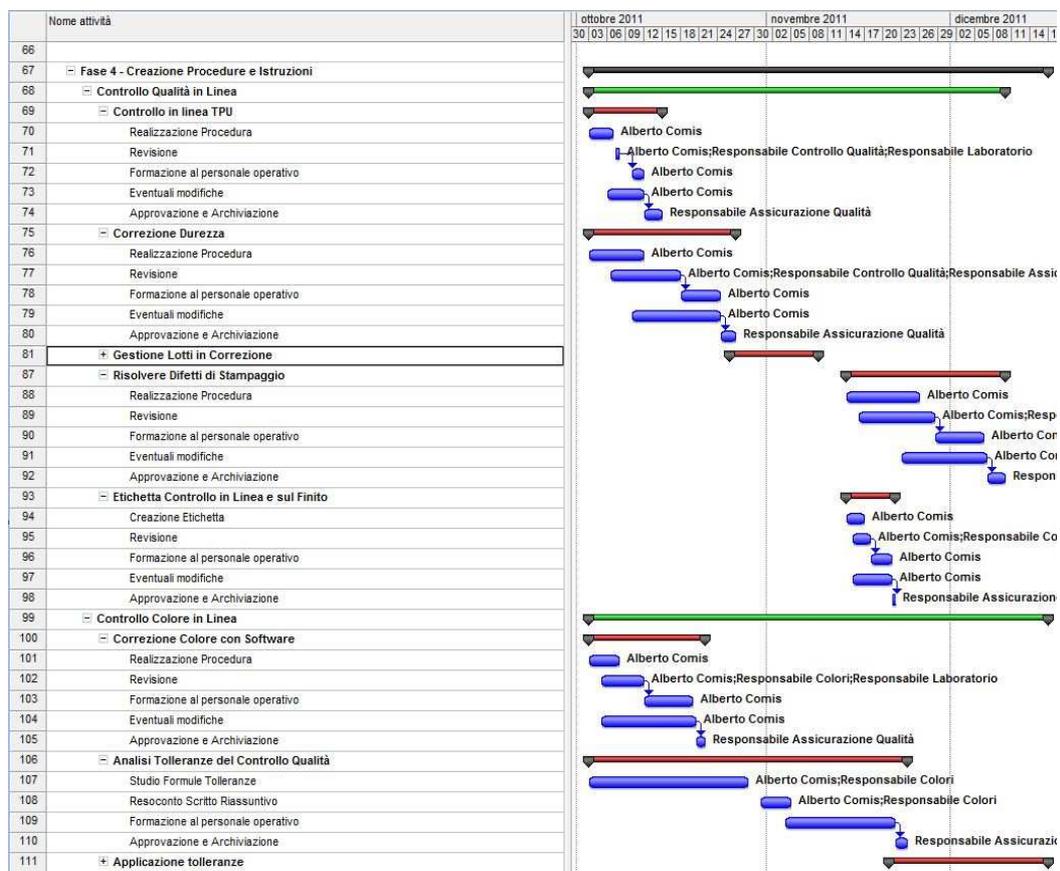
CONOSCENZA PARAMETRI DI STAMPAGGIO: indicare la conoscenza dei specifici parametri di stampaggio o di lavorazione di un materiale.

PULIZIA MACCHINARIO: definire il grado di pulizia in cui si lascia un macchinario o posto di lavoro dopo l'utilizzo.

PICCOLE RIPARAZIONI MECCANICHE/ATTREZZAGGIO PRESSE: indicare la capacità nel fare piccole riparazioni ordinarie in modo autonomo o cambiare lo stampo ad una pressa.

La scheda richiedeva di segnalare il grado di conoscenza anche nelle attività non di propria competenza. Le schede completate sono state poi raccolte e confrontate con quelle scritte in base alle osservazioni fatte durante la fase di analisi, questo per verificare la misura che la persona ha sul suo grado delle proprie conoscenze.

#### 4.4 Creazione di procedure e istruzioni



A questo punto è potuta partire la fase di creazione vera e propria di procedure e istruzioni per le attività evidenziate nelle fasi precedenti.

Per la creazione di queste procedure sono stati utilizzati metodologie di Lean Production, come ad esempio il poka yoke. Si è cercato quindi di renderle il più semplici possibili e soprattutto immediatamente capibili e usufruibili, anche ad una prima occhiata da parte dell'operatore con un minimo di conoscenze nell'attività. Si è cercato il più possibile di standardizzare il processo senza

lasciare possibilità di interpretazione delle procedure. Questi documenti contengono lo scopo per cui è stata redatta e la procedura stessa.

In base alle nozioni ricavate dalla fase di osservazione e lavoro è stato possibile quindi elaborare una serie di istruzioni e procedure. Per la loro redazione e approvazione è stato seguito un iter che consisteva innanzitutto nella realizzazione della procedura basandosi sull'esperienza fatta, una seconda fase di revisione in cui con l'aiuto del responsabile dell'attività si verificava la fattibilità e si correggeva eventualmente la procedura. L'istruzione poteva quindi essere rivista e modificata. Al termine di questa fase aveva inizio la formazione al personale operativo con successive verifiche della comprensione del procedimento e facilità di applicazione. Questa parte è stata molto importante per rendersi conto se le procedure pensate erano fatte con i giusti criteri di semplicità e immediatezza. Successivamente il documento veniva approvato e archiviato dal responsabile di assicurazione della qualità.

Iniziamo a vedere una per una le attività che si è cercato di standardizzare e migliorare.

Si è partiti con la realizzazione della procedura del controllo dei TPU (poliuretani termoplastici). API ha puntato molto sulla produzione dei TPU, è stata da poco completata una nuova linea che ha alzato notevolmente la capacità produttiva di questo materiale. Inoltre i lotti che vengono fatti sono formati da quantità notevolmente importanti e non c'è possibilità di rimediare a difetti a lotto completato. Quindi diventa fondamentale il controllo della produzione in linea in modo da rendersi conto il prima possibile di errori nella fase di produzione che andrebbero a compromettere lotti di diversi quintali di TPU. Questa procedura è stata costruita con lo scopo di avere un procedimento standard di controllo visivo sul TPU che consiste in un'analisi visiva e allo spettrofotometro del granulo e su diverse prove su di una placchetta stampata. Queste azioni permettono di valutare in maniera accurata i seguenti aspetti:

- Presenza puntini non conformi sul granulo;
- Differenza nella trasparenza;
- Indice di giallo fuori dalle tolleranze;
- Presenza di infusi;
- Geli nelle placchette stampate.

L'operatore nella procedura viene avvisato che se si accorge della presenza di una di queste non conformità deve segnalarlo immediatamente al responsabile di produzione o il capo turno in modo che si possa bloccare la produzione.

Questo deve essere fatto con una scheda appositamente creata che permette di comunicare il difetto e il lotto di riferimento. In futuro sarà posizionato un computer nello spazio di stampaggio in modo da comunicare direttamente tramite e-mail l'irregolarità avvistata, il computer servirà, come vedremo successivamente, anche per recuperare informazioni sulle specifiche di stampaggio.

Questo meccanismo è stato scelto per migliorare la comunicazione tra i reparti e lasciar traccia di questi avvisi. Nella scheda sono presenti anche delle priorità di controllo in base ai codici che l'azienda ritiene strategici. Per ogni controllo che deve essere fatto sono presenti le istruzioni in modo da permettere all'operatore di poter controllare se l'operazione che sta facendo viene svolta nella maniera corretta. Per questo motivo è stato creato anche un prontuario affisso nel reparto campionatura che contiene i passi fondamentali del controllo e rende possibile una veloce verifica dell'attività. In questa zona è stato inoltre preparato un banchetto dove sia possibile controllare direttamente in loco i granuli e le placchette, ad eccezione della prova dell'indice di giallo che richiede lo spettrofotometro. Qui si trovano, in un contenitore, anche delle placchette che presentano i difetti descritti nella procedura in modo che si possano facilmente confrontare questi campioni con le placchette stampate e individuare così più facilmente il tipo di difetto. Riportiamo la procedura relativa nell'appendice A.

Grazie a questa procedura si sono raggiunti buoni risultati, gli operatori ora hanno una strada da seguire ben delineata che non lascia molti margini all'interpretazione. Fin da subito si sono notati miglioramenti importanti nella individuazione dei difetti, che venivano individuati più facilmente senza lasciar proseguire la produzione portando poi all'ottenimento di materiale non conforme. Miglioramenti si sono notati anche nella comunicazione tra i reparti che risultava a volte essere scarsa con un rimbalzo delle colpe. Emblematico il caso del giorno seguente al lancio della procedura: è stata fermata per la presenza di difetti una produzione di diversi quintali durante il turno di notte, il più difficile dal punto di vista dei controlli. Questo ha subito portato alla luce l'importanza di seguire un procedimento ben delineato e ha dato inoltre forza al team di lavoro, gratificando il personale per l'impegno.

La seconda procedura operativa sviluppata è stata quella dedicata alla correzione dei colori mediante l'utilizzo del software colorimetrico. La

correzione colore è la causale di difetti più presente tra tutte. Ci sono 4 motivi principali di correzione: durezza, melt flow index, colore e dispersione. Tra queste il colore ammonta al 60% delle cause di correzione. Questo è dovuto a motivi di instabilità delle ricette preparate in piccolo e poi trasformate con una semplice proporzione su grandi quantità e a rendimenti dei pigmenti che sono difficilmente quantificabili. Questo porta a dover correggere nella gran parte dei casi i colori, operazione che non è sicuramente facile e richiede anni di esperienza per riuscire a correggere un colore con uno o due tentativi. L'operazione svolta invece da operatori, si capaci ma non specializzati, richiedeva a volte tempi inaccettabili. L'azienda era in possesso di un software colorimetrico comunemente usato per le letture e per la formulazione ma che poteva risultare un mezzo potente anche per la correzione dei colori, soprattutto in quei casi in cui non si riusciva a trovare la giusta via per una veloce risoluzione. Questa particolarità del programma era conosciuta dal responsabile del controllo colore ma veniva utilizzata solo una minima parte delle sue potenzialità e risultava addirittura sconosciuta agli operatori. È stato scelto per questo di creare una procedura che standardizzasse le modalità di uso del software. Nella procedura, che ritroviamo in appendice, viene spiegato passo passo la giusta modalità per utilizzare il software con degli accorgimenti utili al fine di raggiungere un buono risultato. Si parte dal recupero della ricetta del colore, che arriva da controllare dalla produzione, dal gestionale AS400. La ricetta deve essere poi esportata nella funzione apposita del software colorimetrico collegando poi lo standard del colore presente nel database. A questo punto si farà leggere allo spettrofotometro la placchetta di colore stampata con il materiale derivante direttamente dalla produzione. Il colorimetro visualizzerà le differenze come  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  e  $\Delta b^*$  che sono in ordine la differenza nel chiaro-scuro, rosso-verde e giallo-blu tra lo standard e la placchetta stampata con il materiale che arriva dalla produzione. Se la differenza risulta essere al di fuori delle tolleranze possiamo richiedere al programma di correggere la tinta in base ai colori presenti in ricetta oppure aggiungendone uno a scelta tra tutti i pigmenti inseriti in modo che il colore possa risultare corretto nella maniera migliore. Questa particolarità di lasciare al colorimetro la scelta di aggiungere un colore alla correzione, se non riesce a trovare un giusto compromesso solamente con i colori in ricetta, è stata una importante innovazione che ci permetterà di lavorare con la ricetta migliore. Starà poi a noi scegliere, tra le ricette di correzione proposte, quella che ci sembra migliore non dimenticandoci dell'esperienza personale e del costo finale della ricetta. Una volta selezionata la ricetta migliore si deve stampare un provino aggiungendo il colore indicato in ricetta. Ricordiamo che in questa fase di controllo del colore le correzioni che possiamo fare sono solamente correzioni in aggiunta di colore non potendo andare a togliere colore a un compound già prodotto.

Pronta la nuova placchetta si farà leggere al colorimetro impostando i valori realmente pesati dei pigmenti. Avremo come output nuovamente la differenza colore, qui si potrà decidere se fermarsi e passare questa correzione se il colore è dentro le tolleranze o ripetere l'iter chiedendo al colorimetro un'altra correzione da fare.

I risultati ottenuti dall'inserimento di questa procedura sono stati soddisfacenti anche se il sistema di correzione non è proprio dei più semplici, ma questo è causato da limiti del software. Con il tempo il processo di correzione è stato integrato dagli operatori che l'hanno fatto loro permettendogli una correzione molto veloce. Non si sono più verificate serie da 10-12 correzioni per colore, al massimo dopo tre prove di correzione il colore risultava giusto e pronto per rientrare in produzione.

Contemporaneamente a questa procedura di correzione è iniziata una ricerca approfondita sulle varie metodologie di calcolo delle tolleranze del colore. Come si può leggere nell'elaborato che si trova in appendice A, lo studio è servito per approfondire le conoscenze sulla colorimetria con un occhio di riguardo alle esigenze dell'azienda. Soprattutto si sono valutati i punti di forza e di debolezza delle singole formule per il calcolo delle tolleranze. Questo è stato fatto perché l'azienda ha richiesto un metodo veloce e preciso che permettesse in modo semplice il processo di passa/non passa nell'accettazione dei colori in fase di controllo in linea.

Fino ad allora l'azienda si era basata sull'utilizzo del sistema di tolleranze classico, una semplice formula calcolava la distanza dei due colori, lo standard e la prova, sulla sfera dei colori CIELAB, rendendo la differenza con un solo numero.

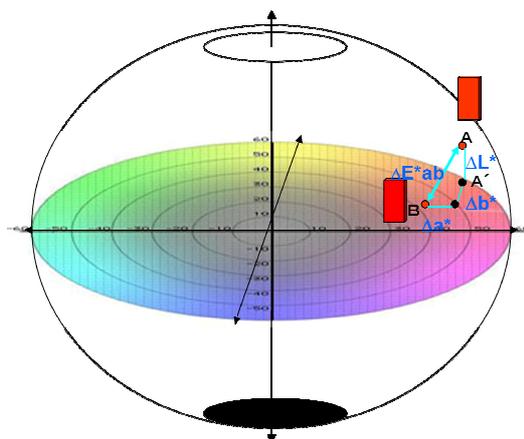


Figura 5: distanza tra due colori sulla sfera colori.

Questo metodo non tiene però conto del fatto che la differenza tra due colori non è la stessa se questi sono dei blu, dei bianchi, colori chiari o scuri o dei colori più o meno saturi. È una formula grezza che non rende in maniera precisa quello che l'occhio invece percepisce. Per questo l'azienda, che lavora proprio con materiale che verrà poi processato ed usato specialmente per oggetti di uso comune, aveva bisogno di un sistema che tenesse conto di questa particolarità. Tramite lo studio fatto si è raggiunta la conclusione che il miglior sistema per calcolare le tolleranze è il sistema CMC, formula sviluppata dal Color Measurement Committee of the Society of Dyers and Colourists. Questa formula è basata su molti studi sperimentali ed è andata a correggere quella che era la formula CIELAB. Questa formula, come si può leggere bene nell'elaborato in appendice, è costruita in modo da discriminare i colori e rendere una differenza molto vicina a quello che realmente vede l'occhio umano. Questo permette di non perdere tempo a correggere colori che sono fuori dalla tolleranza CIELAB ma che usando la formula CMC risulta essere una differenza non percepibile dall'occhio umano. Senza entrare in particolari, ritrovabili nell'elaborato, la formula lavora creando delle ellissi all'intorno dello standard e non più dei cerchi come invece faceva la vecchia formula in uso. Queste ellissi vanno a delimitare lo spazio in cui è accettabile dall'occhio umano la differenza tra due colori. La particolarità di queste ellissi sta nel fatto di cambiare di forma, allungandosi o stringendosi, in base al colore che vogliamo confrontare.

Operativamente è stato reso noto lo studio e dopo una riunione dove si sono discussi i risultati si è arrivati a decidere che la formula CMC fosse presa come riferimento interno all'azienda. Per questo è stato cambiato il sistema di visualizzazione del software colorimetrico per rendere possibile la visione anche del valore del CMC. Per il primo periodo sono stati lasciati i due valori, sarà poi possibile rimuovere il vecchio e visualizzare solo quello concordato. Questa formula ha inoltre dato una sicurezza in più agli operatori che a volte potevano sentirsi ingannati dal proprio occhio. È risultato sicuramente un metodo sicuro che farà risparmiare diverso tempo nelle correzioni senza perdersi in inutili controlli.

Dopo l'inserimento della formula CMC come riferimento interno si è pensato di alleggerire ulteriormente il carico di lavoro durante l'operazione di controllo

del colore. Quando un compounds arriva dal reparto di produzione deve essere stampato e poi letto al colorimetro. Le tolleranze su alcuni prodotti vengono concordate con il cliente, il quale ad esempio non vuole assolutamente avere un bianco tendente al giallo, ma accetta invece una leggera vena di blu, si parla sempre di valori quasi impercettibili. L'operatore andando a memoria deve ricordarsi se quel colore ha una tolleranza particolare e se sì, recuperare i documenti contenenti le tolleranze del particolare codice, cercare il colore tra centinaia e verificare se i delta rientrano tra quelli concordati. Come si può intuire questa non è sicuramente una tra le operazioni più veloci da compiere. Per ovviare a questa serie di azioni sono state inserite nel database del colorimetro le tolleranze per ogni colore. Programmando il software colorimetrico, con un programma apposito fornito con il colorimetro, si è riusciti a fare in modo che le tolleranze oltre ad essere salvate siano anche visibili a schermo in modo da rendere immediato il controllo del colore. A video, se il colore è all'interno del range di tolleranza, appare una scritta "approvato" che dà la sicurezza all'operatore che il colore può essere accettato.

Per lasciare il know-how all'azienda è stata creata una procedura apposita per l'inserimento di nuove tolleranze che verranno create in futuro con l'arrivo di nuovi colori. Questa procedura, che può essere visionata sempre in appendice, cerca di spiegare l'iter di inserimento delle tolleranze. Come si può vedere è stato adottato un metodo per rendere più chiaro possibile il procedimento andando ad utilizzare stampate del video. In questo modo si può seguire, procedura alla mano, il procedimento, ritrovandosi graficamente le stesse cose a schermo.

Queste due attività hanno reso più facile e sicuro il compito di controllo del colore. Non c'è più il problema di scordare il fatto che al colore è assegnata una tolleranza e nemmeno di perdere documenti contenenti tutti i dati sui colori. Con la procedura di inserimento delle tolleranze è stata lasciata la conoscenza all'azienda per, in futuro, continuare ad aggiornare il proprio database. Questa procedura nello specifico è risultata molto chiara e di immediata comprensione, non creando problemi particolari e portando risultati significativi per quanto riguarda la velocità di controllo di un colore.

Con la stessa logica della procedura precedente sono state create una serie di azioni per controllare le specifiche delle prove da effettuare sul materiale che deve subire il controllo delle caratteristiche meccaniche/fisiche. Lo scopo di questa istruzione è quello di conoscere, inserendo il numero di lotto, le prove da fare sul materiale durante il controllo in linea e indagare le specifiche per

ogni prova. Si ripete anche in questa specifica la semplicità con cui si può seguire la procedura. Ricordiamo che tutte queste procedure sono state create per essere utilizzabili da qualsiasi persona con un minimo bagaglio di conoscenze. Per questo devono essere più immediate possibili. Con questa procedura si riesce a conoscere i valori massimi e minimi che devono avere le prove. Anche in questo caso si riesce a risparmiare tempo nelle operazioni riuscendo ad avere valori precisi ai quali affidarsi, non sarà più necessario cercare file sui pc aziendali ma sarà tutto facilmente reperibile. Riportiamo di seguito la procedura:



## 1. SCOPO

Istruzione creata per conoscere le prove da fare sul materiale durante il controllo in linea e per indagare le specifiche sulle singole prove.

## 2. MODALITÀ OPERATIVE

Per controllare le prove e le specifiche sulle prove del controllo in linea, da AS400 andare su QMS550:

QMS550D1-01 \*API S.p.A.\* \*\*\* AMBIENTE LIVE LX \*\*\* DS059B 21/11/11  
API Disposizione FERRARESE 13:08:17

Sel.Azione e premere Invio. 5=Visualizza 8=Posiziona su 12=Disposizione  
13=Stato 14=Campioni richiesti 15=Disposizione rapida 16=Campioni

Az.	Sta	Art.	N. lotto	Disp
18		RDA52/AB6505/CHIPS	F10318	1
	Aperto	6/07/11 OC 1 VR	F06582	1
		5/PRIPLAST	6584	
		OC 1 VR	Progr.to	FR 0
		5/PRIPLAST	F06585	1
	Aperto	8/07/11 OC 1 VR	F07864	1
		RDA52/AF005	F07864	1
	Aperto	12/09/11 OC 1 VR	F05429	2
		RDA52/B22MOD/AFF	F05429	2
	Aperto	17/06/11 OC 1 VR	F08245	1
		RDA52/B25LPM2400	F08245	1
	Aperto	13/10/11 OC 1 VR	Progr.to	FR 0
				+

F1=Aiuto F3=Fine F5=Ritocca F7=Ind. F8=Avn. F23=Piu'azioni

MA b MW 09/002

4.)Premendo due volte Ctrl si apre la schermata sottostante:



```
Sessione B - [24 x 80]
File Modifica Visualizza Comunicazioni Azioni Finestra ?
QMS545D1-01 *API S.p.A.* *** AMBIENTE LIVE LX *** DS059B 21/11/11
API Immissione risultati FERRARESE 13:11:44

Art. 031FS057S01
MEGOL DP0138/3 NEUTRO P1250SPE25
N. lotto F10318 Specifiche F0300960
Dispos. 1 Liv. S

Sel.Azione e premere Invio. 1=Crea 4=Annulla 5=Visualizza 8=Posiziona su
11=Invio 12=Metodo alternat. 13=Invalida 14=Verif. 15=Dati app
Az. Camp. Prov Seq P V Risul. Descriz.prova

11 FINAL 1 ASP 1 aspetto(ATTENZIONE COLORE NEUT
FINAL 1 D 1 100 densità
F1 ) durezza Shore A (15 sec)
F1 ) melt flow index
F1 ) lacerazione (senza intaglio)
F1 ) carico di rottura
FINAL 1 ALL 1 450 allungamento %

F1=Aiuto F3=Fine F5=Ritocca F7=Ind. F8=Avn. F12=Cancela F24=Piu'tasti
MA b MW 14/11/2011
```

5.)Indicare l'azione 11 sulla prova da controllare per visualizzare le specifiche.

Scrivendo 11 visualizziamo le specifiche da seguire per il controllo. Per tornare indietro e visualizzare le specifiche di un'altra prova premere F12 e ripetere l'azione 11 sulla prova da controllare.

Lavoro nato durante la fase di osservazione è stato quello di modifica dell'etichetta su cui vengono annotati i dati delle prove durante il controllo in linea e sul finito. Il processo di controllo è il seguente: dalla produzione arriva un sacchetto contenente una quantità variabile di materiale, in questo sacchetto viene applicata dalla produzione un'etichetta contenente il numero di lotto, il codice del materiale e la sua descrizione e il numero d'ordine. Sullo spazio bianco di questa etichetta c'era l'abitudine di scrivere i valori delle prove di controllo e se il colore era stato accettato. Come si può immaginare, dovendo spesso il materiale essere corretto per colore o per durezza anche più volte, l'etichetta diventava difficilmente leggibile e decifrabile creando a volte problemi per il recupero dei dati.

La soluzione è stata creare un'etichetta apposita sulla quale è stampato il nome della serie di prove da effettuare con accanto degli spazi per inserire i valori delle prove effettuate. L'operatore quindi ora ha una etichetta apposita sulla quale segnare i risultati delle prove, inoltre serve come check-list per controllare se sono state eseguite tutte le prove richieste. Questo evita di tralasciare alcune prove. Quando arriva il materiale dalla produzione sarà compito dell'addetto al controllo di applicare l'etichetta, stampare il materiale e poi eseguire le prove. Nell'etichetta sono presenti le prove effettuate in linea ma anche quelle da effettuare sul materiale finito, inoltre è stato aggiunto un campo note dove poter scrivere particolarità riscontrate, il tutto in maniera precisa, ordinata e facilmente leggibile.

Qui riportiamo l'etichetta creata per questa esigenza:

In linea			Finito		
Durezza	1	2	3	Durezza	-----
MFI	1	2	3	MFI	-----
Colore	1	2	3	Laceraz.	-----
Corr :	-----			Densita'	-----
	-----			Colore	-----
Note :					

Figura 6: etichetta controllo qualità in linea e sul finito.

Procedura che ha richiesto un grosso lavoro è stata quella riguardante le correzioni della durezza dei materiali. Misurata la durezza di un materiale e confrontata con quella in specifica, se il valore è fuori tolleranza si dovrà procedere con una serie di azioni per correggere il materiale. Da ricordare che deve essere corretto tramite l'aggiunta di materiali diversi in base a che polimero stiamo trattando.

L'operatore dovrà essere sufficientemente esperto e avere una dose di esperienza per saper correggere bene i diversi compounds che siano essi troppo duri o troppo molli. Inoltre bisogna essere accorti anche nel sapere le varie modalità di correzione in base alla fase di lavorazione che ha raggiunto il lotto, se è un controllo in linea si potrà agire diversamente che in un materiale finito. Questo tipo di correzione come anche quella per il colore richiede una discreta esperienza, la procedura è stata creata appositamente per aiutare l'operatore in questa operazione dando a lui uno strumento chiaro e consultabile con facilità.

Per creare un documento del genere ci si è basati sugli storici delle correzioni dei precedenti 5 anni. Elaborando i dati statisticamente si è giunti a produrre una serie di informazioni per la correzione dei polimeri. I dati raccolti hanno completato la procedura che è servita a spiegare come procedere nella correzione in base allo stato di lavorazione del materiale. Queste operazioni sono state laboriose ma hanno portato alla stesura di una procedura che sicuramente potrà essere di aiuto.

Andiamo a vedere nello specifico cosa suggerisce questa procedura. Le sostanze utilizzate per il Megol (Gomma termoplastica a base SEBS) e per Apigo (Compounds a base di olefine modificate) sono PP omo (Polipropilene omopolimero) e PP random/copolimero. Per questi materiali sono inseriti gli effetti, in punti di durezza, che causano sui compounds, ad esempio in un materiale con una durezza Shore A tra 30-60 l'aggiunta di un punto percentuale di PP omo farà aumentare di 4 punti la durezza. Queste considerazioni sono state fatte per diverse casistiche in modo da cadere difficilmente in casi particolari. Naturalmente questi dati, come un po' tutte le procedure, non possono solo essere letti e applicati, c'è sempre bisogno di un certo spirito critico. Come si può vedere nella procedura sono stati presi in considerazione i casi in cui il materiale sia troppo morbido o troppo rigido e per ogni caso è stata indicata la strada da seguire in base allo stato di avanzamento del lotto.

Si è cercato di sottolineare anche il fatto che le aggiunte devono essere fatte conoscendo bene ciò che contiene la ricetta del materiale in quanto questo va ad influire sul risultato. Anche con l'utilizzo di grafici si è voluto mostrare come l'incremento della durezza cali con l'aumentare della durezza del materiale di partenza a parità di correttivo aggiunto.

Questa procedura aveva lo scopo di migliorare la fase di correzione che dalle analisi è risultata essere fatta con leggera superficialità basandosi solamente sull'esperienza senza, a volte, usare il proprio spirito critico. Utilizzando invece la procedura si ha un notevole aiuto nella correzione riducendo ancora una volta i tempi ed evitando correzioni sbagliate che sarebbero la causa di lavorazioni ulteriori. Sicuramente è una delle procedure che ha richiesto più tempo per essere compresa e applicata, ma che ha dato in breve tempo ottimi risultati.



**CORREZIONE DUREZZE MATERIALI**

**Scopo:** Supportare la fase di correzione dei materiali durante il controllo in linea e sul finito

**Istruzione:**

MG AG TV Troppo morbidi:

E' possibile aggiungere, tramite ritrafilatura, un qualsiasi elemento della componente rigida presente in ricetta secondo le seguenti indicazioni:

Per materiali di durezza compresa tra 30-60 ShA

- Ogni punto % di PP omo aggiunto equivale a 4 punti in più di durezza.
- Ogni punto % di PP random/copo 20 aggiunto equivale a 2 punti in più di durezza.

Per materiali di durezza compresa tra 60-70 ShA

- Ogni punto % di PP omo aggiunto equivale a 3 punti in più di durezza.
- Ogni punto % di PP random/copo 20 aggiunto equivale a 1,5 punti in più di durezza.

Per materiali di durezza compresa tra 70-80 ShA

- Ogni punto % di PP omo aggiunto equivale a 2 punti in più di durezza.
- Ogni punto % di PP random/copo 20 aggiunto equivale a 1 punto in più di durezza.

Per materiali di durezza compresa da 80 ShA in su

- Ogni punto % di PP omo aggiunto equivale a 1 punto in più di durezza.
- Ogni punto % di PP random/copo 20 aggiunto equivale a 0,5 punti in più di durezza.

**CORREZIONE DUREZZE MATERIALI**

MG AG TV Troppo rigidi:

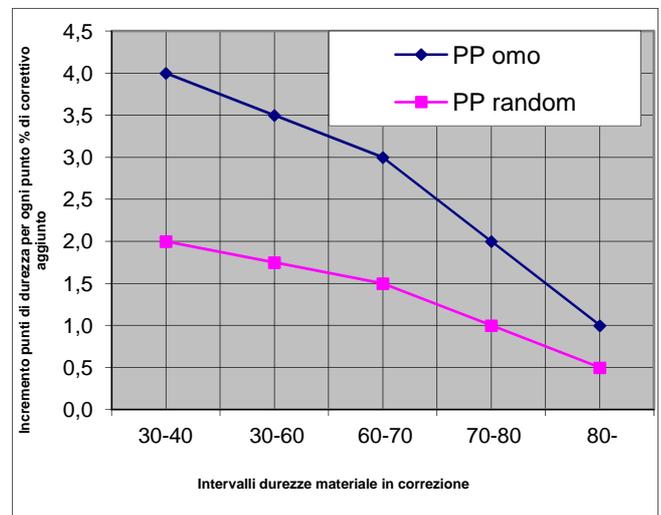
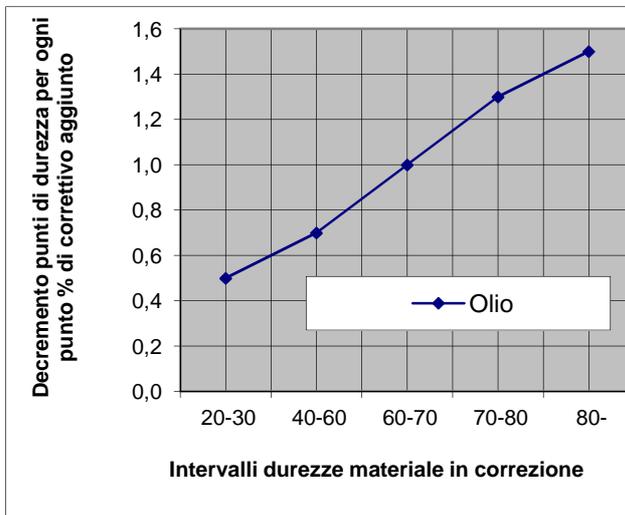
Se si tratta di un controllo in linea è ancora possibile modificare delle componenti presenti in ricetta togliendo PP omo, random/copo 20 con le stesse indicazioni viste sopra.

Se il materiale è già completamente prodotto, la differenza di durezza non è troppo alta e la macchina è ancora disponibile è possibile produrre qualche altra miscela aggiuntiva povera di PP omo, random/copo 20, fare una trafilatura parziale e miscelarla.

Se il materiale è già completamente prodotto ma la trafilatura non è più disponibile, è possibile "ammorbidirlo" con l'aggiunta, tramite miscelazione, dell'olio presente in ricetta.

- Ogni punto % di olio corrisponde a circa 1 punto di durezza in meno. L'effetto dell'aggiunta dell'olio è tanto più efficace quanto meno olio è presente in ricetta.

N.B. Per materiali rigidi (oltre i 70 – 80 ShA) l'assorbimento dell'olio da parte della poca gomma presente in miscela risulta difficile oltre al 3% circa.



**RA Troppo morbidi:**

E' possibile aggiungere, tramite ritrafilatura, del Polistirolo del tipo PST CR 25 oppure del PST HI con le seguenti modalità:

- Ogni punto % di PST CR 25 aggiunto equivale a circa 1 punto in più di durezza.
- Ogni punto % di PST HI aggiunto equivale a circa 0,3 punti in più di durezza.
- Ogni punto % di K-Resin aggiunto equivale a circa 1 punto in più di durezza.

N.B. Se si tratta di colori *para* l'aggiunta di polistirolo può provocare delle modificazioni nella coprenza del colore aumentandola.

**RA Troppo rigidi:**

Se si tratta di un controllo in linea è ancora possibile modificare delle componenti presenti in ricetta togliendo PST CR 25 o PST HI con le stesse indicazioni viste sopra.

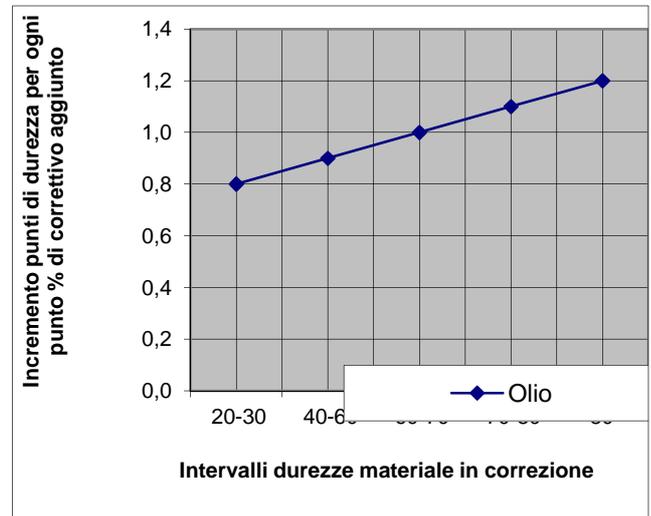
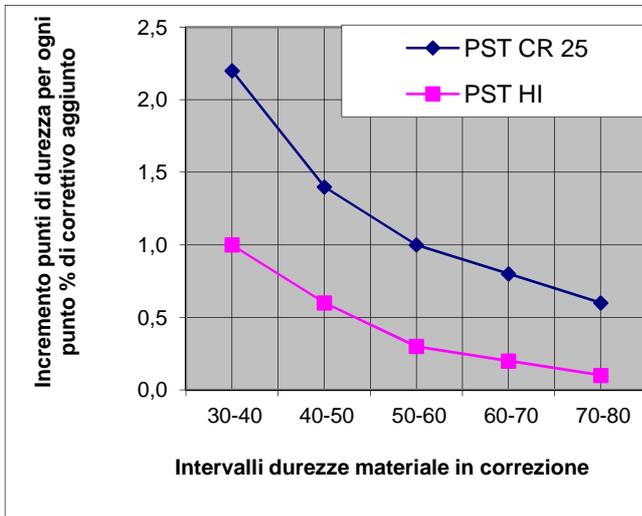
Se il materiale è già completamente prodotto, la differenza di durezza non è troppo alta e la macchina è ancora disponibile è possibile produrre qualche altra miscela aggiuntiva povera di PST, fare una ritrafilatura parziale e miscelarla.

Se il materiale è già completamente prodotto ma la trafilatura non è più disponibile, è possibile "ammorbidirlo" con l'aggiunta, tramite miscelazione, dell'olio presente in ricetta.

- Ogni punto % di olio corrisponde a circa 1 punto di durezza in meno.

L'effetto dell'aggiunta dell'olio è tanto più efficace quanto meno olio è presente in ricetta.

N.B. Per materiali rigidi (oltre i 70 – 80 ShA) l'assorbimento dell'olio da parte della poca gomma presente in miscela risulta difficile oltre al 3% circa.



A52 Troppo morbidi: Taglio con produzioni più dure.

A52 Troppo rigidi: Se il materiale è già completamente prodotto ma la trafila non è più disponibile, è possibile "ammorbidirlo" con l'aggiunta, tramite miscelazione, dell'olio presente in ricetta.

Ogni punto % di olio corrisponde a circa 1 punto di durezza in mL'effetto dell'aggiunta dell'olio è tanto più efficace quanto meno olio è presente in ricetta.

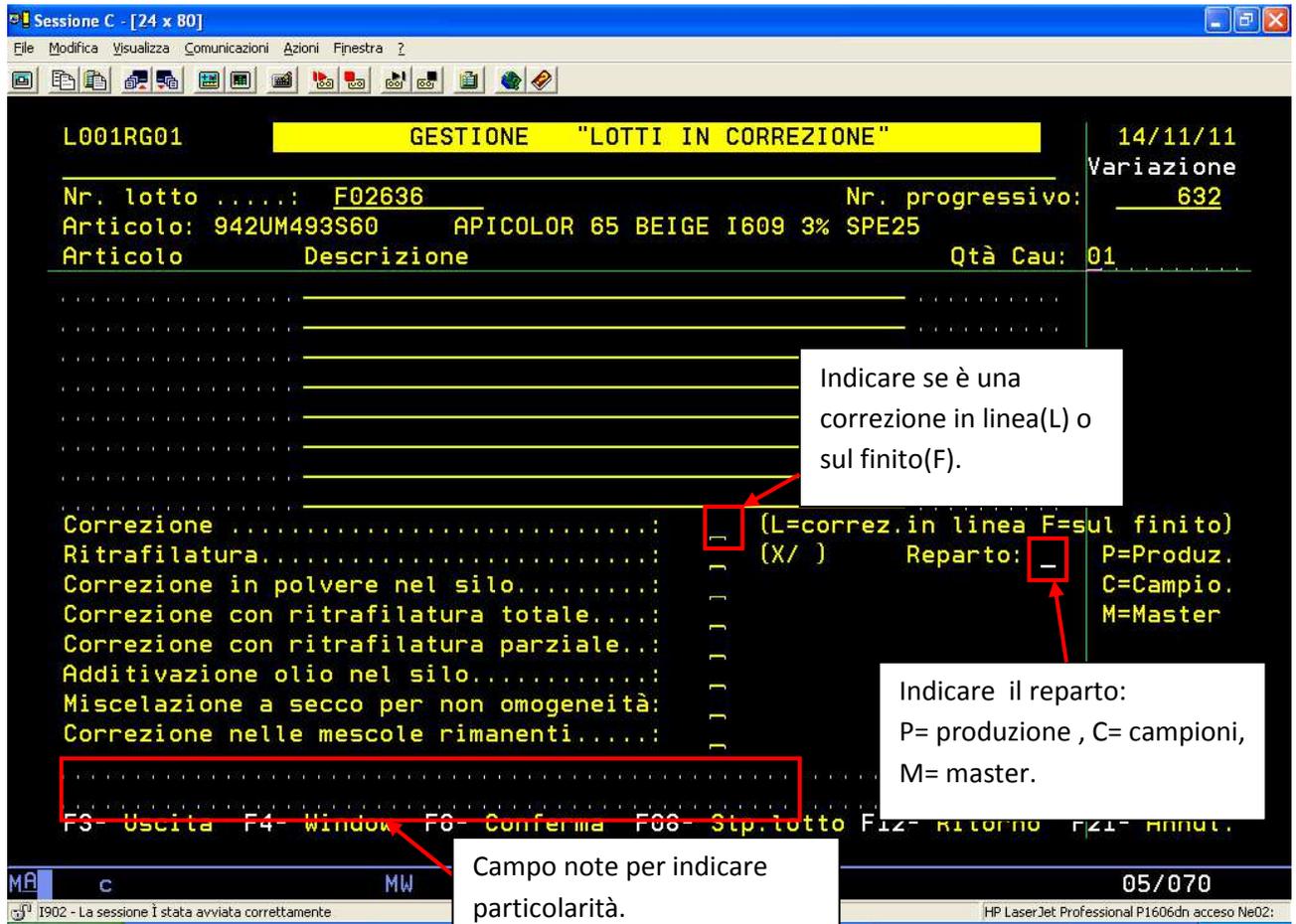
N.B. Per materiali rigidi (oltre i 70 – 80 ShA) l'assorbimento dell'olio da parte della poca gomma presente in miscela risulta difficile oltre al 3% circa.

Sempre riguardante l'aspetto delle correzioni si è voluto creare un'ulteriore istruzione che aiutasse e chiarisse la fase di gestione dei lotti in correzione. La richiesta è stata fatta direttamente dall'addetto al controllo dei processi in quanto per un'attività che stava portando avanti era richiesto di ricavare dei numeri dalle causali di correzione. Inoltre si è potuto notare una certa insicurezza nel gestire i lotti in correzione da parte degli operatori. Soprattutto si è rilevata una difficoltà di comunicazione tra i reparti, laboratorio e produzione, che a volte portava a banali errori nelle correzioni che potevano essere superati con uno sforzo minimo.

Questa specifica ha voluto rendere unico il significato per tutti i reparti delle voci di correzione nel gestionale. Con delle brevi spiegazioni si è esplicitato il concetto delle voci di correzione, inoltre si è indicato anche i procedimenti per gestire la correzione di un lotto. Come si può leggere dalla procedura sottostante si sono ben differenziati i casi senza lasciare spazio alla propria immaginazione. I risultati ottenuti con questa istruzione sono stati importanti soprattutto per quanto riguarda proprio la comunicatività tra i reparti, scopo non secondario durante la realizzazione di questo progetto. Inoltre servirà per ricavare dati precisi e veritieri sulle correzioni che dopo essere stati elaborati porteranno sicuramente a discutere alcuni aspetti e successivamente a migliorarli. La formazione fatta agli operatori su questa procedura, ma soprattutto sulla spiegazione delle diversità delle varie voci, si è mostrata non semplicissima andando a sottolineare la difficoltà nel cambiare abitudini e modi di lavoro. Alla fine i risultati si sono visti anche se servirà del tempo per la completa acquisizione della procedura.

1. SCOPO

Rendere univoca l'interpretazione delle voci durante la gestione dei lotti in correzione, sia nel fase del controllo in linea sia nel finito.



The screenshot shows a terminal window titled "Sessione C - [24 x 80]". The main menu is "GESTIONE 'LOTTI IN CORREZIONE'" with a date of 14/11/11. The current lot is L001RG01, article 942UM493S60, and description "APICOLOR 65 BEIGE I609 3% SPE25". The quantity is 01. The interface lists various correction options with checkboxes and a "Reparto" field. Callouts provide instructions: "Indicare se è una correzione in linea(L) o sul finito(F).", "Indicare il reparto: P= produzione , C= campioni, M= master.", and "Campo note per indicare particolarità." The bottom status bar shows "05/070" and "HP LaserJet Professional P1606dn accesso Ne02:".

Indico con una "X" i processi che devono essere svolti sul lotto in correzione.

**Ritrafilatura:** indica una ritrafilatura del materiale per diversi motivi. Indicare quando il materiale ha bisogno solo di una ritrafilatura.

**Correzione in polvere nel silo:** indica la correzione fatta in polvere nel silo. Indicare quando è necessaria la correzione con polveri di un materiale presente in silo ma che non ha bisogno di essere ritrafilato.

**Correzione con ritrafilatura totale:** indicare quando il materiale deve essere sia corretto (per durezza, colore, ecc..) che ritrafilato completamente. Da usare quando è stata **completata** la trafilatura del materiale. A causa della correzione ritrafilo.

**Correzione con ritrafilatura parziale:** indicare quando si vuole correggere e poi ritrafilare solo una parte del lotto, ad esempio un 50% del lotto totale. Da usare quando è stata **completata** la trafileatura del materiale. A causa della correzione ritrafilo.

**Miscelazione a secco per non omogeneità:** da indicare per omogeneizzare il colore, la durezza o altro andando a miscelare due silos non omogenei tra loro. Ad esempio se abbiamo un silo troppo chiaro e uno troppo scuro vado ad indicare questa opzione che consiste nel miscelare i due silos per ottenere un prodotto più omogeneo.

**Correzione nelle mescole rimanenti:** operazione **esclusivamente** per correzioni in linea (L). Se dopo avere controllato un inizio devo correggerlo, passerò una correzione che contiene la correzione concentrata per correggere tutto il lotto.

F = sul finito = materiale già insaccato.

L = in linea = materiale in produzione o ancora nel silo.

L'ultima procedura che andiamo a prendere in considerazione è quella riguardante le operazioni di stampaggio. In questa procedura lo scopo era quello di dare delle linee guida e una logica da seguire per stampare le placchette di prova, in modo da ottenere provini di qualità andando a variare i parametri di stampaggio. Infine viene inoltre riportato l'iter per settare inizialmente la macchina di stampaggio.

Questa procedura, che ritroviamo in appendice, è servita per ottenere dei provini di buona qualità da utilizzare per effettuare poi le prove di caratterizzazione sui materiali. L'esigenza di creare tale documento è nata dal fatto che ci si è accorti del fatto che a volte le placchette stampate da un operatore e controllate con le varie prove visive e meccaniche, davano risultati diversi se lo stesso materiale veniva stampato da una persona diversa. Si avevano due risultati diversi per lo stesso materiale, ciò non poteva essere ammesso. La causa poteva risiedere nella diversa esperienza degli operatori nelle attività di stampaggio ma anche nella variazione intrinseca delle proprietà dello stesso materiale. Vero è che l'azienda in questione è una produttrice di compounds per terzi e quindi non dovrebbe preoccuparsi dell'aspetto delle placchette ma dovrebbe dare più importanza al fatto che i provini dello stesso materiale ma di lotti diversi stampati con gli stessi parametri diano risultati differenti. Non è accettabile il fatto che un compound con determinati PDS, parametri di stampaggio, si debba stampare con valori diversi per ottenere provini consoni alle prove. Questo però è un problema che sta a monte del laboratorio e che dovrebbe essere largamente discusso e risolto dalla produzione e dai tecnici di prodotto. Essendo però da poco entrata una nuova filosofia nell'azienda è ancora presto per affrontare discussioni così importanti e quindi si è preferito dare delle linee guida al laboratorio e agli addetti al controllo in linea per produrre provini di buona qualità seguendo inizialmente i PDS e poi lavorando con le diverse variabili in gioco per ottenere un provino adatto alle prove di laboratorio.

Indiscutibile il fatto che prima possibile dovrà essere affrontato il tema della variazione delle caratteristiche dei materiali.

Nella procedura inizialmente troviamo l'indicazione di settare la macchina con i parametri di stampaggio. Questi PDS al momento sono rintracciabili in forma cartacea o nei computer del laboratorio, ma, come si è visto per il controllo in linea dei TPU, presto sarà posizionato un computer nel reparto di stampaggio nel quale si potranno trovare tutti i PDS dei vari materiali.

Le possibili azioni che si possono fare per risolvere i problemi di stampaggio che leggiamo in specifica sono di diverso tipo, possono essere precedenti allo

stampaggio come un'essiccazione del materiale oppure operare direttamente durante lo stampaggio con variazioni della temperatura, di pressione o di velocità di iniezione. Nella procedura sono riportati schemi logici da seguire per migliorare la placchetta che esce con uno dei difetti elencati. Naturalmente qui c'è primario bisogno dello spirito critico dell'operatore che deve usare l'esperienza e aiutarsi con questi schemi logici. Infatti durante la formazione si è voluto sottolineare ampiamente che gli schemi sono solo delle linee guida che danno un aiuto nella strada da percorrere.

Questi schemi sono stati creati in base alle analisi fatte nella fase di osservazione e lavoro ma anche e soprattutto con riunioni con gli operatori addetti alle macchine che hanno messo a disposizione la loro esperienza e hanno permesso di raccogliere questa serie di informazioni per produrre un documento importante.

I risultati ottenuti con questa procedura si vedranno con il passare del tempo in quanto non è semplice intervenire sui parametri per modificare le caratteristiche del materiale, è infatti richiesta una forte dose di esperienza. Ma grazie all'uso di questi documenti, dove l'esperienza di tutti è stata messa al servizio di tutti, il miglioramento di ognuno potrà essere molto più veloce portando a risultati di riduzione di tempi e costi in modo più rapido. In appendice ritroviamo la procedura completa.



## **CONCLUSIONI**

In questo stage ci si è concentrati nella riprogettazione e nel miglioramento delle attività lavorative. Questo ha permesso di mettersi a confronto con diversi aspetti e settori dell'azienda, dall'azione di stampaggio fino al rapporto con i clienti, da attività di gestione fino ad attività di programmazione. Personalmente è stata un'esperienza ad alto livello formativo che ha permesso una conoscenza ad ampio respiro dell'azienda che permette di avere un controllo generale su tutti i processi e sulle interazioni tra i reparti.

Durante lo stage si sono notate, in prima persona, le difficoltà e le problematiche espresse inizialmente dal responsabile di laboratorio per quelle attività che poi hanno subito un intervento con la creazione di istruzioni e specifiche. Si sono viste le problematiche nelle varie attività lavorative, come ad esempio nella correzione dei colori, che richiede sicuramente una grande esperienza, si è notata una difficoltà nel correggerli adeguatamente in tempi accettabili. Ricordiamo che la correzione colore è la casistica più presente nelle attività di laboratorio e quindi un suo abbassamento in termini di tempo porterebbe a grossi vantaggi. Tramite l'aiuto del colorimetro e del software colorimetrico è stato possibile aiutare gli operatori e ridurre di molto le tempistiche. Altro aspetto molto importante nello svolgimento è sicuramente stato lo sviluppo di una procedura per il controllo in linea del TPU vista la grande importanza che l'azienda dava al materiale e i forti investimenti fatti su di esso. I risultati ottenuti sono stati soddisfacenti sia per questa procedura che per tutte le altre portando miglioramenti in termini di tempi e costi. In futuro, quando le cose saranno ben assimilate, si potranno ottenere anche dei dati numerici che per un'esperienza così breve non è stato possibile ricavare. Già all'interno della tesi nel capitolo 4, in cui si parla dell'esperienza lavorativa ed in particolare nel sottocapitolo di creazione delle procedure, si sono ampiamente visti gli obiettivi e i risultati raggiunti grazie all'inserimento di nuove specifiche. Riassumendo l'obiettivo era essenzialmente rendere più snello il processo e ridurre al minimo lo spazio di errori possibili aumentando man mano l'autonomia di ogni singolo lavoratore permettendoli di potersi muovere in completa indipendenza conoscendo a fondo le attività e l'importanza delle azioni che andava a svolgere.

Lo scopo di questa esperienza era appunto quello di migliorare i processi e di conseguenza, in un futuro, aumentare l'autonomia del reparto controllo di

qualità in linea per un futuro distacco dal laboratorio e inserimento direttamente in produzione in modo da creare un autocontrollo che permetta una riduzione dei tempi e un contatto più diretto tra la qualità e la produzione, cosa importante visti i metodi produttivi che l'azienda ha adottato e che permettono una quantità produttiva molto alta che però richiede un adeguato controllo. Questo è lo scopo finale che ha avuto questa esperienza, creare delle basi per poi poter sconvolgere, in senso positivo, il reparto del laboratorio e la produzione.

L'applicazione delle specifiche non sempre è risultata facile, alcune volte ci si è dovuti scontrare con le abitudini del personale che ha fatto fatica a cambiare modalità di lavoro. La cosa comunque era in preventivo ed è stata affrontata con il giusto spirito in maniera da permettere all'operatore di prendere confidenza gradualmente con le specifiche e i nuovi metodi di lavoro. Sicuramente il fatto di doversi confrontare con altre persone e discutere delle metodologie di lavoro è stata un'esperienza importante sicuramente da riutilizzare nel mondo del lavoro, per capire come lavorare in sintonia e nel rispetto con le persone anche quando le idee sono diverse. Può essere ben compreso come sia difficile cambiare le proprie abitudini dopo anni di lavoro, starà alla professionalità delle persone coinvolte discutere e confrontarsi sulle innovazioni che vengono proposte. Tutte le figure professionali hanno comunque accettato di buon grado le procedure proposte riconoscendone l'utilità. Gli obiettivi sono stati pienamente rispettati e i risultati si sono visti fin da subito, anche se col tempo si potranno vedere alcuni numeri cambiare. Cosa molto importante da ricordare è che le procedure possono essere lette in due maniere, una prendendo alla lettera quello che viene indicato e applicandolo direttamente, l'altra modalità invece prevede un approccio critico alla procedura, dove sono tracciati i punti di partenza e arrivo e viene offerto un aiuto per percorrere la strada migliore. Starà a chi ne fa uso e a chi insegna le procedure identificare le procedure di un tipo e quelle dell'altro. Soprattutto chi dovrà applicarle è chiamato ad uno sforzo ulteriore non indifferente per andare a modificare le proprie abitudini.

I concetti generali studiati per affrontare la tesi credo siano molto importanti per un'ingegnere che si ritrova a lavorare in azienda, soprattutto al giorno d'oggi dove il tempo gioca un ruolo fondamentale. Inoltre grazie al lavoro di tesi si sono potute approfondire tematiche interessanti e utili per la vita lavorativa. I concetti generali studiati, personalmente, dovrebbero stare alla

base dell'agire di un ingegnere in qualsiasi sua attività che andrà a svolgere in un ambiente aziendale. Da ricordare anche che tutta la filosofia Lean è nata in Giappone dove sicuramente la mentalità è diversa da quella europea e italiana, per questo chi applica gli strumenti della Lean Production deve saperli adattare e plasmare ai nostri modi di lavoro. Certamente i vantaggi che un'azienda riceve sono in ogni modo proporzionali agli sforzi.

In conclusione questa esperienza è servita a comprendere i principi del project management, a migliorare le capacità tecniche e relazionali necessarie per la gestione di progetti. Inoltre è stata utile per applicare le tecniche di project management in ambito professionale andando a identificare i fattori di successo di un progetto. Motivo di orgoglio personale è stato il fatto di avere assunto delle responsabilità importanti e di vedere che il proprio lavoro ha portato dei frutti nella produttività ed efficienza aziendale.



## **APPENDICE A**

### **PROCEDURE**



**CONTROLLO IN LINEA DEI TPU****1. SCOPO**

Procedura per il controllo effettuare un corretto e accurato controllo in linea dei TPU.

**2. PROCEDURA****Controllo in linea TPU:**

Il controllo in linea dei TPU deve essere fatto valutando in modo accurato i seguenti aspetti e difetti, aiutandosi anche con una superficie nera:

- Presenza puntini non conformi sul granulo;
- Diversità generale tra riferimento e placchetta stampata;
- Differenza nella trasparenza;
- Differenza giallo (indice di giallo);
- Presenza infusi;
- Nebbioline e non dispersioni (geli) nella placchetta.

Alla presenza di uno o più di questi difetti avvisare immediatamente il responsabile della produzione o il capo turno.

**Priorità di stampaggio:**

Le **priorità** di stampaggio devono seguire queste istruzioni:

- Priorità massima linea 2, linea 3 e plastificati linea 11.
- Da non trascurare il controllo in linea dell'apilon 52 d22 che, additivato successivamente di plastificante, darà origine ai suddetti plastificati.
- A seguire tutto il resto.

**Istruzioni:**

**Presenza puntini:** prendere 250 ml di materiale e rovesciarli su di una superficie bianca, rigirare i granuli per 5 minuti con una pinza e rilevare i granuli con puntini neri/rossi, granuli inquinati e granuli di colore diverso. In generale notare tutto ciò che normalmente non dovrebbe esserci. Se si nota un numero maggiore di 5 granelli non conformi avvisare la produzione.

**Diversità generali:** notare qualsiasi differenza di aspetto tra gli standard e il materiale appena stampato.

**Differenza nella trasparenza:** mediante il confronto con una placchetta di riferimento valutare la trasparenza di un materiale che dovrà risultare ottima.

**CONTROLLO IN LINEA DEI TPU**

**Indice di giallo:** valutare visivamente l'indice di giallo del granulo prima (che dovrebbe già metterci in allarme) e sulla placchetta poi. Aiutarsi se in dubbio con la lettura fatta dal colorimetro. Questo procedimento consiste nel posizionare la placchetta sul colorimetro, mettere dietro alla placchetta la piastrina bianca apposta che si trova nella scatola per la calibrazione del colorimetro e fare una lettura come standard. Poi cliccare sul pulsante  che si trova sulla barra superiore. Se il valore è maggiore di 12 siamo fuori tolleranza, avvisare la produzione.

**Infusi, nebbioline e non dispersioni (geli):** se nella placchetta sono presenti infusi di colore biancastro e nebbioline, ossia macchie tendenti al bianco e sfumature evidenti che riducono la trasparenza (vedi placchette riferimento), avvertire la produzione. Allo stesso modo notare la presenza di non dispersioni come i geli.

Riportiamo anche in modo schematico le varie operazioni da effettuare in modo da poterle esporre nella zona dedicata al controllo in linea dei TPU:

**Controllo in linea TPU schematico:**

- **PRESENZA PUNTINI** non conformi sul granulo: (punti neri/rossi, inquinamento, diversità colore);  
Se maggiori di 5 granuli → AVVISARE.
- **DIVERSITÀ GENERALE** tra riferimento e placchetta stampata → confronto → AVVISARE.
- Differenza nella **TRASPARENZA** → confronto → AVVISARE.
- Differenza **GIALLO** (indice di giallo); Se maggiore di 12 → AVVISARE.
- Presenza **INFUSI**.  
Macchie biancastre presenti → confronto → AVVISARE.
- **NEBBIOLINE** nella placchetta → confronto → AVVISARE.
- **NON DISPERSIONI e GELI** → confronto → AVVISARE.

**!!PRIORITÀ!!:** materiali LINEA 2 e LINEA 3, plastificanti LINEA 11 e APIOLN52 D22.



**CONTROLLO IN LINEA DEI TPU**

Individuato il difetto l'operatore dovrà segnalarlo in modo tempestivo al reparto produzione allegando la scheda seguente in cui si riporta il tipo di difetto evidenziato, l'operatore che ha controllato il materiale e il numero del lotto.

Riportiamo di seguito la scheda per la segnalazione dei difetti:

### Scheda difetti TPU

OPERATORE

NUMERO DEL LOTTO

#### DIFETTI INDIVIDUATI:

PUNTINI

TRASPARENZA

INDICE GIALLO

INFUSI

NEBBIOLINE

NON DISPERSIONI e GELI





**CORREZIONE MEDIANTE SOFTWARE  
COLORIMETRICO**

**1. SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE**

Realizzazione di una procedura per il controllo e la correzione in linea dei colori.

**2. PROCEDURA**

A. Recuperare prima di tutto la ricetta da AS400, indicando su BOM500, l'azione 5, il codice prodotto e lo stabilimento.

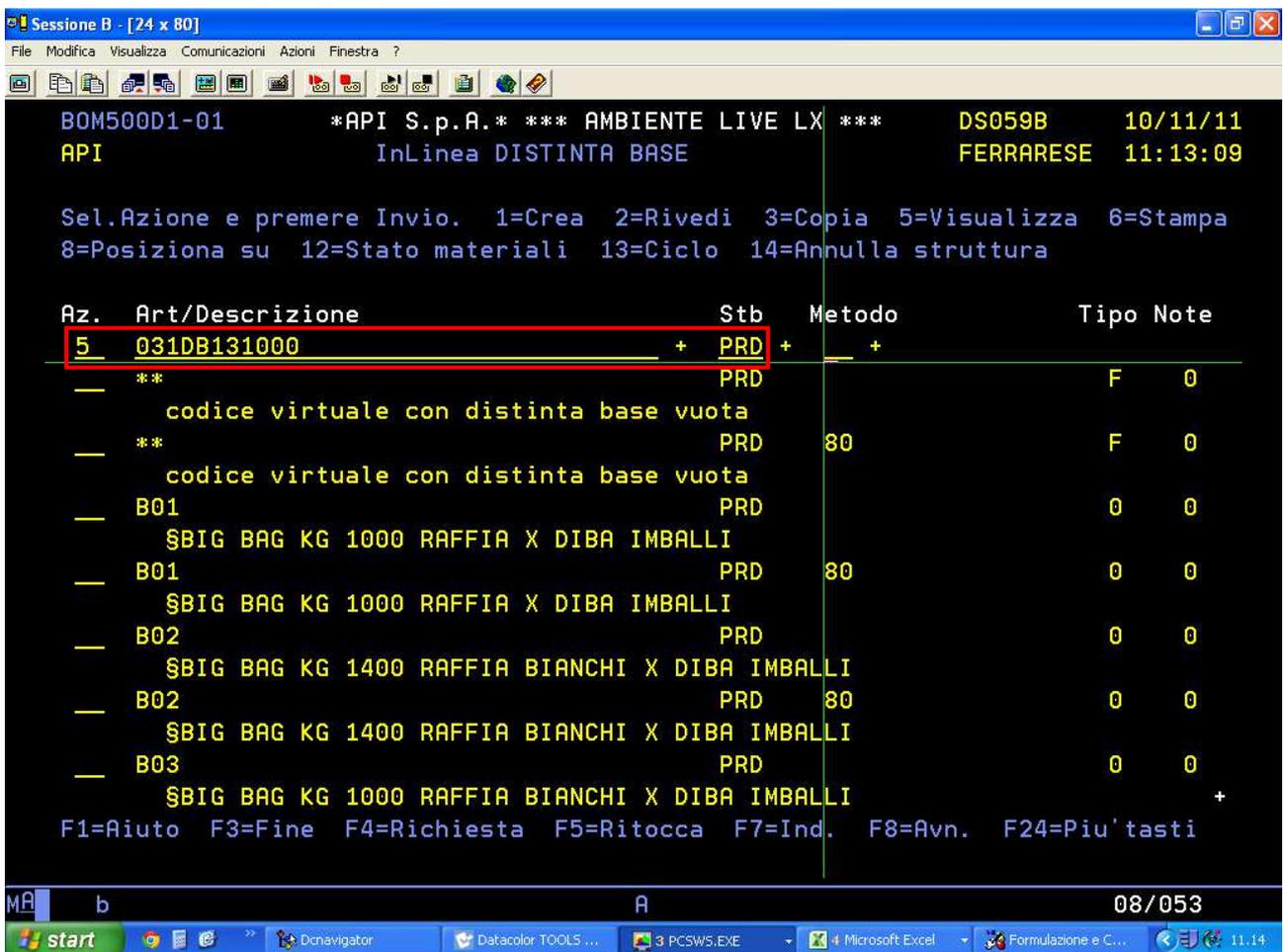


Figura 1



PROCEDURE OPERATIVE

Proc. n°

**CORREZIONE MEDIANTE SOFTWARE  
COLORIMETRICO**

Rev.:

Pagina:

Espandere la ricetta con il tasto F11 e segnare i colori e le quantità.

Sessione B - [24 x 80]

File Modifica Visualizza Comunicazioni Azioni Finestra ?

BOM500D2-01 \*API S.p.A.\* \*\*\* AMBIENTE LIVE LX \*\*\* DS059B 10/11/11  
API DISTINTA BASE Agg. livello singolo FERRARESE 11:14:02

Padre 031DB131000 Giacen.  
Descrizione \$MEGOL DP2581/73 BLEU 9554 SFUSO Stabil. PRD  
Lotto riferim 1000,000 Cl. 03 Metodo Tempo app 0  
Formula/Disegno MOD06 Dim.lot. 1000,000  
Livello rev. 01  
Sel.Azione e premere Invio. 5=Visualizza 6=Stampa 8=Posiziona su  
12=Stato materiali 13=Indagine ECO 14=Indicatore riferimento 16=Note

Az.	Rif	Compon.	Seq	U/M	Qta'rich.	Tp.
	10	031DS284999	8	KG	996,174411	0
		Desc \$MEGOL DP2581/73 NEUTRO NN			Valido 20/06/11	
		Compen 0 Giacen.	Note 0	Dt.interruzione	99/99/99	
		%costo co-prod 0,00 Rettif.prelievo N Scad. 0	Cod.util N.op 0	Vinc. 0		
	90	94PT2G04	2	KG	0,700000	M
		Desc MB BIANCO GH/901 AT-EX PE7526			Valido 22/02/11	
		Compen 0 Giacen. 6987,198000	Note 0	Dt.interruzione	99/99/99	
		%costo co-prod 0,00 Rettif.prelievo N Scad. 0	Cod.util N.op 40	Vinc. +		

F1=Aiuto F3=Fine F4=Richiesta F5=Ritocca F7=Ind. F8=Avn. F24=Piu'tasti

MA b A 13/002

start Dcnavigator Datacolor TO... PCSWS.EXE Microsoft ... Formulazione ... BOM500.bmp... 11.15

Figura 2

**B. Aprire il programma di Correzione e Formulazione.**

Figura 3

N.B. : se il programma è già aperto cliccare direttamente sull'icona: Nuovo lavoro , all'interno del programma Formulazione e correzione.

C. Si apre così il programma di correzione. Innanzitutto selezioniamo lo standard, cliccando



sull'icona accanto al riga Obiettivo. Selezioniamo lo standard normalmente e questo sarà il colore al quale ci dobbiamo avvicinare il più possibile.



Selezioniamo poi l'icona per indicare con che database lavoreremo (pigmenti[ALBERTO] o predispersi[LINCE]).

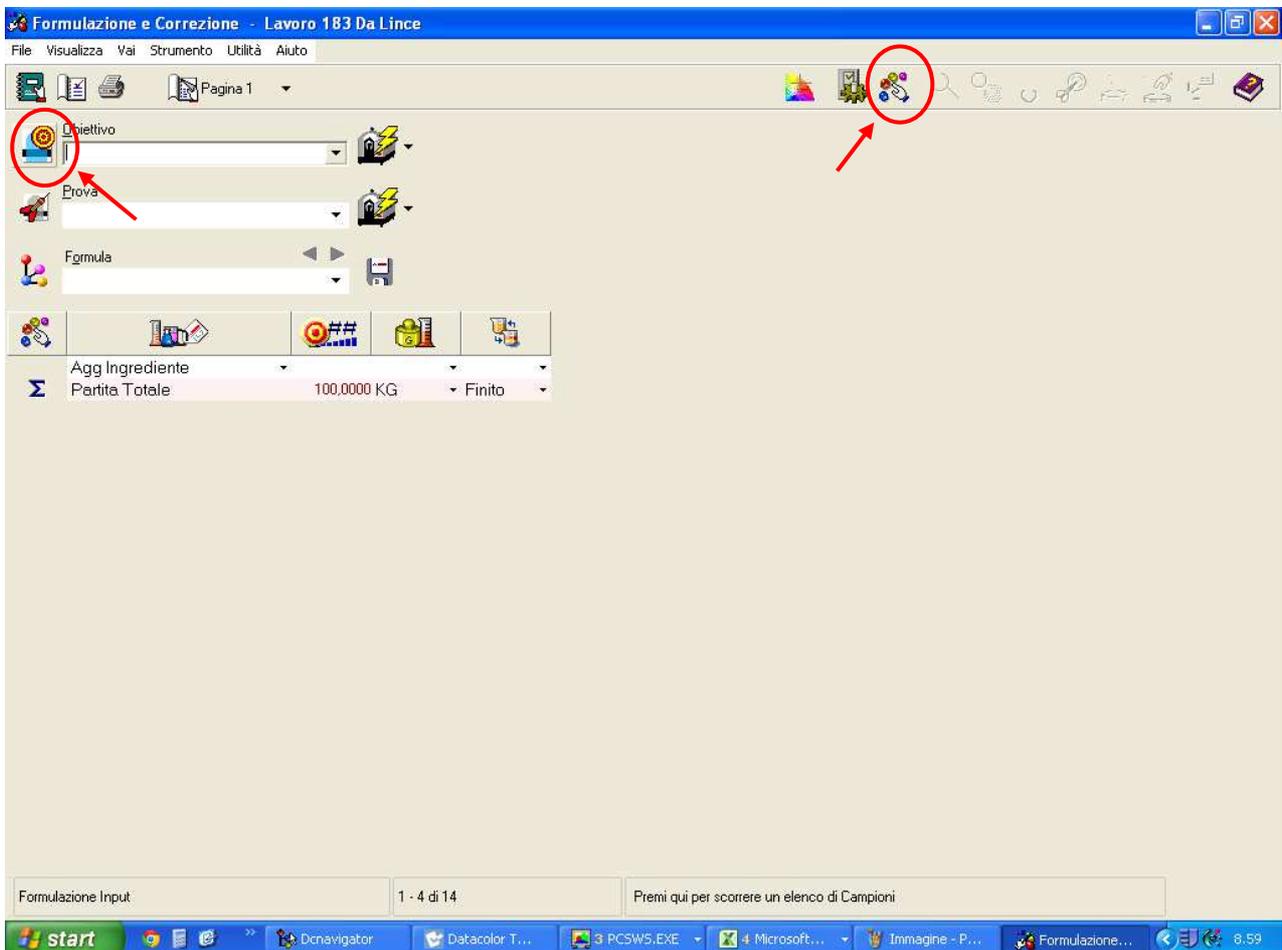


Figura 4

Scegliamo il database e spuntiamo tutti i materiali come mostrato in Figura 5.

Altra operazione da eseguire è quella di aumentare di un ingrediente, rispetto al numero di componenti in formula, il numero massimo di ingredienti che la formula andrà ad utilizzare.

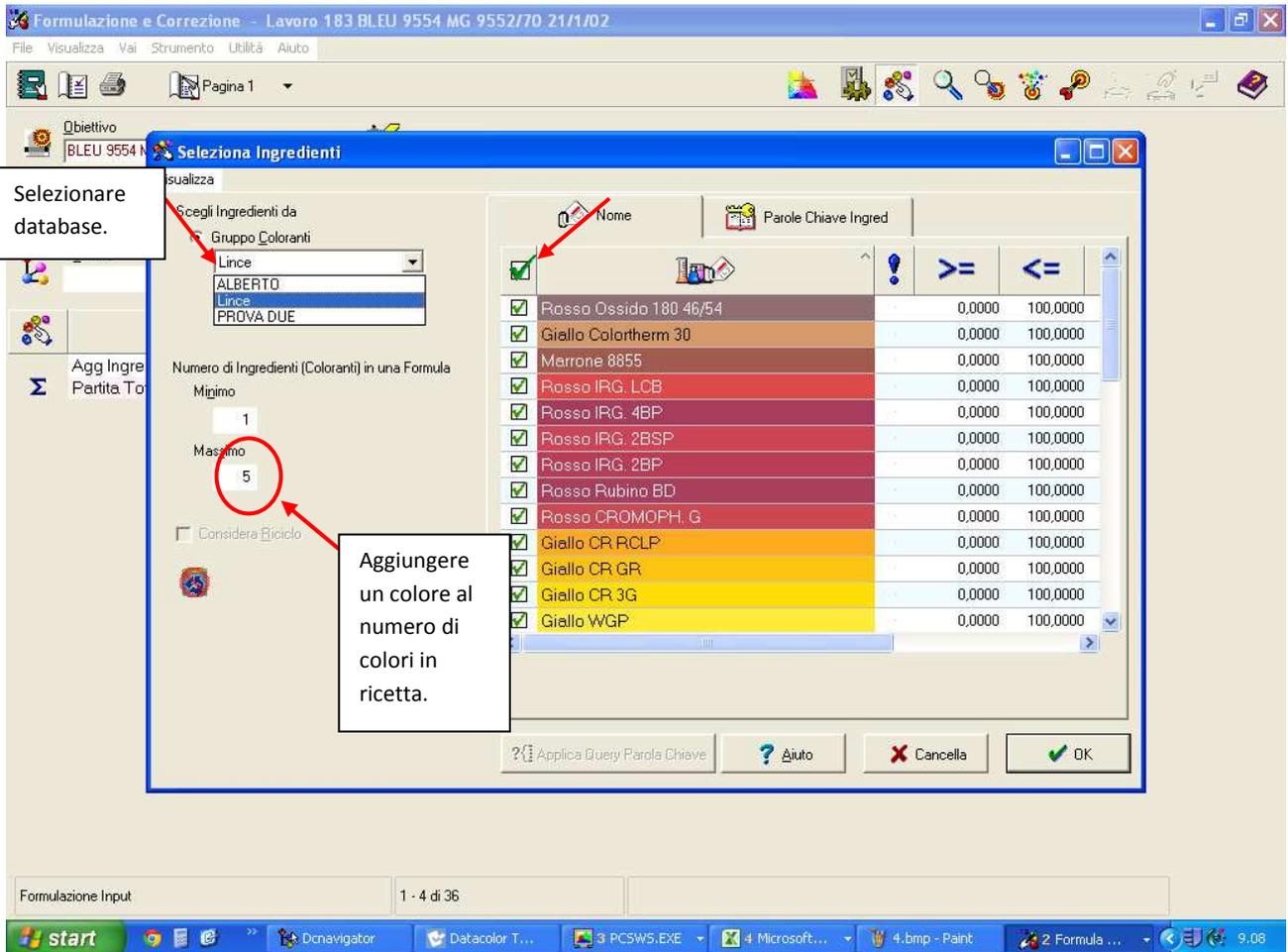


Figura 5

D. A questo punto andiamo ad inserire gli ingredienti e le quantità basandoci sulla ricetta ricavata da AS400.

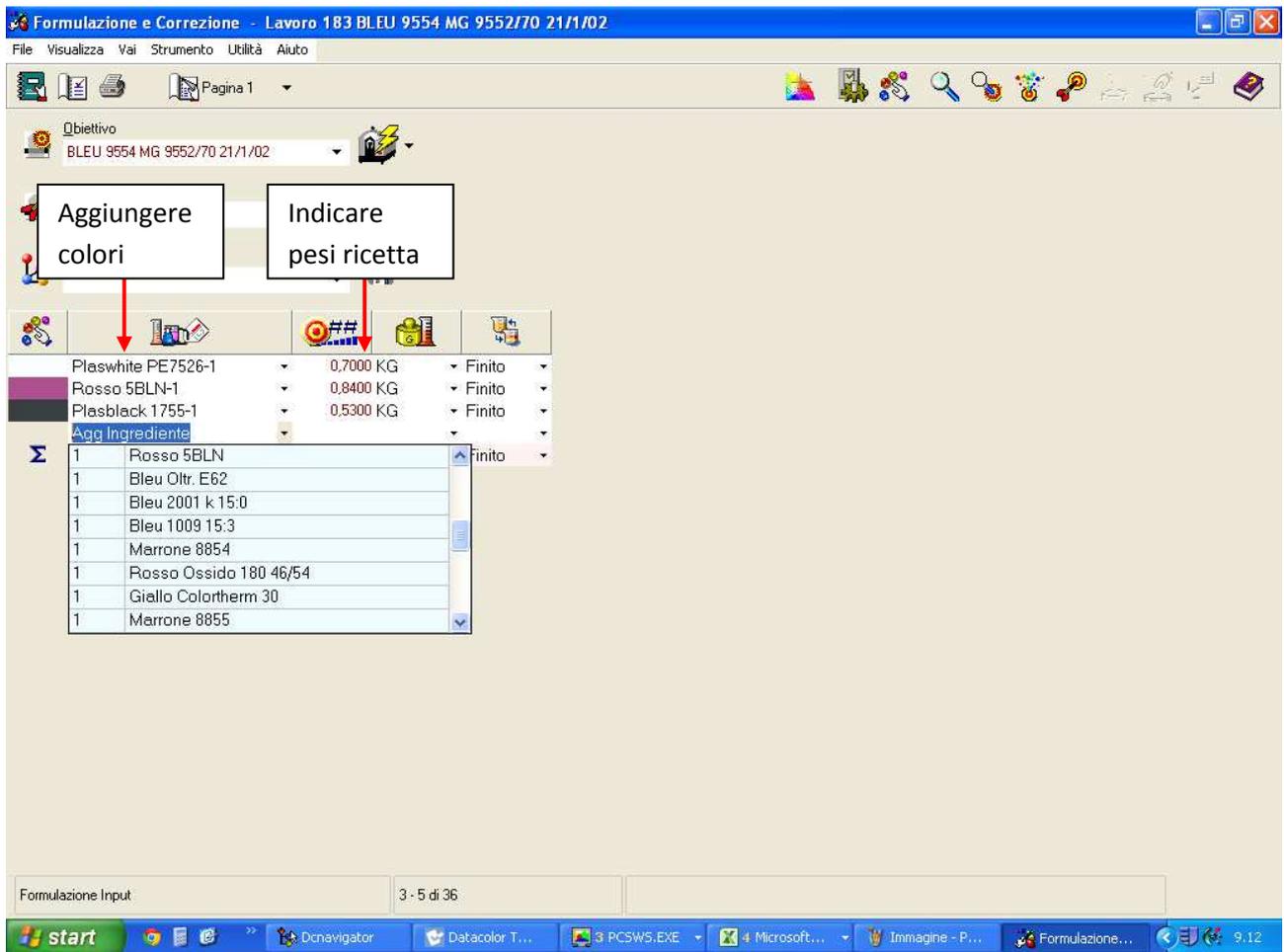
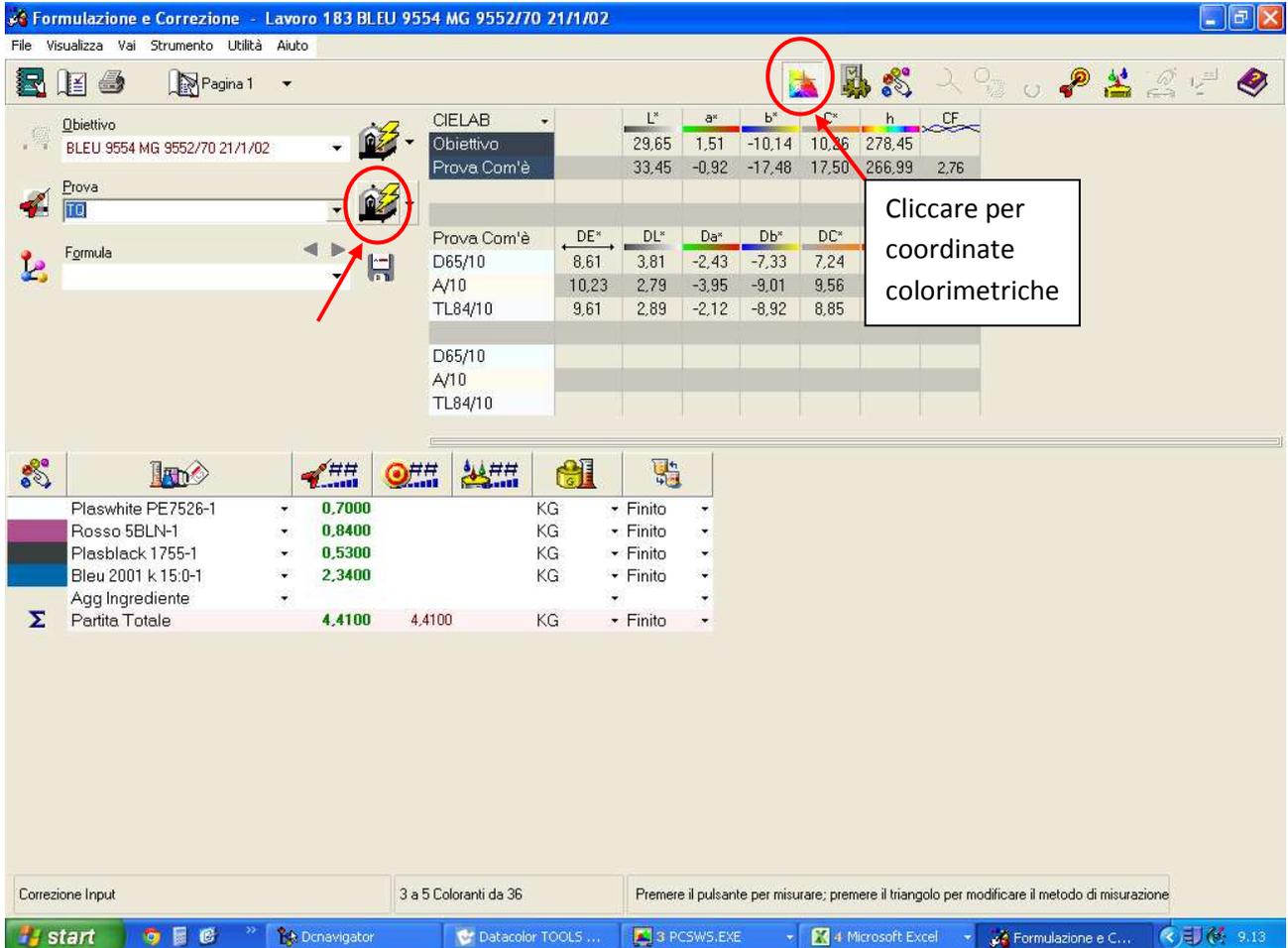


Figura 6

E. Andiamo ora a far leggere la placchetta che abbiamo stampato durante il controllo in linea, dandole un nome sulla riga PROVA, ad esempio TQ, e cliccando sull'icona a destra di questa riga  .



Obiettivo	L*	a*	b*	h°	CF
BLEU 9554 MG 9552/70 21/1/02	29.65	1.51	-10.14	10.26	278.45
Prova Com'è	33.45	-0.92	-17.48	17.50	266.99

Prova Com'è	DE*	DL*	Da*	Db*	DC*
D65/10	8.61	3.81	-2.43	-7.33	7.24
A/10	10.23	2.79	-3.95	-9.01	9.56
TL84/10	9.61	2.89	-2.12	-8.92	8.85

Ingredienti	Quantità	Unità	Status
Plaswhite PE7526-1	0,7000	KG	Finito
Rosso 5BLN-1	0,8400	KG	Finito
Plasblack 1755-1	0,5300	KG	Finito
Bleu 2001 k 15:0-1	2,3400	KG	Finito
Agg Ingrediente			
<b>Partita Totale</b>	<b>4.4100</b>	<b>4,4100 KG</b>	<b>Finito</b>

Figura 7

Cliccando poi su  otteniamo in questo modo la differenza colore presentata con i valori che già conosciamo DE, DL, Da, Db, ecc.

Se siamo fuori dalle tolleranze dobbiamo correggere il colore e qui ci viene in aiuto questo software.

F. Clicchiamo quindi sull'icona  correzione.

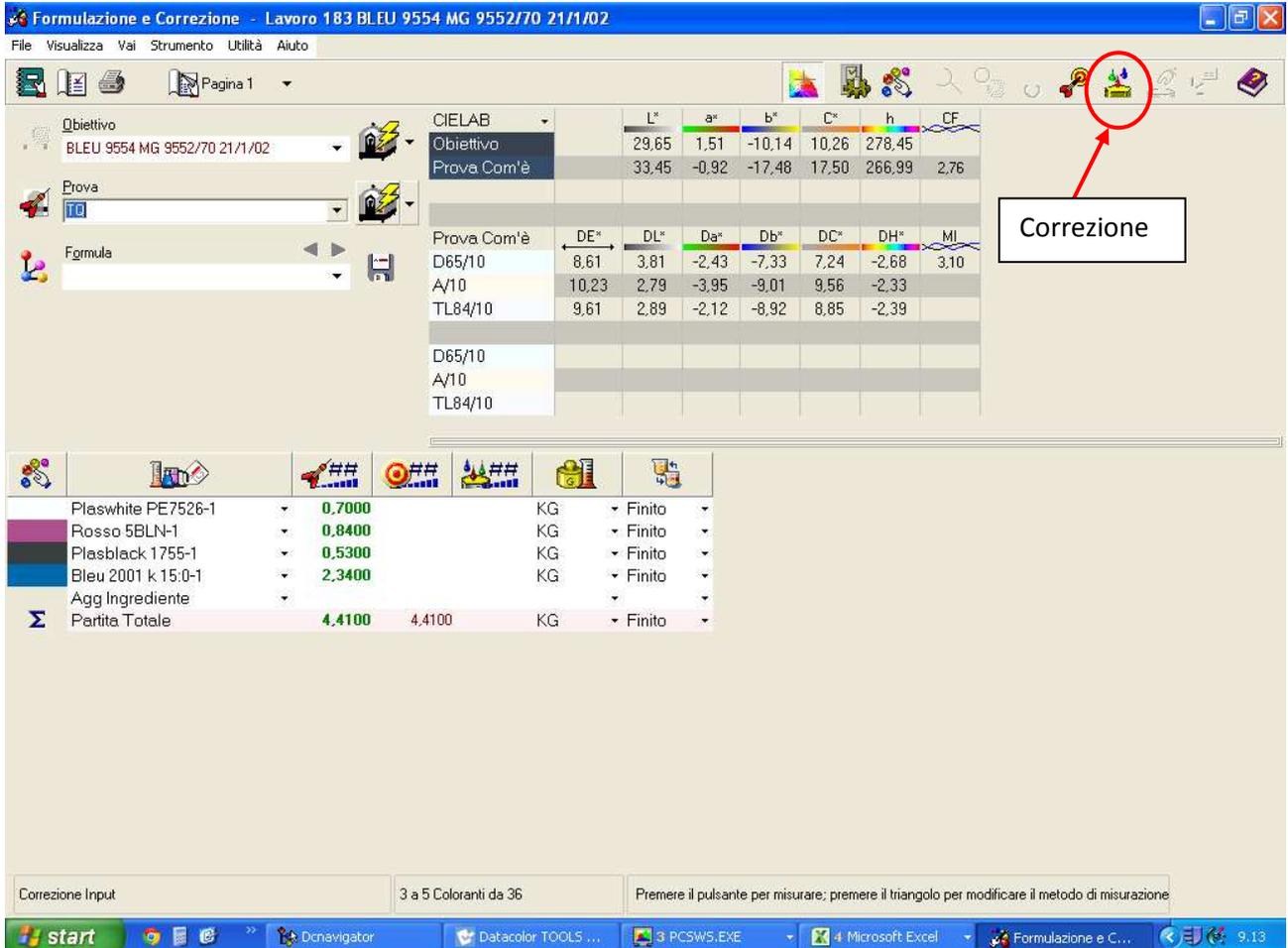


Figura 8

Otteniamo così la correzione migliore secondo il software del colorimetro.

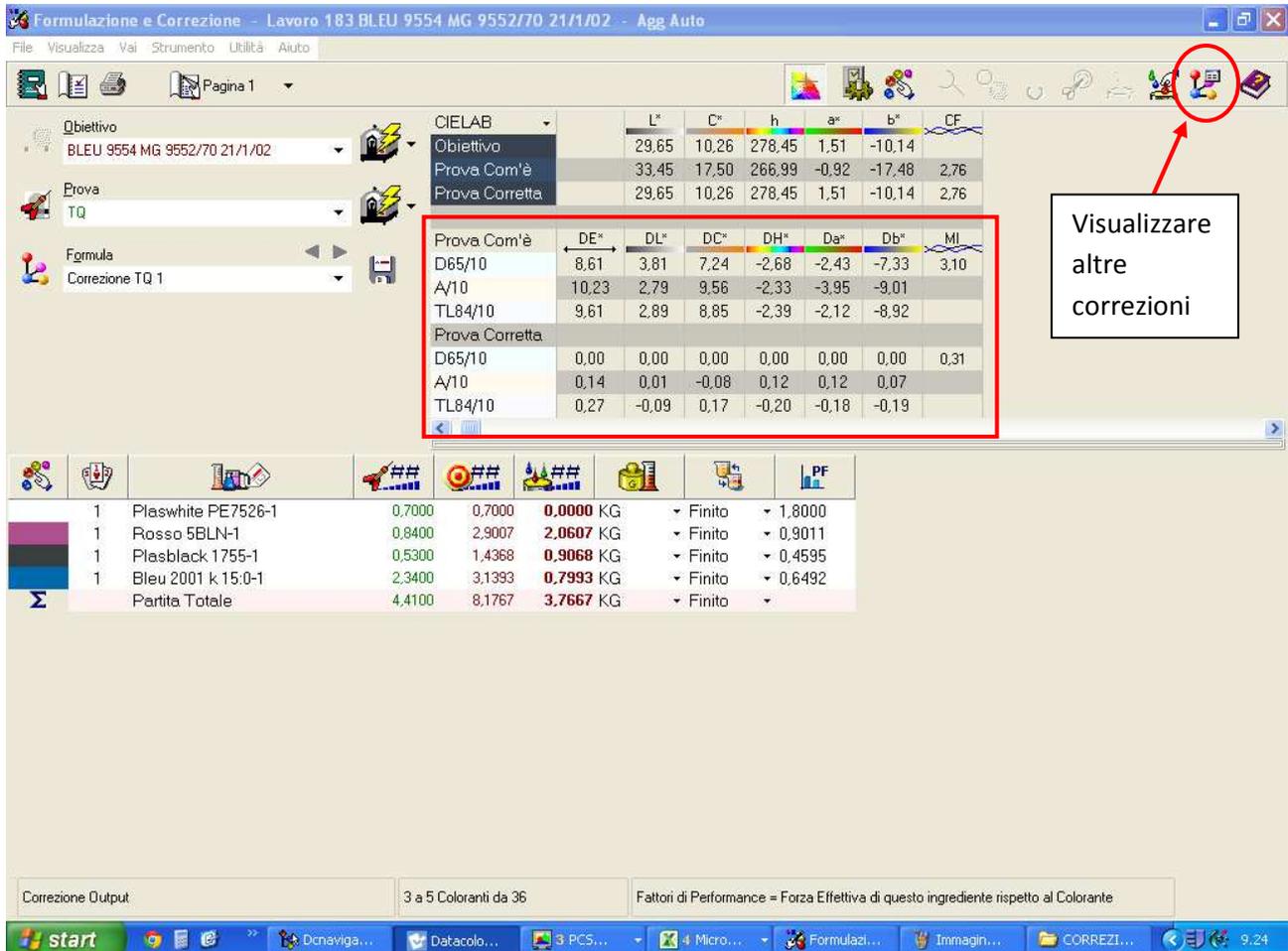


Figura 9

Alla tabella *Prova Com'è* si aggiunge una nuova tabella: *Prova Corretta*, che indica le differenze colorimetriche che il computer si aspetta di ottenere mediante la correzione da lui fornita.

Se vogliamo visualizzare anche altri tipi di correzione che il colorimetro ci propone,

clicchiamo sull'icona  come mostrato in FIGURA 9.

Vediamo la schermata di selezione della correzione migliore:

**CORREZIONE MEDIANTE SOFTWARE  
COLORIMETRICO**

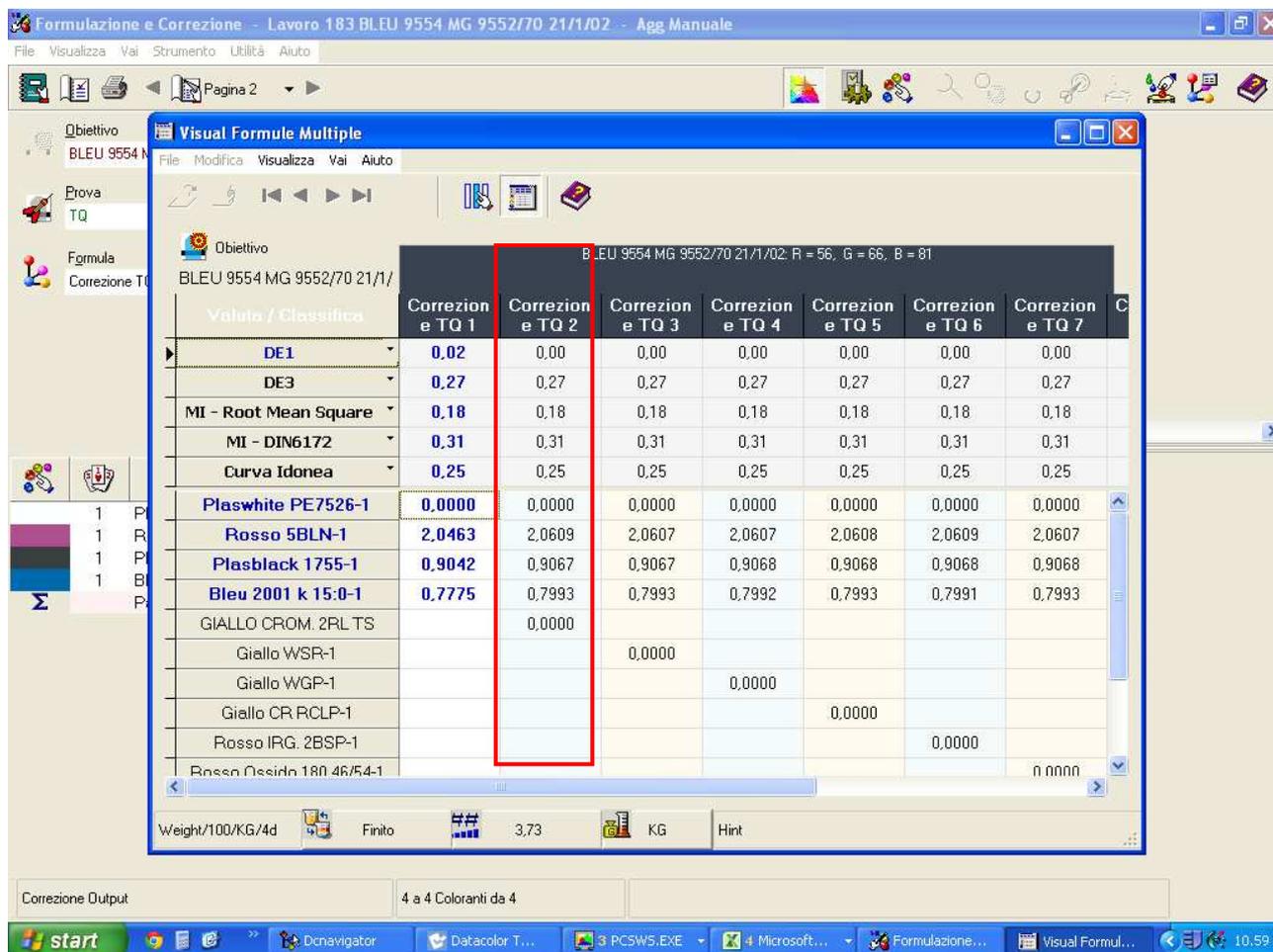
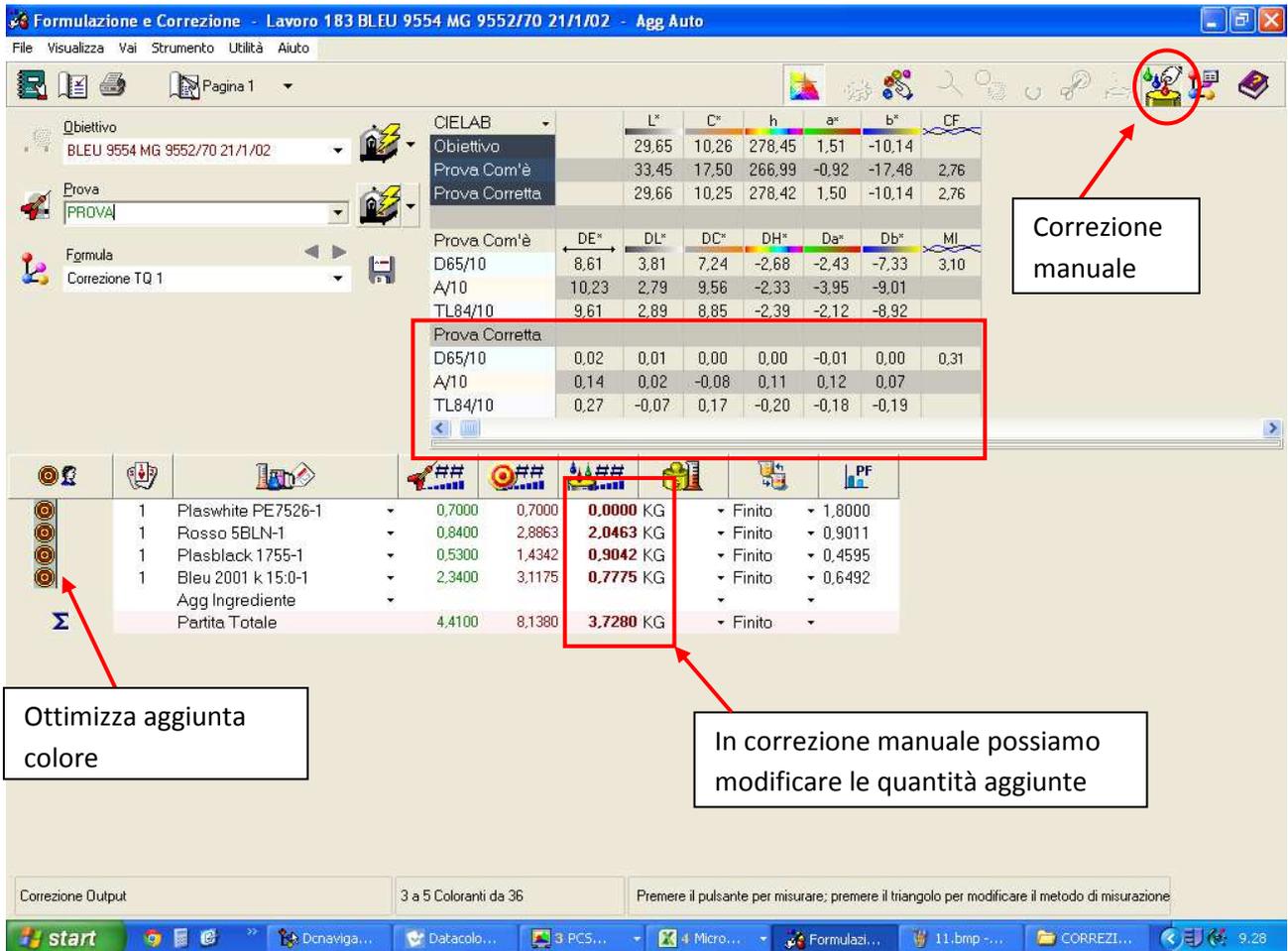


Figura 10

Basterà cliccare sulla colonna indicante la correzione che noi reputiamo migliore per selezionarla.

In questo caso il software ha deciso di non aggiungere nessun nuovo colore, in quanto con i soli colori in ricetta riusciva a correggere ottimamente il colore. In altri casi il colorimetro sentirà la necessità di aggiungere un ingrediente per correggere al meglio il colore.

G. Ora possiamo andare a modificare manualmente la correzione offerta dal colorimetro. Il software automaticamente ci farà vedere, nella parte della tabella Prova Corretta, come cambiano le differenze colorimetriche applicando le modifiche.



The screenshot shows the 'Formulazione e Correzione' software interface. The top menu bar includes 'File', 'Visualizza', 'Vai', 'Strumento', 'Utilità', and 'Aiuto'. The main window displays colorimetric data for 'BLEU 9554 MG 9552/70 21/1/02'. The 'CIELAB' section shows 'Obiettivo', 'Prova Com'è', and 'Prova Corretta' with values for L\*, C\*, h, a\*, b\*, and CF. Below this, a table shows colorimetric differences (DE\*, DL\*, DC\*, DH\*, Da\*, Db\*, MI) for 'D65/10', 'A/10', and 'TL84/10' under 'Prova Corretta'. A red box highlights this table, with an arrow pointing to a toolbar icon labeled 'Correzione manuale'. At the bottom, a table lists ingredients and their weights, with a red box highlighting the 'Paritta Totale' row and an arrow pointing to a target icon labeled 'Ottimizza aggiunta colore'. Another red box highlights the '0.7775 KG' value for 'Bleu 2001 k 15:0-1' with an arrow pointing to it, labeled 'In correzione manuale possiamo modificare le quantità aggiunte'. The bottom status bar shows 'Correzione Output' and '3 a 5 Coloranti da 36'.

	L*	C*	h	a*	b*	CF
Obiettivo	29,65	10,26	278,45	1,51	-10,14	
Prova Com'è	33,45	17,50	266,99	-0,92	-17,48	2,76
Prova Corretta	29,66	10,25	278,42	1,50	-10,14	2,76

	DE*	DL*	DC*	DH*	Da*	Db*	MI
D65/10	8,61	3,81	7,24	-2,68	-2,43	-7,33	3,10
A/10	10,23	2,79	9,56	-2,33	-3,95	-9,01	
TL84/10	9,61	2,89	8,85	-2,39	-2,12	-8,92	

	0,7000	0,7000	0,0000 KG	1,8000
1 Plaswhite PE7526-1	0,8400	2,8863	2,0463 KG	0,9011
1 Rosso 5BLN-1	0,5300	1,4342	0,9042 KG	0,4595
1 Plasblack 1755-1	2,3400	3,1175	0,7775 KG	0,6492
1 Bleu 2001 k 15:0-1				
Agg Ingrediente				
Paritta Totale	4,4100	8,1380	3,7280 KG	

Figura 11

Se nel modificare i pesi aggiunti, andiamo ad esempio ad escludere l'aggiunta di un colore, possiamo ottimizzare la formula cliccando nel bersaglio  corrispondente al colore che vogliamo perfezionare.

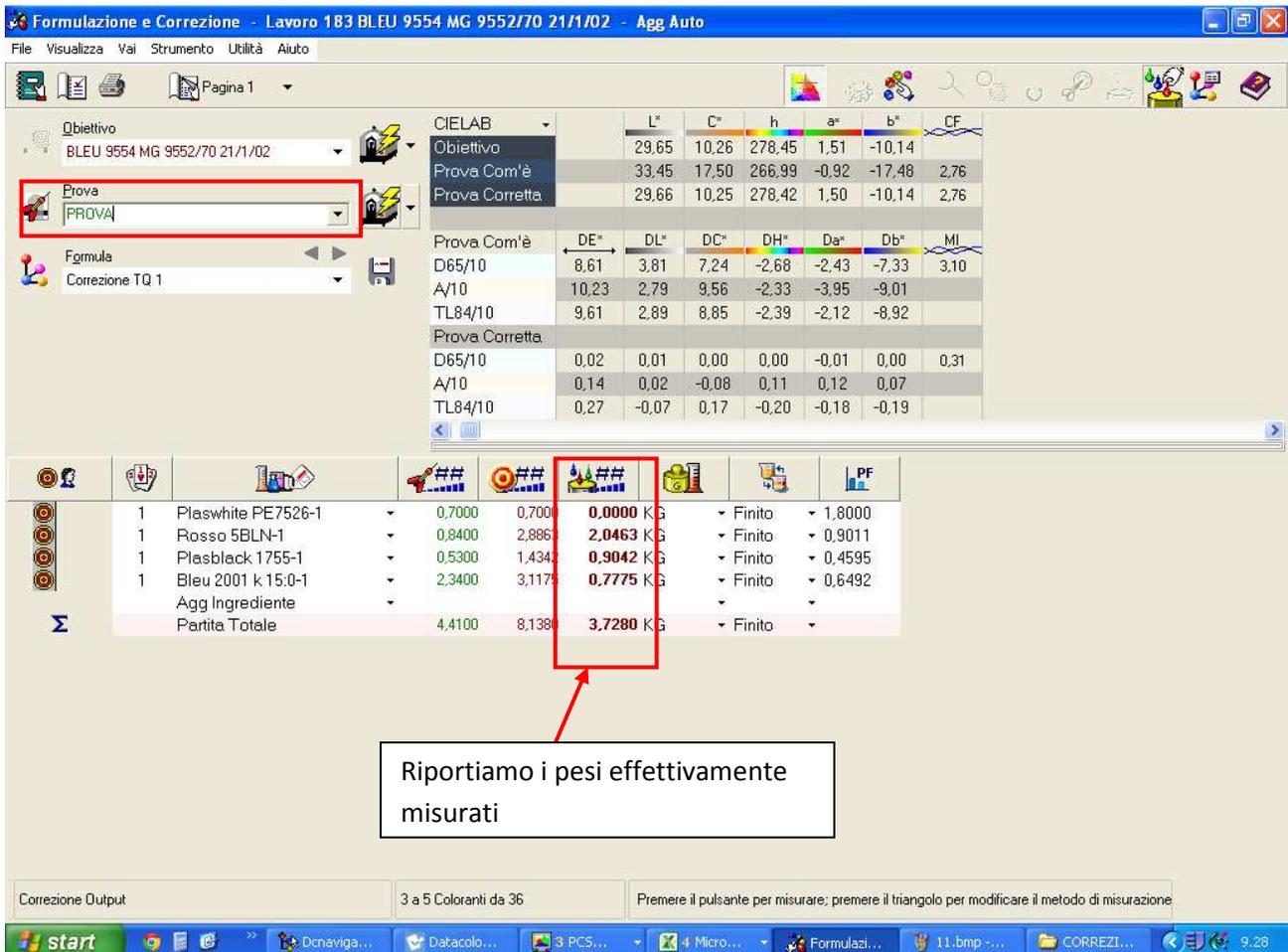
H. Stampiamo la ricetta, riportiamo se necessario i pesi in pigmento e ricordiamoci che questa correzione è su 1 kg. Se noi stampiamo con 0,5 kg dividiamo per due la correzione data dal colorimetro.

I. Stampiamo ora la placchetta con la correzione fatta dal computer. Ottenuta la placchetta, indichiamo al colorimetro i pesi effettivamente aggiunti nella colonna apposita e facciamo leggere la placchetta al colorimetro, dando un nome nella



riga Prova, ad esempio PROVA1 e cliccando il pulsante di lettura .

Se abbiamo fatto delle correzioni manuali chiederà di salvarle, clicchiamo su Sì.



The screenshot shows the 'Formulazione e Correzione' software interface. The top window title is 'Formulazione e Correzione - Lavoro 183 BLEU 9554 MG 9552/70 21/1/02 - Agg Auto'. The interface includes a menu bar (File, Visualizza, Vai, Strumento, Utilità, Aiuto) and a toolbar. The main area is divided into several sections:

- Obiettivo:** BLEU 9554 MG 9552/70 21/1/02
- Prova:** PROVA (highlighted with a red box)
- Formula:** Correzione TQ 1
- Colorimetric Data Tables:**

	L*	C*	h	a*	b*	CF
Obiettivo	29,65	10,26	278,45	1,51	-10,14	
Prova Com'è	33,45	17,50	266,99	-0,92	-17,48	2,76
Prova Corretta	29,66	10,25	278,42	1,50	-10,14	2,76

	DE*	DL*	DC*	DH*	Da*	Db*	MI
D65/10	8,61	3,81	7,24	-2,68	-2,43	-7,33	3,10
A/10	10,23	2,79	9,56	-2,33	-3,95	-9,01	
TL84/10	9,61	2,89	8,85	-2,39	-2,12	-8,92	
Prova Corretta							
D65/10	0,02	0,01	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,31
A/10	0,14	0,02	-0,08	0,11	0,12	0,07	
TL84/10	0,27	-0,07	0,17	-0,20	-0,18	-0,19	
- Ingredient List:**

1	Plaswhite PE7526-1	0,7000	0,7000	0,0000	KG	1,8000
1	Rosso 5BLN-1	0,8400	2,8860	2,0463	KG	0,9011
1	Plasblack 1755-1	0,5300	1,4340	0,9042	KG	0,4595
1	Bleu 2001 k 15:0-1	2,3400	3,1170	0,7775	KG	0,6492
	Agg Ingrediente					
Σ	Partita Totale	4,4100	8,1380	3,7280	KG	

A red box highlights the '0,0000' value in the ingredient list, with a red arrow pointing to a text box that says 'Riportiamo i pesi effettivamente misurati'. The bottom status bar shows 'Correzione Output' and '3 a 5 Coloranti da 36'.

Figura 12

**CORREZIONE MEDIANTE SOFTWARE  
COLORIMETRICO**

Rev.:

Pagina:

J. Otteniamo ora la differenza colorimetrica tra la placchetta corretta dal colorimetro appena stampata e lo standard.

Se il risultato è soddisfacente terminiamo qui la correzione.

Se non ci soddisfa possiamo ripetere il procedimento dal punto F o tornare alla pagina

precedente tramite l'icona  Pagina 2 , dalla pagina 1 modifichiamo la prima

correzione oppure scegliamo un'altra correzione con il pulsante  .



# Studio delle formule per la differenza del colore

## Abstract

In questo scritto si è andati a studiare, in maniera approfondita e specifica alle esigenze aziendali, le differenze che intercorrono tra le diverse formule per il confronto tra colori. In particolar modo si è voluto evidenziare i punti di forza e debolezza delle singole formule, cercando di trovare il metodo che rende più semplice e agevole il processo di passa/non passa nell'accettazione dei colori in fase di controllo in linea.

## Introduzione

La visione di un oggetto inizia nell'occhio, o meglio nella sua parte sensibile: la retina. In essa si generano segnali nervosi in risposta all'energia irraggiata dagli oggetti. La retina è formata da vari tipi di cellule, i fotoni che arrivando all'occhio vengono adsorbiti dai fotorecettori (coni e bastoncelli) i quali generano dei segnali neurali mediante un processo detto trasduzione. Attraverso studi ed esperimenti si è visto che i segnali generati dai tre tipi di coni sono collegati direttamente con la sensazione di colore e sono detti *segnali tristimolo*.

Fisicamente lo stimolo è definito da tre variabili: luminanza totale, lunghezza d'onda dominante e purezza, mentre soggettivamente i tre parametri diventano brillantezza, tinta e saturazione. L'asserto che tutte le sensazione cromatiche siano riconducibili a tre sole variabili trova spiegazione nei fatti sperimentali: dato una radiazione qualsiasi, il suo colore può essere riprodotto dalla somma, con opportune proporzioni, di tre radiazioni primarie, dove per primarie si indica che nessuna delle tre radiazioni sia eguagliabile in colore alla somma delle altre due, né due di esse siano tra loro complementari. Solitamente le primarie sono scelte in modo che le rispettive lunghezze d'onda siano più distanti possibili nello spettro, solitamente corrispondenti a colori nella regione spettrale del rosso, del verde e del blu-viola (RGB). Si ricordi che su questo principio si basano i sistemi di riproduzione additiva dei colori come la televisione.

Ipotesi fatte già all'inizio dell'800, confermate poi da esperimenti scientifici moderni, affermano che nel nostro occhio sono presenti tre soli meccanismi, sensibili rispettivamente a

radiazioni di tre diverse regioni spettrali, aventi massima sensibilità nella regione del rosso, verde e viola. Per stimoli visivi quindi la visione è tricromatica, ma si deve tener conto che le sensazioni possono variare al variare delle dimensioni degli stimoli stessi e della distanza del campo visivo. Di queste affermazioni si deve tener conto nella definizione di grandezze colorimetriche.

Successivamente questi segnali vengono elaborati da altre cellule in segnali detti *opponenti* e trasmessi al cervello lungo il nervo ottico. Questa teoria dei segnali opposti è stata messa in contrasto con la teoria del tristimolo. La teoria dei colori opposti dice che esistono quattro tinte elementari cioè percettivamente non scomponibili: blu, verde, giallo e rosso. Ad esempio un verde non elementare può avere contenuto di giallo oppure blu, ma nessun verde ha mai percettivamente contenuto di rosso. Inoltre due colori come rosso e verde tendono reciprocamente a cancellarsi. Il rosso in un arancione si può percettivamente cancellare aggiungendo del verde. Quindi rosso e verde sono colori opposti come lo sono giallo e blu. Per rendere ragione della sensazione risultante dal contrasto chiaro-scuro è stato postulato un terzo meccanismo bianco-nero. In questo modo rispettiamo la trivarianza della visione cromatica.

Recentemente si sono riunite queste due teorie dando alla prima il compito di spiegare la prima fase di trasduzione da parte dei fotorecettori e alla seconda teoria il ruolo di descrivere l'elaborazione dei segnali per la trasmissione al cervello.

Infine questo cammino si conclude con l'interpretazione dei segnali opposti da parte del cervello e quindi nella percezione del colore.

Da queste ultime parole e da quanto scritto prima si può evincere che la visione di un colore è interpretabile, questa interpretazione parte già dal nostro cervello e si conclude con le esperienze acquisite e l'educazione di ogni persona.

Da qui il problema fondamentale della colorimetria, ossia la difficoltà di comunicazione univoca dei colori. Miriadi di studi sono stati fatti, con ottimi risultati, per cercare di rendere universale il termine blu cobalto o rosso magenta, che cercheremo di approfondire e spiegare in base alle conoscenze acquisite sul campo durante il lavoro a contatto con il mondo dei colori.

Il colore indica due cose: una proprietà fisica degli oggetti e una particolare esperienza fenomenica dell'osservatore. Ci sarà quindi un aspetto oggettivo e uno soggettivo nella percezione del colore.

Possiamo dire che *il colore è immediato per l'osservatore ma mediato da esso*. Bastano queste poche parole per descrivere tutti i problemi della colorimetria. Sono da queste considerazioni che si gettano le basi per una discussione costruttiva sulla valutazione delle differenze di colore e sui diversi metodi finora trovati. La sensibilità umana alle differenze tra colori è veramente alta, si stima che si riesca a discriminare un numero molto alto di colori, vicino al milione.

Si è sentito la necessità di dare al singolo colore la possibilità di essere riconosciuto univocamente senza motivi di dubbi e incertezze. Più difficile invece è determinare le possibili differenze tra due colori, proprio su questo argomento è incentrata la nostra discussione.

La colorimetria allo stadio attuale non può considerarsi una materia conclusa nell'ambito della scienza dei colori. Il compito principale della colorimetria è la specificazione del colore mediante numeri.

La visione è un fenomeno complesso ed il colore è solo una parte, avremo le forme, le ombre e le luci, la tessitura delle superfici e le interazioni tra questi elementi. La colorimetria vuole invece studiare il colore come un fenomeno isolato e richiede che l'osservazione avvenga in condizioni opportune e regolabili. Esistono diversi modi per presentare il colore: - il modo illuminante proprio della visione diretta di una sorgente luminosa; - il modo oggetto proprio della visione di un oggetto illuminato caratterizzato da riflessione o trasmissione diffusa della radiazione; - modo-apertura metodo in cui si fa passare la radiazione, dopo aver colpito un oggetto, attraverso un foro. L'occhio è così costretto a mettere a fuoco il bordo di apertura e non può in questo modo associare il colore ad un oggetto o sorgente. Si perdono tutte le informazioni dell'oggetto quali la disuniformità, la lucidezza, la tessitura, il tipo di illuminazione e rimane solo un fascio omogeneo di raggi aventi uguale composizione spettrale. In questo modo del colore possiamo considerare solo l'intensità della radiazione e la decomposizione spettrale, specificando numericamente il tutto.

La prima fase della colorimetria, colour matching si basa proprio su osservazioni in apertura. Le successive fasi di colour difference e colour appearance si basano su osservazioni in situazioni semplici, controllabili e ripetibili.

Gli attributi base di un colore sono: brillantezza [brightness], tinta [hue] e pienezza del colore [colourfulness]. Gli attributi relativi di un colore sono tali quando è giudicato in relazione a uno o più colori. Gli attributi relativi riferiti al diffusore ideale sono chiarezza [lightness], croma [chroma] e saturazione [saturation].

## Studio delle formule

In questo elaborato non vogliamo riportare tutta la storia della colorimetria ma cercheremo di focalizzarci sulle cose fondamentali e importanti, ossia i sistemi utilizzati per verificare le differenze colore.

Nel 1931 a partire dalle funzioni tricromatiche RGB si è pensato di sviluppare delle trasformazioni matematiche per rendere possibile l'identificazione di uno stimolo di colore da tre numeri, dando vita alla colorimetria.

Si è passati a convertire una curva spettrale in tre valori tristimolo ossia tre valori numerici, XYZ. È stato così possibile identificare un colore attraverso tre numeri. Si chiamano valori tricromatici per l'illuminante D65 e l'osservatore CIE 1931. Questo sistema sta alla base scientifica della colorimetria moderna.

È stato oggetto di numerosi studi e miglioramenti negli anni successivi. Tra i vari spazi colore creati il più usato è il CIELAB che individua i colori in una sfera.

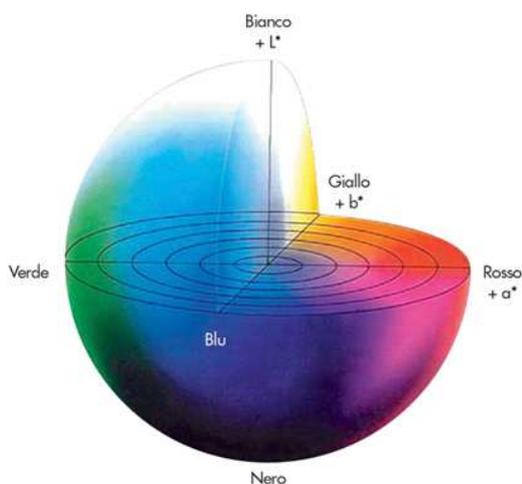


Figura 1. Sfera colori spazio CIELab

Utilizza coordinate cartesiane  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  dove  $L^*$  rappresenta il chiarore,  $a^*$  la componente cromatica rosso-verde,  $b^*$  la componente cromatica giallo-blu. Oppure il colore può essere individuato con le coordinate cilindriche  $L^*$ ,  $C^*$  e  $h$  dove  $L^*$  è sempre il chiarore,  $C^*$  la croma o saturazione mentre  $h$  l'angolo di tinta. Questo spazio colore è decisamente più semplice da usare nell'individuazione di un colore.

Molte aziende devono realizzare prodotti che siano i più uniformi possibili o che rispondano alle esigenze di un cliente. Il colore dovrà rispettare dei limiti di variazione. In uno spazio uniforme come lo spazio CIELAB le differenze colore sono misurate tramite la misura della distanza geometrica che separa i diversi punti di colore in quello spazio.

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$$

Potremmo in questo caso esprimere la differenza colore in due metodi:  $DL^*$ ,  $Da^*$ ,  $Db^*$  oppure  $DL^*$ ,  $DC^*$ ,  $Dh$ . Nel primo sistema si riprende il concetto base dei colori antagonisti della visione: variazione rosso-verde, con proiezione della differenza sull'asse  $a^*$  ( $+Da^*$ =più rosso;  $-Da^*$ =più verde;) e variazione giallo-blu con differenza proiettata sulla asse  $b^*$  ( $+Db^*$ =più giallo;  $-Db^*$ =più blu).  $DL^*$  esprimerà la differenza di chiarore: valore positivo indica differenza verso il chiaro mentre valore negativo verso lo scuro. Il  $DE^*$  risulterà essere la distanza geometrica cruda tra i due colori, senza altre considerazioni. Questo metodo risulta essere troppo grezzo e non tiene conto della sensibilità dell'occhio ai colori. Ad esempio non indica che la stessa differenza tra due colori molto saturi, alta Croma, risulterà essere meno visibile che la differenza tra due grigi. Quindi il  $DE^*$  CIELAB tratta i colori tutti allo stesso modo. Con il  $DE^*$  si vuole riassumere la differenza di un colore in un unico numero, questo può portare a delle imprecisioni, se l'errore è spalmato sui tre parametri il numero risultante è indicativo ma se l'errore è concentrato su di un unico valore, ad esempio  $Da^*$ , il valore di  $DE^*$  risulterà essere troppo basso rispetto alla differenza colore che noi vediamo. Inoltre questa differenza su  $Da^*$  ci risulterà essere poco visibile su un rosso, ma su un bianco questa differenza farà risultare il colore un bianco rosato rendendo lo scostamento del colore ben più visibile. Il sistema CIELab ci da uno spazio di tolleranza con una forma a cubo.

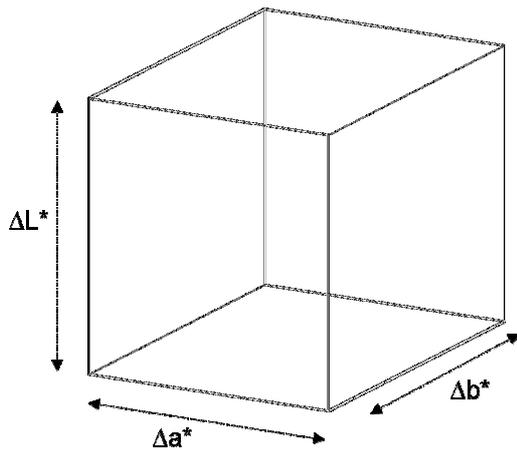


Figura 2. Forma tolleranza CIELab.

Notiamo però che la forma delle regioni di tolleranza definite da  $DE^*$ ,  $Da^*$  e  $Db^*$  sono completamente differenti dalle forme reali di tolleranza percepite dal nostro occhio. Inoltre la forma e le dimensioni delle tolleranze percepite dall'occhio variano a seconda del colore osservato.

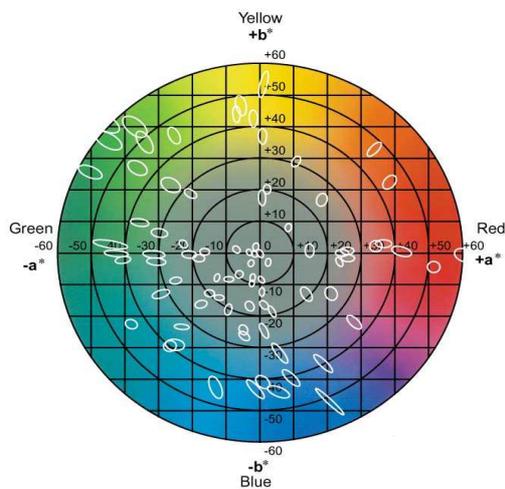


Figura 3. Come l'occhio vede le tolleranze nelle varie regioni.

Possiamo notare che sul grigio l'ellisse di tolleranza risulterà essere tonda.

Aumentando la saturazione, ossia  $C$ , la differenza sulla saturazione risulta essere meno visibile e quindi aumenta la tolleranza su  $C$ .

L'area aumenta con il crescere della croma. Varia poi con la tinta e con la differenza di luminosità.

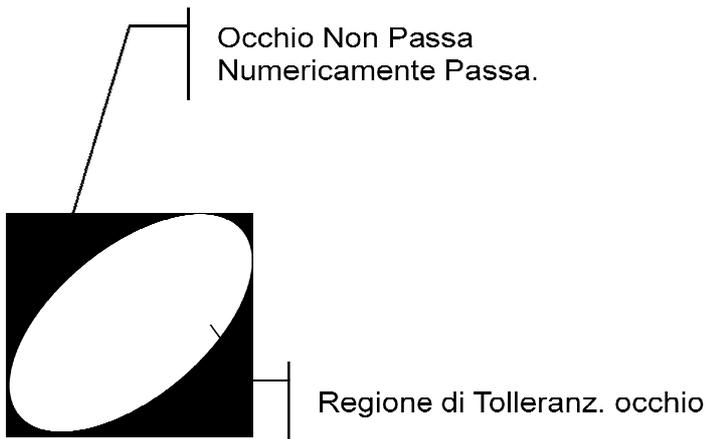


Figura 4. Tolleranze dell'occhio a confronto con la tolleranza numerica CIE Lab.

La valutazione della differenza tra due colori deve tener conto dello strumento che l'uomo usa per valutare i colori, ossia l'occhio. Da esperimenti effettuati si è potuto notare che l'occhio valuta in maniera diversa il colore in base a dove si trova il colore nello spazio colore, quindi in base a che tipo di terna di coordinate stiamo valutando. Il problema che si è riscontrato nella valutazione nel sistema DE\* è stato che questo non discrimina i colori ma li tratta tutti nello stesso modo, invece l'occhio, strumento di controllo di riferimento, valuta un colore in base alla sua croma, alla sua tinta e alla sua brillantezza. Si aggiunge anche un quarto fattore che è la sensibilità nella regione del blu che complica ulteriormente le cose. Lo scopo è quello di trovare una formula che ragioni come ragiona il nostro occhio o che almeno si avvicini al modo di evidenziare le differenze che il nostro occhio vede. Per questo sono nate diverse correzioni alla formula iniziale del DE\*.

In primis è nato il DE\*<sub>94</sub> che ha inserito dei fattori correttivi per ogni parametro che contribuisce alla formula del DE\* ossia DL\*, DC\* e Dh.

Riportiamo la formula che calcola il DE\*<sub>94</sub>:

$$\Delta E_{94}^* = \left[ \left( \frac{\Delta L^*}{k_L S_L} \right)^2 + \left( \frac{\Delta C^*}{k_C S_C} \right)^2 + \left( \frac{\Delta H^*}{k_H S_H} \right)^2 \right]^{1/2}$$

Vediamo i fattori S<sub>L</sub>, S<sub>C</sub>, S<sub>H</sub> che rappresentano i fattori rispettivamente di chiarore, croma e tinta così calcolati S<sub>L</sub>=1, S<sub>C</sub>=1+0,045C\*, S<sub>H</sub>=1+0,015C\*. Mentre i fattori k sono correttivi legati alle condizioni di osservazione dei campioni. Come vediamo i termini S sono sempre maggiori o uguali ad uno, quindi il loro inserimento nella formula fa abbassare il valore numerico della differenza risultante. Questo indica che la differenza tra due colori trovata con DE\*<sub>94</sub> è minore rispetto alla differenza

calcolata con la DE\* geometrica. Il DE\*94 è più “buono” del DE\*, ci dice che un colore è meno differente all’altro rispetto alla formula DE\*CIELab. DE\*94 è pesata per il fattore DC\* e DH\* basati sulla cromaticità (cresce al crescere della cromaticità). Inoltre i fattori S<sub>C</sub> e S<sub>H</sub> cambiano solo al crescere della cromaticità, non se la tinta o la luminosità cambiano.

Altra formula che è andata a migliorare quest’ultima è la DE\*2000, che risulta essere una revisione della DE\*94.

In questo caso nella formula si va ad aggiungere un termine che tiene conto delle variazioni specifiche della regione del blu. Questo lo si vede nel termine R<sub>T</sub> che varia con il seno dell’angolo θ.

Riportiamo la formula:

$$\Delta E_{00}^* = \left[ \left( \frac{\Delta L'}{k_L S_L} \right)^2 + \left( \frac{\Delta C'}{k_C S_C} \right)^2 + \left( \frac{\Delta H'}{k_H S_H} \right)^2 + \left( R_T \left( \frac{\Delta C'}{k_C S_C} \right) \left( \frac{\Delta H'}{k_H S_H} \right) \right) \right]^{1/2}$$

Il termine R<sub>T</sub> va proprio ad aumentare il DE, in quanto contiene al suo interno una funzione seno che aumenterà il DE e quindi diminuirà la tolleranza.

Da studi sulla neurofisiologia del colore è nato un sistema di confronto colore chiamato CMC. Gli studi basandosi su numerosissime valutazioni visive hanno consentito di capire e di valutare la sensibilità dei criteri psicosensoriali delle visione dei colori. Gli studi hanno portato alla definizione di fattori psicometrici (coefficienti ponderali) per ciascuno dei criteri di classificazione che saranno integrati nel calcolo dello scarto totale di colore (DE).

Le industrie che hanno utilizzato molto le formule delle differenze di colore, sia per valutare le tolleranze, sia per automatizzare l’accettazione di conformità e che utilizzano tradizionalmente il sistema CIELab, sono giunte alla conclusione che le formule delle differenze CIELab a volte portano a commettere errori.

In Gran Bretagna, dove dal 1970 sono state condotte ricerche ininterrotte, è stata elaborata progressivamente una modifica alla formule CIE Lab, verificata in seguito con decine di migliaia di giudizi visivi e infine normalizzata dalla British Standard Institution. Il metodo, prima noto con il nome di JPC79, ora si chiama CMC (Color Measurement Committee of the Society of Dyers and Colourists). In linea di principio il metodo è di semplice applicazione. Si riprende la formula base del calcolo di uno scarto totale di colore (DE) nel sistema CIE Lab, espresso in  $L^* C^* h^*$ , ma si pesano le differenze di chiarore, croma e tinta con termini correttivi, legati essi stessi a chiarore, croma e tinta.

$$\Delta E_{CMC} = \left[ \left( \frac{\Delta L^*}{l S_L} \right)^2 + \left( \frac{\Delta C^*}{c S_C} \right)^2 + \left( \frac{\Delta H^*}{S_H} \right)^2 \right]^{1/2}$$

Dove  $S_L$

- se  $L^* < 16 \rightarrow S_L = 0,511$
- se  $L^* \geq 16 \rightarrow S_L = \frac{0,040975L^*}{1+0,01765L^*}$

Dove  $S_C$

- $S_C = \frac{0,0638C^*}{1+0,0131C^*} + 0,638$

Dove  $S_H$

- $S_H = (FT + 1 - F) S_C$

dove  $F = \left[ \frac{C^{*4}}{C^{*4} + 1900} \right]^{1/2}$  e  $T = 0,36 + |0,4 \cos(35 + h)|$ .

Tranne il caso in cui  $164^\circ < h < 345^\circ$

dove  $T = 0,56 + |0,2 \cos(168 + h)|$

I termini correttivi  $S_L$ ,  $S_c$  e  $S_H$  sono stati valutati empiricamente e risultano da formule che ne consentono un calcolo preliminare. Inoltre, due fattori supplementari  $l$  e  $c$  possono modulare i risultati secondo la natura particolare del problema, in particolare l'accettabilità di uno scarto. I parametri  $l$  e  $c$ , regolabili dall'utilizzatore, possono essere assunti entrambi come uguali a 1, il caso più frequente per giudicare la percettibilità degli scarti di colore.

La differenza di chiarore,  $DL^*$ , viene modificata solo dal chiarore. È più limitata per i chiarori deboli e, al contrario, più ampia per i chiarori forti. Le differenze di croma,  $DC^*$ , sono modificate solo dal croma. In generale sono inferiori rispetto a quelli del CIE Lab, tranne per i croma di valore molto basso (inferiore a 6). Si riscontra, infine, che le differenze di tinta,  $DH^*$ , vengono modificate da angolo di tinta e croma. In particolare si nota che per i colori arancio le differenze di tinta risultano maggiorate rispetto alle tinte verdi. Se ne può concludere che quando i colori sono abbastanza saturi l'effetto delle differenze di tinta è sensibilmente minore rispetto al CIE Lab.

Su questa formula ci sono pareri discordanti, ma grazie all'esperienza accumulata nello studio dei colori possiamo dire che questa è una buona formula che tiene conto in modo efficiente della capacità di discriminare due colori da parte dell'occhio. Andando a confrontare i vari  $DE^*$  ricavati con le ultime formule create vediamo che rispondono in maniera diversa ai vari problemi riscontrati nella definizione di una tolleranza univoca ossia croma, hue, lightness, blue. Il CMC risponde bene a tutti questi problemi tranne per quanto riguarda la regione del blu che viene trattata solamente dal  $DE^*00$ .

## CONCLUSIONI

Per quando riguarda il caso dell'azienda ci siamo sempre trovati a lavorare con il sistema di tolleranza  $DE^*$ . Abbiamo voluto aggiungere a questo sistema, la tolleranza CMC in quanto permette all'operatore che ha a che fare con due colori da confrontare, di poter individuare con un solo numero la bontà del colore in base a come lo vede l'occhio umano. Questa formula ha la proprietà di non far perdere tempo all'operatore nel cercare di migliorare qualcosa in un colore anche se questo visivamente non porta vantaggi.

Ricordiamoci che nel fissare una tolleranza si deve inoltre tener conto delle richieste del cliente, fondamentale sarà la comunicazione tra il reparto commerciale e il reparto sviluppo colori,

per poter indirizzare le risorse verso la giusta direzione senza sprecarle in modo vano alla ricerca magari di un colore perfetto per la cinghia di trasmissione di un motore.

Per colori senza specifiche tolleranze si potranno quindi usare tolleranze che stiano dentro l'ellisse creata dal CMC. In questo modo possiamo lavorare con colori che secondo l'occhio umano sono identici, minimizzando le energie per la correzione di un colore che l'occhio non è in grado di distinguere, ma che l'uso di altri sistemi di tolleranza ci indicano come valori sbagliati. Il CMC risulta la formula ideale per l'azienda viste le considerazioni fatte.





## 1. SCOPO

Questa istruzione spiega come applicare delle tolleranze univoche ad uno standard mediante software colorimetrico. Inoltre spiega l'inserimento di tolleranze condivise.

## 2. PROCEDURA

1. Recuperare lo standard sul quale si vogliono applicare le tolleranze.
2. Cliccare su Std e poi su Tolleranza

The screenshot shows the Datacolor TOOLS software interface. The menu 'Tolleranza' is highlighted, and the standard 'DP1311/' is selected. The interface displays two colorimetric diagrams (L\*a\*b\* and L\*u\*v\*) and a table of colorimetric data.

Ill/oss	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	DE*	Metamerismo
D65 10 Deg	-0.63	-0.23	1.09	-1.02	0.45	1.28	
A 10 Deg	-0.56	0.45	1.10	-0.68	0.98	1.32	0.68
TL84 10 Deg	-0.69	0.39	0.85	-0.46	0.82	1.17	0.69

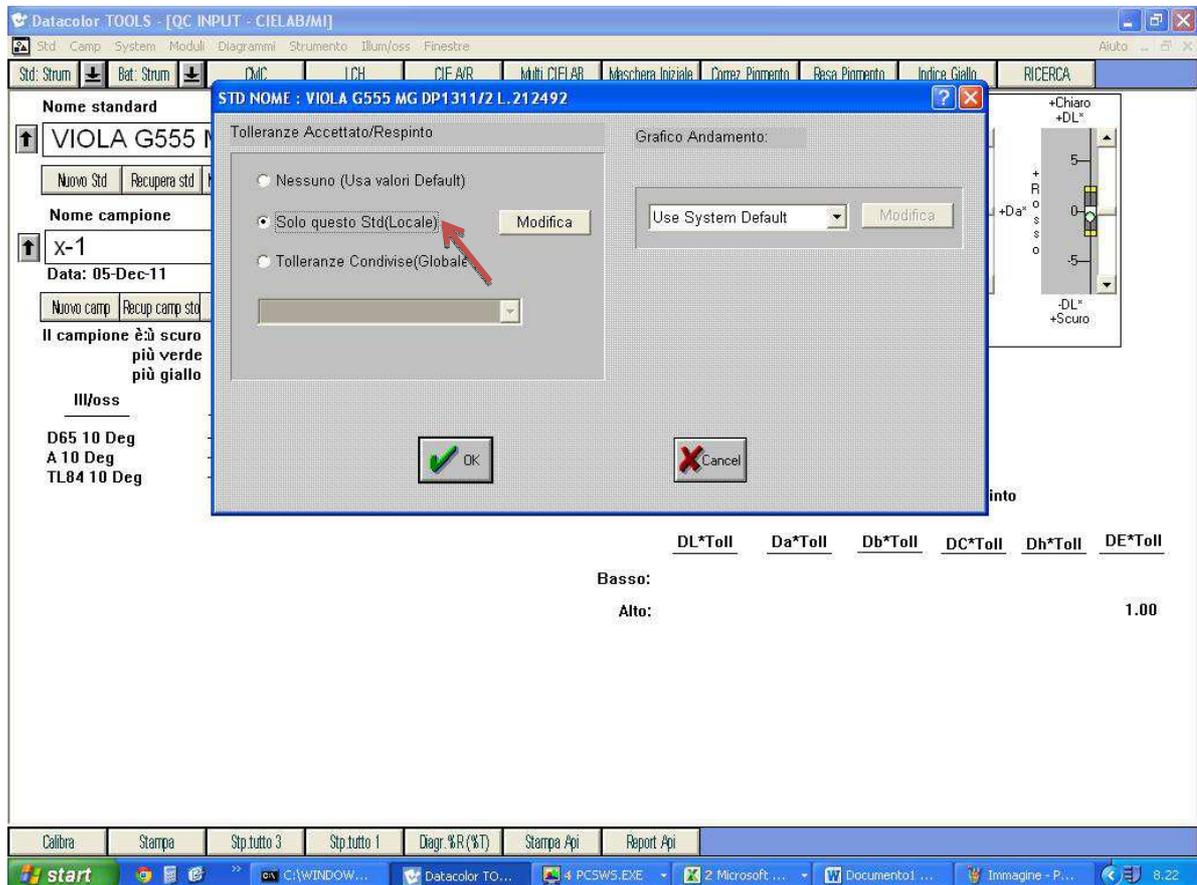
**Tolleranze accettate/respinte**

	DL*Toll	Da*Toll	Db*Toll	DC*Toll	Dh*Toll	DE*Toll
Basso:						
Alto:						1.00

At the bottom of the interface, there are buttons for 'Calibra', 'Stampa', 'Stp.tutto 3', 'Stp.tutto 1', 'Diagr. %R (%T)', 'Stampa Api', and 'Report Api'.



- Scegliere di dare una tolleranza al solo standard. Per creare una tolleranza univoca cliccare su Solo questo Std(Locale) e poi su modifica.



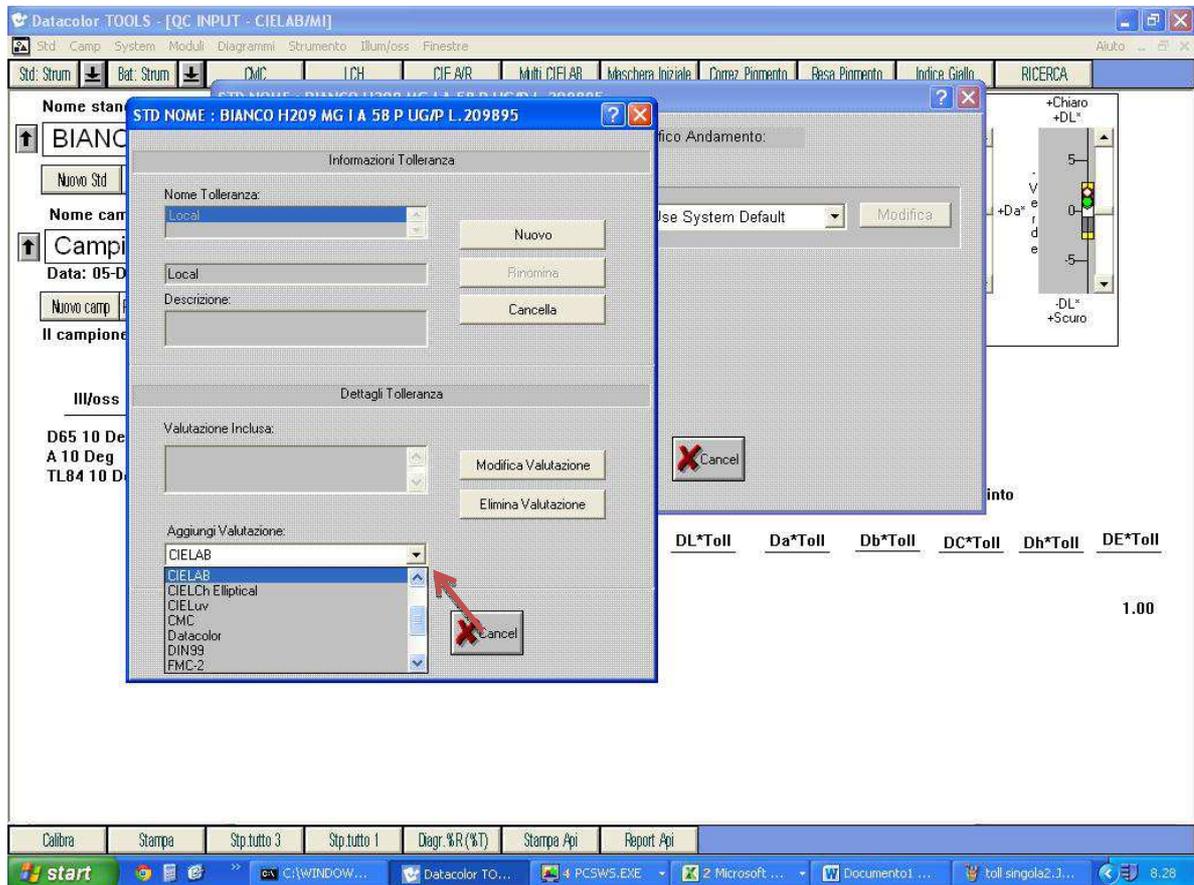
APPLICAZIONE TOLLERANZE AL  
COLORIMETRO

Ist. n°

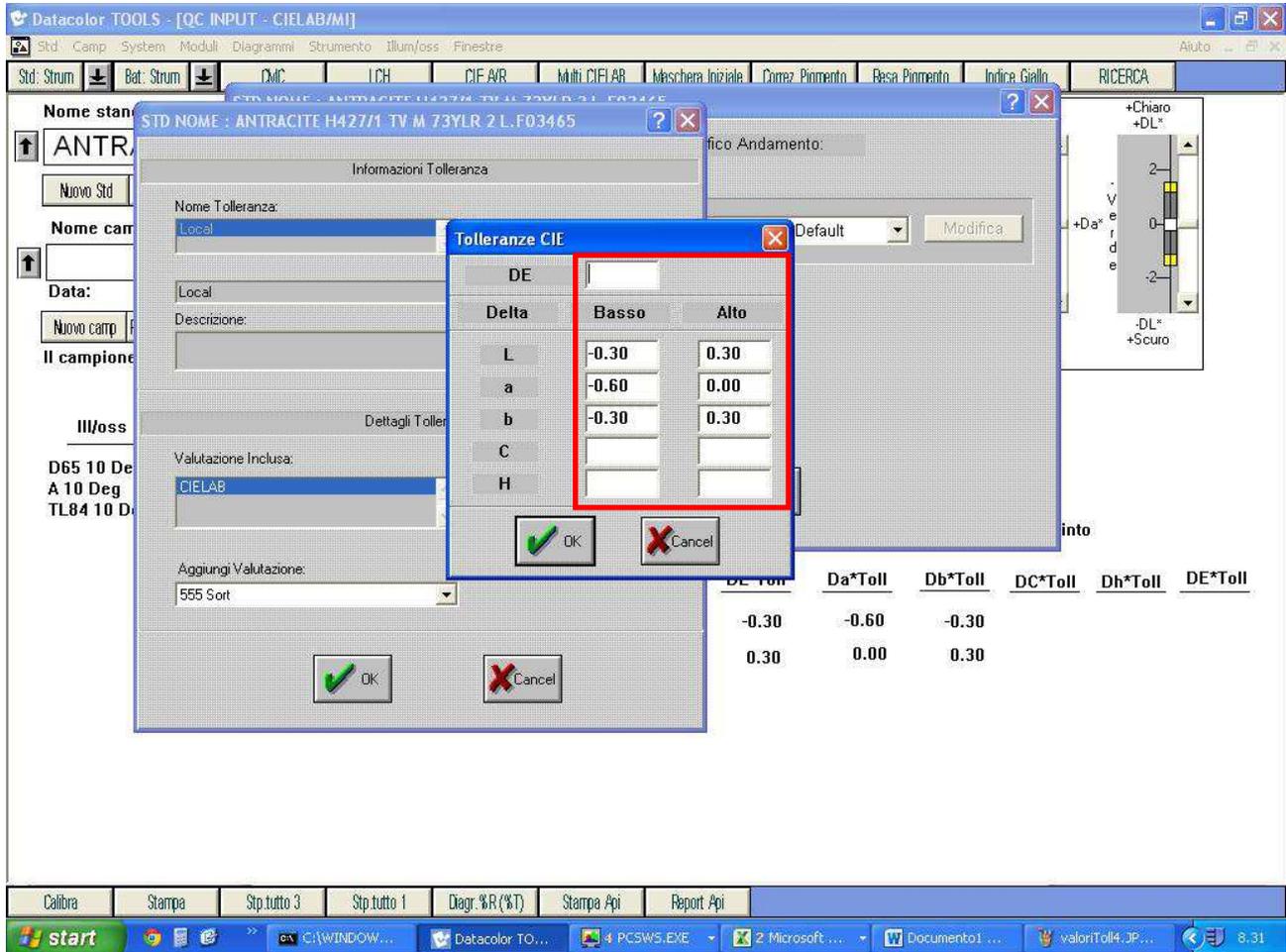
Rev.:

Pagina:

4. Si aprirà una finestra che ci permetterà di scegliere il sistema di tolleranze che vogliamo applicare, su aggiungi applicazione selezioniamo CIELAB.



5. Selezionato CIELAB apparirà una finestrella dove sarà possibile inserire (o modificare) i valori di DE, DL, Da, Db, DC, Dh. Una volta inseriti clicchiamo su ok e poi ancora su ok. Ora ci chiederà di salvare, clicchiamo su si.



6. Possiamo ora vedere le tolleranze impostate direttamente sulla schermata iniziale quando recupereremo lo standard



APPLICAZIONE TOLLERANZE AL  
COLORIMETRO

Ist. n°

Rev.:

Pagina:

Datacolor TOOLS - [QC INPUT - CIELAB/M]

Std: Strum | Bat: Strum | CMC | LCH | CIE A/R | Multi CIELAB | Maschera Iniziale | Correz Pigmento | Resa Pigmento | Indice Giallo | RICERCA

Nome standard: 9 di 10  
ANTRACITE H427/1 TV M

Nome campione: 0 di 0

Data: Ora:

Il campione è:

Ill/oss DL\* Da\* Db\* DC\* DH\* DE\* Metamerismo

D65 10 Deg  
A 10 Deg  
TL84 10 Deg

CMC

Tolleranze accettato/respinto						
	DL*Toll	Da*Toll	Db*Toll	DC*Toll	Dh*Toll	DE*Toll
Basso:	-0.30	-0.60	-0.30			
Alto:	0.30	0.00	0.30			

Calibra | Stampa | Stp.tutto 3 | Stp.tutto 1 | Diag: %R(%T) | Stampa Api | Report Api

start | C:\WINDOW... | Datacolor TO... | 4 PCSW5.EXE | 2 Microsoft... | W applicare\_toll... | Calcolatrice | 9.08



## A. Creare una tolleranza condivisa.

Per creare una tolleranza condivisa da poter applicare a più lotti, andare su system e poi su tolleranza.

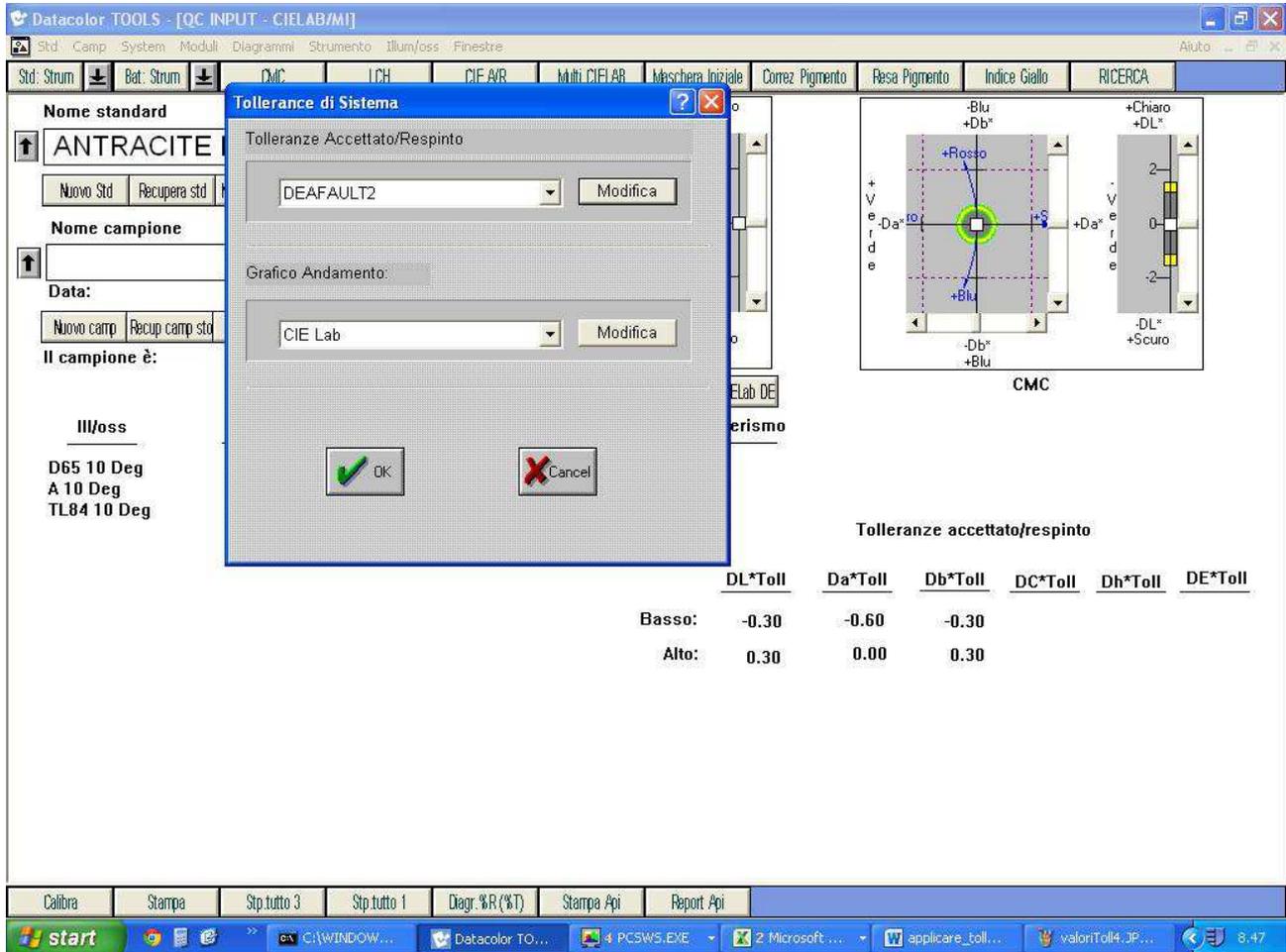
The screenshot shows the Datacolor TOOLS software interface. The 'System' menu is open, and the 'Tolleranza' option is highlighted with a red arrow. The main window displays colorimetric data and tolerance settings.

DH*	DE*	Metamerismo
-1.01	5.02	
-0.77	5.50	0.94
-0.43	5.25	0.93

Tolleranze accettato/respinto

DL*Toll	Da*Toll	Db*Toll	DC*Toll	Dh*Toll	DE*Toll
					1.00

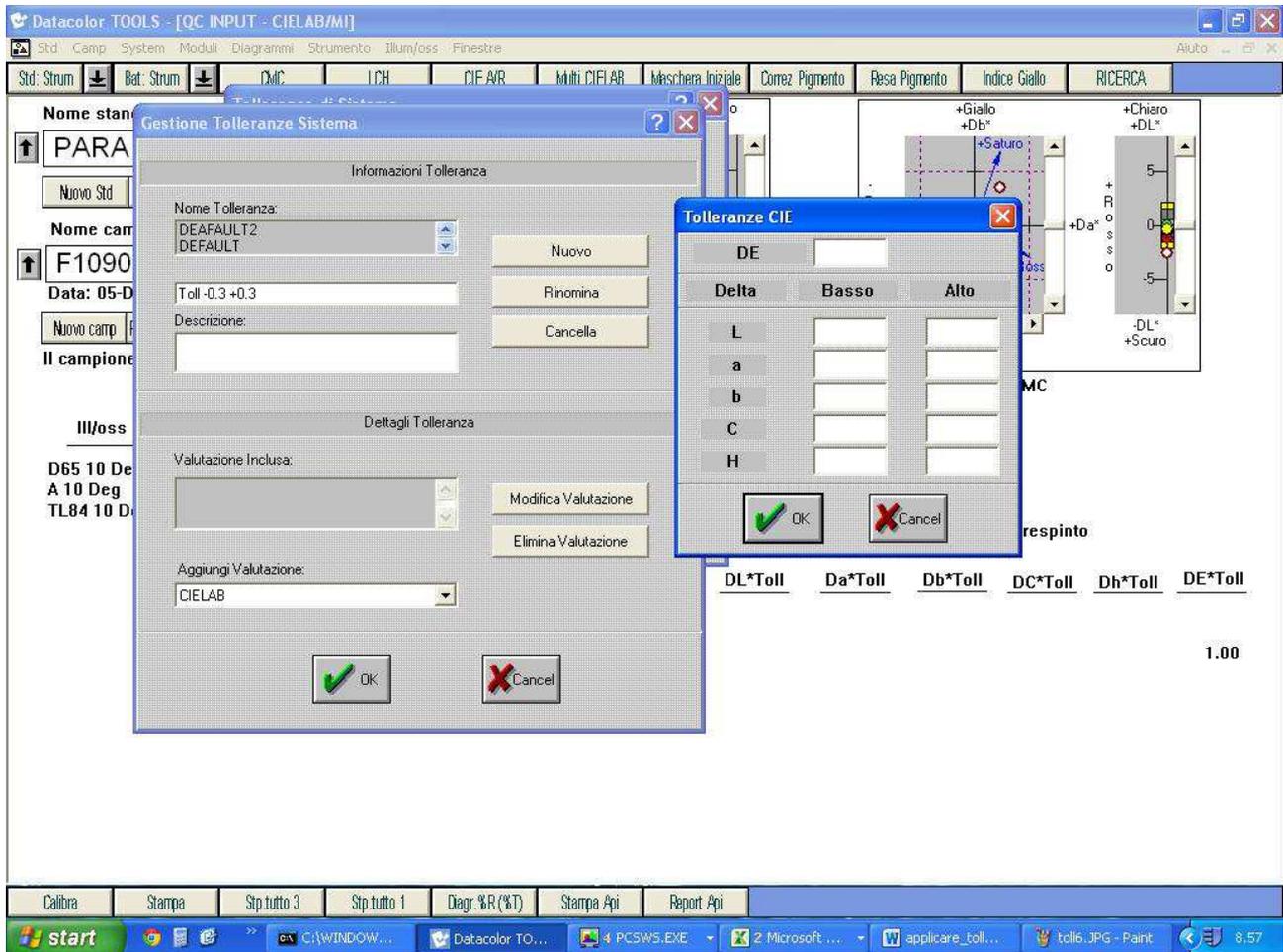
Si apre la finestra sottostante, cliccare su modifica.



The screenshot shows the 'Datacolor TOOLS' interface. A dialog box titled 'Tolleranze di Sistema' is open, showing 'Tolleranze Accettato/Respinto' set to 'DEEFAULT2' and 'Grafico Andamento' set to 'CIE Lab'. Below the dialog, a table displays tolerance values for 'DL\*Toll', 'Da\*Toll', 'Db\*Toll', 'DC\*Toll', 'Dh\*Toll', and 'DE\*Toll' for 'Basso' and 'Alto' conditions.

	DL*Toll	Da*Toll	Db*Toll	DC*Toll	Dh*Toll	DE*Toll
Basso:	-0.30	-0.60	-0.30			
Alto:	0.30	0.00	0.30			

Poi cliccare su nuovo e inserire un nome alla tolleranza. Selezioniamo poi il sistema di tolleranza che vogliamo adottare e cliccando su modifica valutazione indichiamo i valori DE, DL, Da, Db, DC, Dh.



Clicchiamo su ok poi di nuovo su ok, ci chiederà di salvare. Salviamo e avremo una tolleranza che condivisa che possiamo usare ogniqualevolta abbiamo un colore che ha quelle specifiche tolleranze.

Per dare ad uno standard la tolleranza condivisa, al punto 3 scegliamo la tolleranza condivisa e poi selezioniamo la tolleranza appena creata.



APPLICAZIONE TOLLERANZE AL  
COLORIMETRO

Ist. n°

Rev.:

Pagina:

The screenshot shows the Datacolor TOOLS software interface. A dialog box titled "STD NOME : ANTRACITE H427/1 TV M 73YLR 2 L.F03465" is open, displaying tolerance settings. The "Tolleranze Accettato/Respinto" section has three radio buttons: "Nessuno (Usa valori Default)", "Solo questo Std(Locale)", and "Tolleranze Condivise(Globale)". The "Tolleranze Condivise(Globale)" option is selected. Below it, a dropdown menu shows a list of standards: "DEAFULT2", "DEFAULT", and "TOLL +0,3/0,3". A red arrow points to the dropdown menu. To the right, the "Grafico Andamento:" section has a "Use System Default" dropdown and a "Modifica" button. The background shows the main software interface with a table of tolerance values.

	DL*Toll	Da*Toll	Db*Toll	DC*Toll	Dh*Toll	DE*Toll
Basso:	-0.30	-0.60	-0.30			
Alto:	0.30	0.00	0.30			



## 1. Scopo

Questa guida vuole dare delle linee logiche per riuscire a stampare delle placchette di buona qualità, evitando i classici difetti di stampaggio.

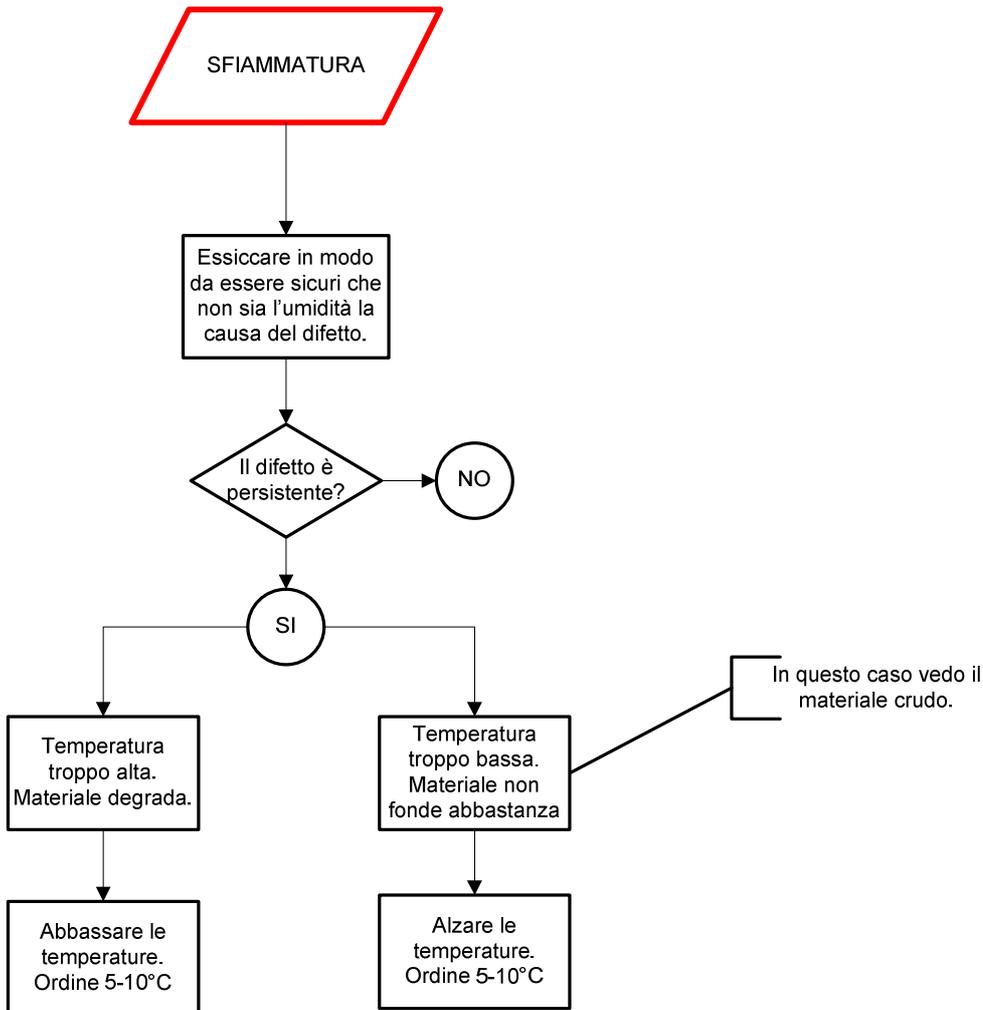
## 2. Procedura

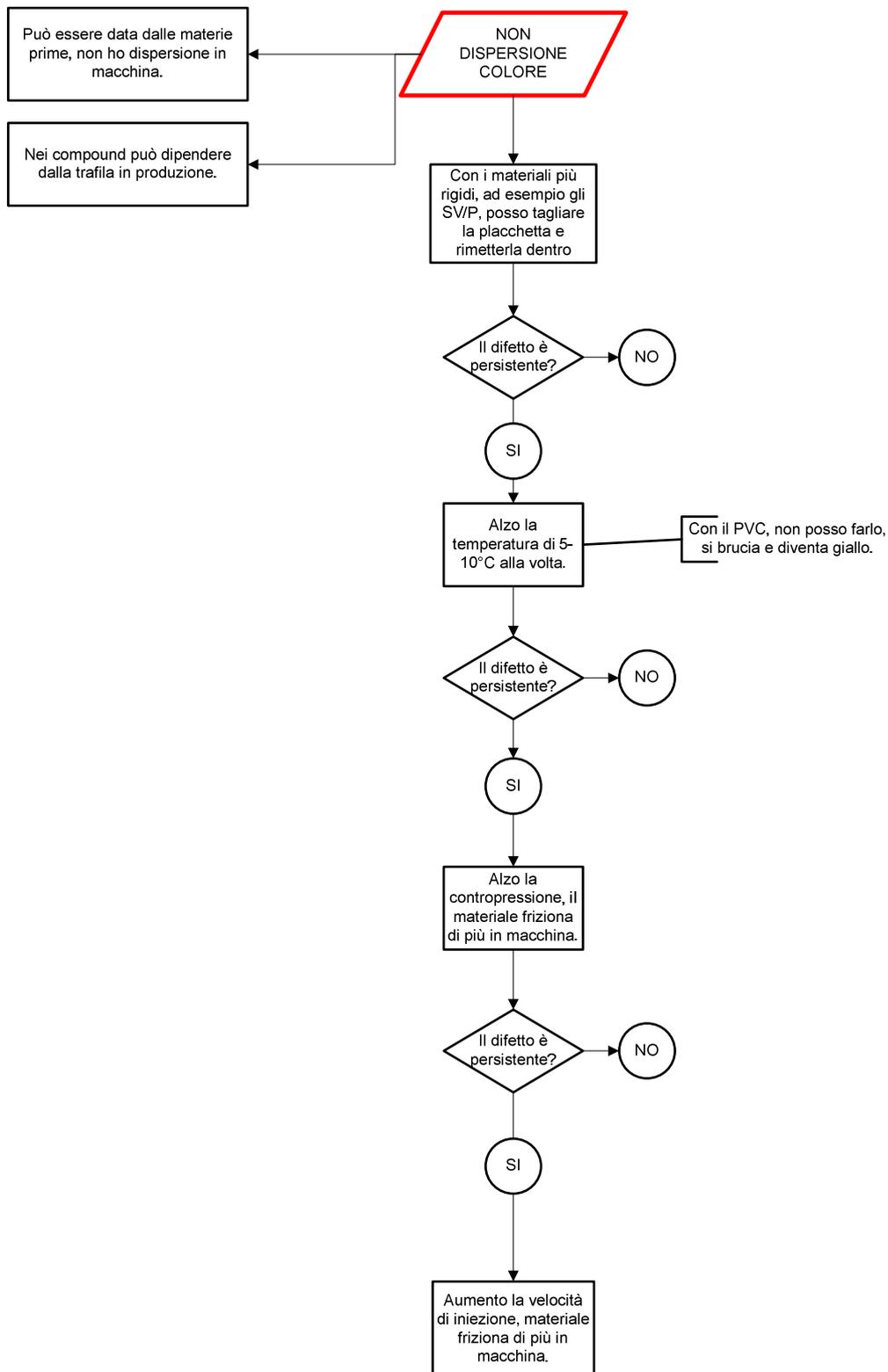
Come prima cosa settare tutti i parametri di stampaggio come riportato nei PDS. Poi seguire le linee logiche riportate di seguito per i difetti individuati. I parametri devono essere variati entro un range non troppo ampio, altrimenti siamo di fronte a problemi intrinseci del materiale.

### Difetti

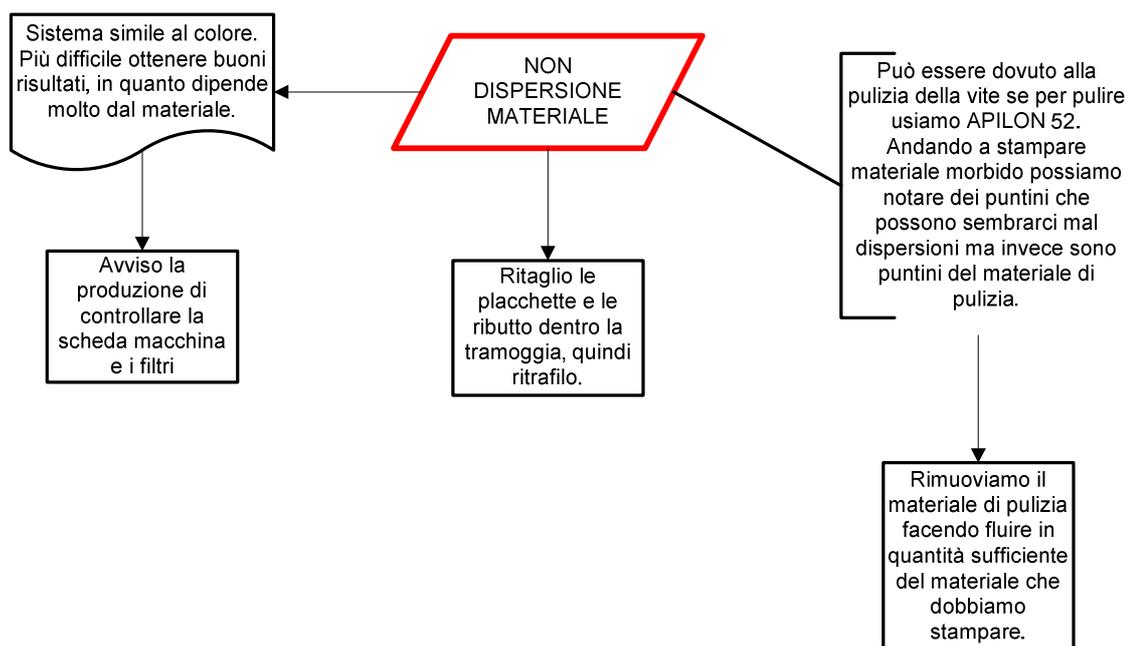
- 1- Sfiammatura
- 2- Non dispersione colore
- 3- Non dispersione materiale
- 4- Placchetta scarsa di materiale
- 5- Baffi di colore
- 6- Aspetto crudo del materiale

## 1- SFIAMMATURA



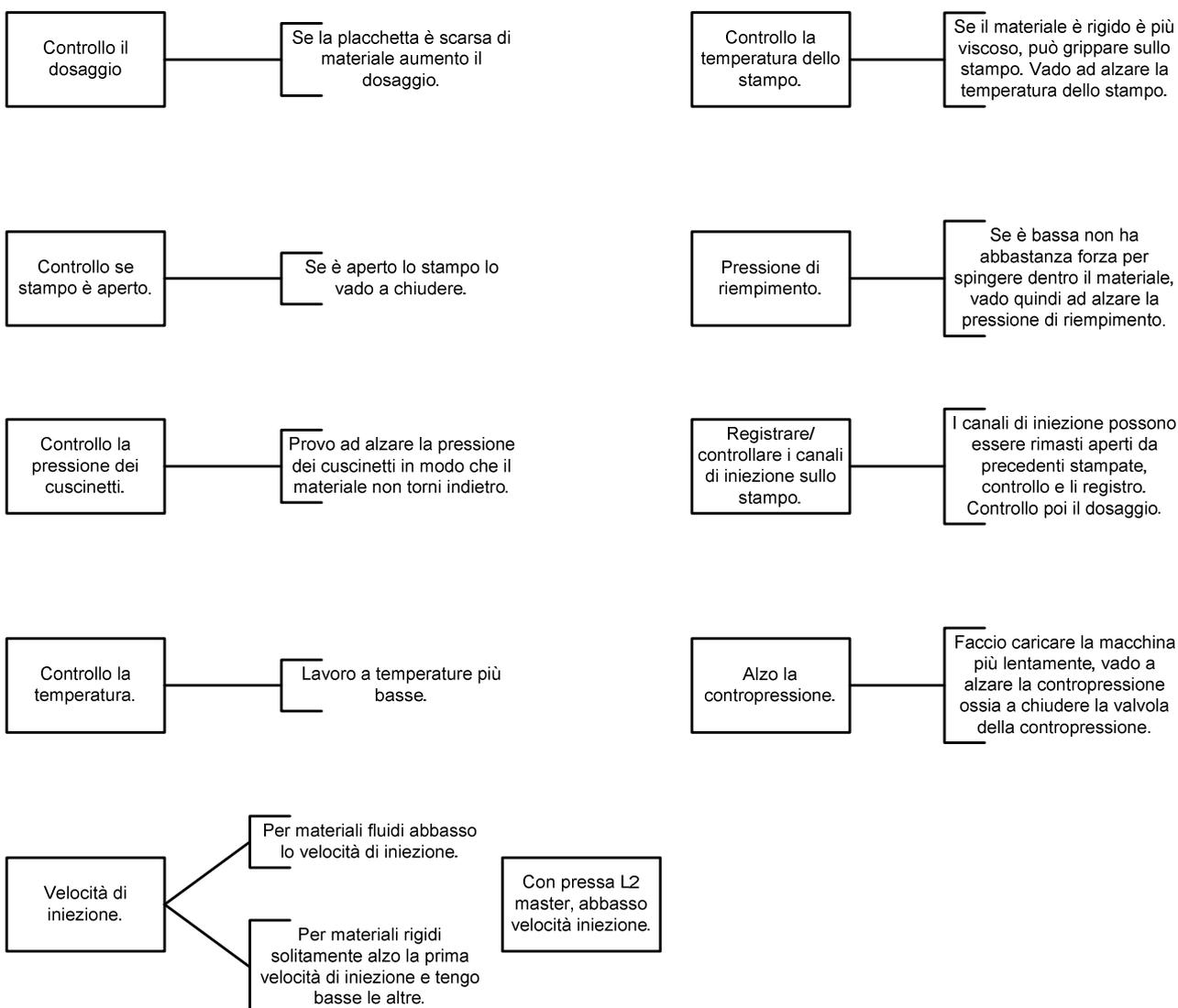
**2- NON DISPERSIONE COLORE**


## 3- NON DISPERSIONE MATERIALE

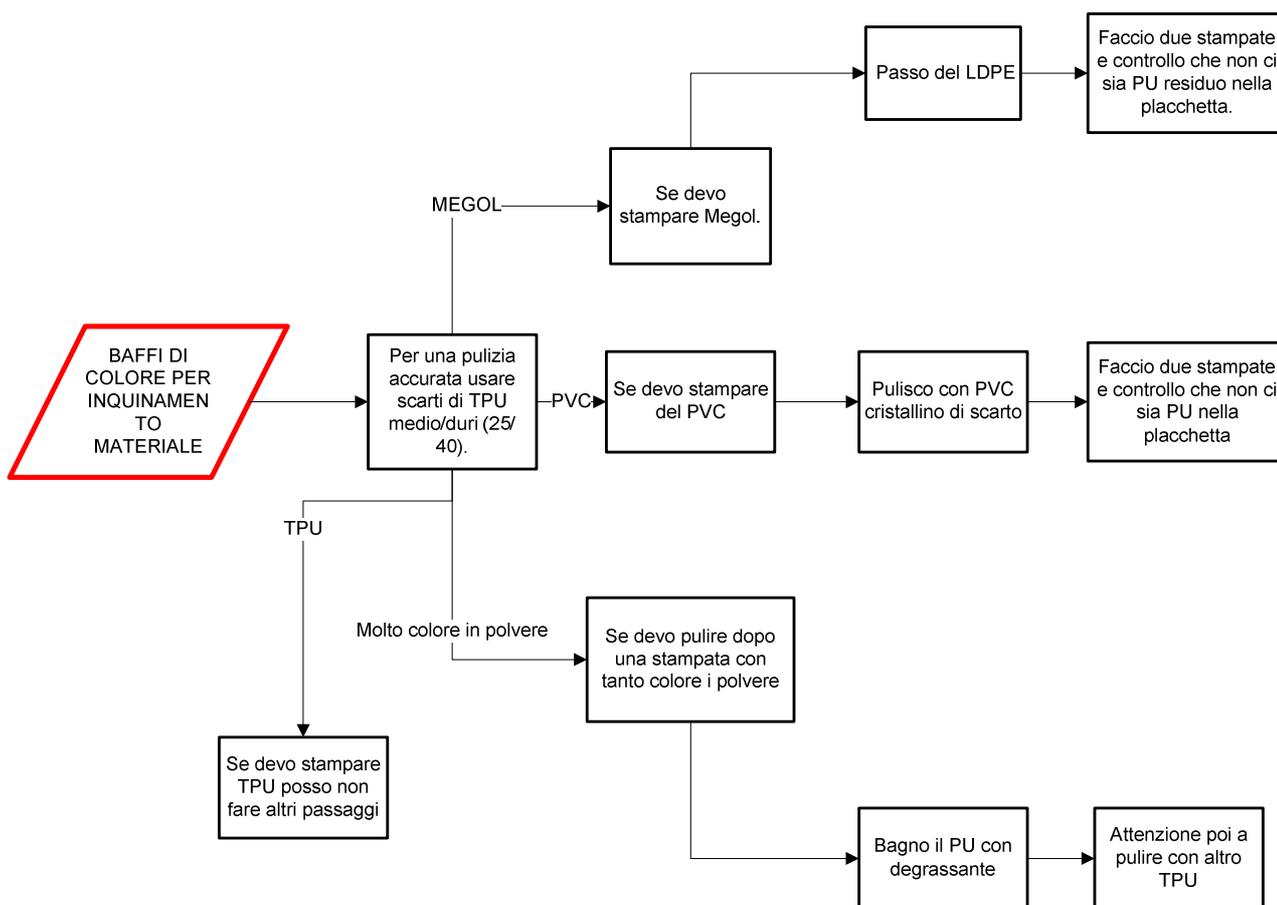


**4- PLACCHETTA SCARSA DI MATERIALE**

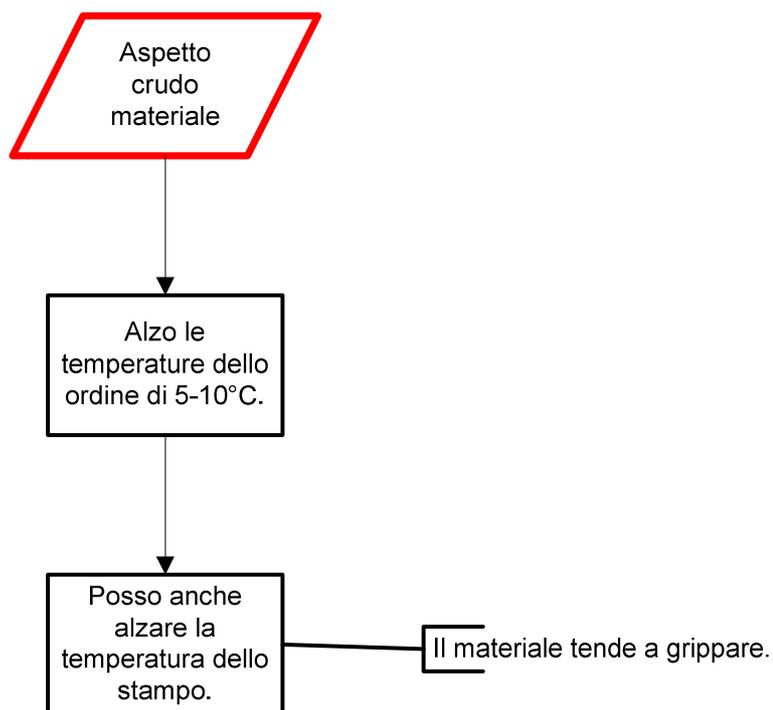
**PLACCHETTA  
SCARSA DI  
MATERIALE**



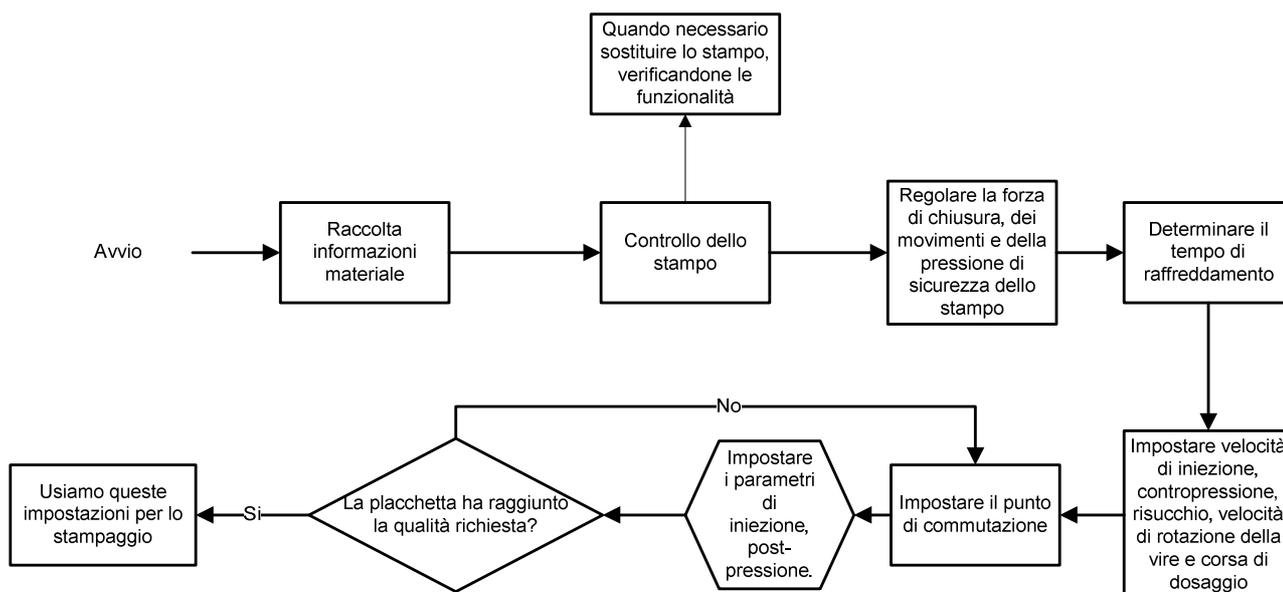
## 5- BAFFI DI COLORE



## 6- ASPETTO CRUDO DEL MATERIALE



## 7- Messa a punto macchina.



## **BIBLIOGRAFIA**

*Lean manufacturing – Come analizzare il flusso del valore per individuare ed eliminare gli sprechi*, G.Graziadei, Hoepli, 2006

*Gestione della Produzione Industriale. Strumenti e applicazioni per il miglioramento della performance*, Giovanni Graziadei Hoepli, 2004.

*Lean Thinking*, James Womack e Daniel Jones, 1997

*Gestione della Produzione*, Richard J. Schonberger e Edward M. Knod. McGraw-Hill, 1999

*Project Management*, R.D.Archibald, Franco Angeli, Milano, 1994.

*Applichiamo il TPM – Japan Institute of Plant Maintenance*, Autori Vari, Franco Angeli

*Il Lean Thinking dalla produzione alla progettazione*, Bonfiglioli Consulting, Francoangeli, 2007

*Lean Manufacturing*, Claudio Donini, Franco Angeli, 2007

Dispense aziendali

[www-3.unipv.it/webbalco/Fordismo%20e%20toyotismo.pdf](http://www-3.unipv.it/webbalco/Fordismo%20e%20toyotismo.pdf)

[www.repubblica.it/motori](http://www.repubblica.it/motori)

[www.lenovys.com](http://www.lenovys.com)

<http://qualitiamo.com>

<http://ifgi.uni-muenster.de>

[www.rff.com](http://www.rff.com)

[www.amedeopaolucci.it](http://www.amedeopaolucci.it)

