UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Gestionale

Analisi e Razionalizzazione del flusso delle informazioni nella progettazione delle attrezzature

Analysis and Rationalization of informations' flow in equipment design

Relatore:

Chiar.mo Prof. **Maurizio Bevilacqua**

Tesi di Laurea di:

Ismaele Cicconi

A.A. **2019 / 2020**

Indice

Indice ……. 2
Introduzione …….……... 4

CAPITOLO 1

Il flusso delle informazioni

1.1 L'informazione …….……. 5

1.2 La gestione dei flussi informativi……... 6

1.2.1 Flusso fisico vs Flusso informativo…….…….. 6

1.2.2 Mezzi del flusso informativo…….…….. 7

1.3 Industry 4.0…….…… 8

CAPITOLO 2

Sistemi informativi e Lean Production: il PLM

2.1 Il Product Lifecycle Management…..……... 11

2.1.1 Il PLM come approccio strategico...…….. 12

2.2 Elementi del PLM …… 14

2.2.1 Item ……...……. 15

2.3.2 Dati …...…… 15

2.3.3 Struttura del prodotto …… 16

2.3.4 Visualizzazione del prodotto……. 18

2.3 Caratteristiche del PLM ……..……. 19

CAPITOLO 3

Progetto PLM: Un esempio reale

3.1 Considerazioni preliminari ..…… 22

3.2 Analisi del processo produttivo ……..……. 23

3.3 Sviluppo del sistema ……..…….. 26

3.4 Implementazione del PLM Enovia……...… 29

3.4.1 Caratteristiche ….…….. 29

3.4.2 Document Management …..…….. 30

3.4.3 Programmazione delle attività …….. 31

Conclusioni ……... 34

Bibliografia …….…….. 35

Ringraziamenti ..…… 36

Introduzione

L'elaborato nasce dalla collaborazione tra l'Università Politecnica delle Marche e l'azienda HP Composites di Ascoli Piceno(AP), per l'ottimizzazione delle attività di gestione delle informazioni nel processo di progettazione delle attrezzature

L'azienda, leader nel settore dei materiali compositi, era interessata all'adozione di un sistema Product Lifecycle Management per la gestione dei flussi informativi, con il fine di abbattere le fonti di spreco e realizzare una migliore prestazione aziendale, andando ad incrementare il livello delle leve competitive come qualità e tempi di realizzazione dei prodotti.

Il mio lavoro di tesi si è dunque sviluppato sulla base di queste premesse, andando ad individuare una procedura di implementazione del sistema informativo desiderato.

Nella presentazione dell'elaborato si cerca di esporre il problema nella sua completezza, con riferimenti a tutte le fasi di progetto.

Dopo una breve esposizione delle caratteristiche della risorsa trattata, ossia l'informazione, e dell'importanza che la stessa assume nel contesto Industry 4.0. (Cap 1), si è passati ad una descrizione degli elementi caratteristici e funzionalità in possesso ad un sistema PLM(Cap 2).

Infine nel capitolo 3 si traccia il percorso intrapreso per l'individuazione di una procedura di implementazione del sistema informativo.

Capitolo 1

Il flusso delle informazioni

La gestione dei flussi informativi è una delle aree operative della logistica industriale, la quale negli ultimi anni grazie all'evoluzione delle tecnologie digitali, è stata coadiuvata dai supporti informatici con conseguente semplificazione della gestione stessa. Essa è costituita da tutte le attività che riguardano la progettazione, l'organizzazione ed il controllo di quelli che sono i flussi informativi.
Il primo step che affrontiamo è quindi dare un definizione di flusso informativo**:** "flusso costituito da tutte quelle informazioni verbali o scritte, di tipo formale o informale, che vengono scambiate nell'ambito delle normali relazioni aziendali".
Si comprende quindi che il concetto chiave del flusso informativo è appunto l'informazione, da cui consegue che il secondo step è la descrizione del termine informazione, così comune ed utilizzato, ma su cui spesso non si riflette abbastanza.

1.1 l'informazione

L'informazione è di fatto una risorsa di tipo immateriale, per cui spesso trascurata nelle attività aziendali quando non gestita correttamente. Una gestione metodica dell'informazione ha come effetto l'aumento del valore della stessa, allontanando il problema dell'obsolescenza ed incrementando il processo di auto-rigenerazione.
L'informazione è in realtà una risorsa che coinvolge tutte le altre risorse aziendali, in particolare essa descrive lo stato in cui queste si trovano.
Per poter essere eseguiti, infatti, i processi aziendali necessitano di conoscere quali sono le risorse su cui essi vanno ad operare, per cui hanno bisogno di informazioni.
Ogni attività elementare di un'organizzazione deve infatti poter disporre di adeguate informazioni per poter essere efficace; ogni attività elementare di un'organizzazione deve poter scambiare informazioni con le attività aziendali ad essa correlate, non dimenticando che le informazioni devono essere trasmesse nella giusta misura, né in eccesso né in difetto.
Infatti è proprio la caratteristica della trasferibilità che genera un'attenzione particolare verso la gestione della circolazione di informazioni in azienda, motivo per il quale negli anni sono stati sviluppati sistemi di gestione delle informazioni via via più completi, partendo dalle informazioni relative alla gestione delle scorte per arrivare ad una gestione delle informazioni riguardanti l'intera azienda, anche grazie alla costante evoluzione dell'ICT, la quale ha permesso di automatizzare i processi rendendoli più veloci e sicuri**.**

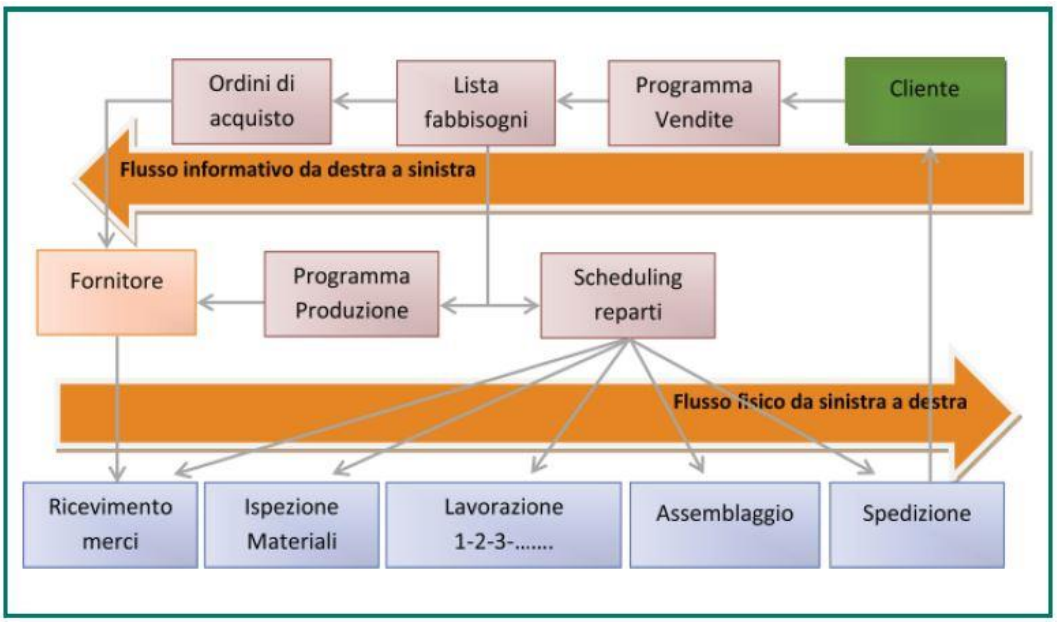
1.2 La gestione dei flussi informativi.

La gestione del flusso informativo nel ciclo logistico riguarda l'insieme delle attività necessarie per acquisire, elaborare, trasmettere, memorizzare, conservare e comunicare correttamente dati, documenti e informazioni: tale compito è reso molto più semplice grazie all'utilizzo della tecnologia dell'informazione e comunicazione.
L'obiettivo del flusso informativo, indispensabile per gestire le catene di approvvigionamento e distribuzione(filiere logistiche), è quindi quello di coordinare le attività prima descritte, curando attentamente il sistema di comunicazione e circolazione delle informazioni tra le stesse attività.
Il flusso informativo permette quindi di raggiungere l'integrazione logistica tra le aziende (B2B-Business To Business) o tra le aziende fornitrici di beni e servizi e i consumatori finali(B2C-Business To Consumer). Negli ultimi anni infatti, lo sviluppo del mercato ha fatto sì che si rendesse necessario il passaggio da un approccio frammentario nella gestione delle aree operative della logistica, focalizzato sull'eccellenza funzionale della singola area, a un approccio di tipo integrato, mirato all'eccellenza aziendale nel suo complesso: le aree operative della logistica non sono infatti indipendenti tra loro, bensì vi è una forte interdipendenza, da cui discende che l'eccellenza funzionale non costituisce la migliore gestione in generale. La gestione del flusso informativo risulta pertanto una delle attività più importanti, poiché essa condiziona in maniera significativa tutte le attività operative che sono poste in relazione più stretta con il flusso fisico.
L'internazionalizzazione dei mercati, unita all'aumento delle specializzazioni e alla riduzione dei cicli di vita dei prodotti, hanno fatto sì che nel tempo il flusso informativo avesse un ruolo sempre crescente.

1.2.1. Flusso fisico vs Flusso informativo

Come già accennato il flusso informativo accompagna costantemente il flusso fisico, poiché esso è costituito da tutte le informazioni relative alle risorse movimentate all'interno dell'azienda, e permette di eseguire correttamente le diverse fasi necessarie per soddisfare le richieste dei clienti. I due flussi hanno direzioni opposte: infatti mentre il flusso fisico viaggia dal fornitore esterno verso la clientela, il flusso informativo ha origine dal mercato in cui vengono raccolte informazioni sulla domanda, quali mercati, ordini e vendite. Ciò accade sia che l'informazione sia diretta (produzione Make To Order) sia nel caso di una stima della domanda(produzione Make To Stock). Nei due ambienti produttivi tuttavia, la gestione del flusso informativo risulta essere profondamente diversa, in quanto di solito ambienti del tipo MTO sono tipici di prodotti unici con una BOM molto complessa, la cui domanda è quindi difficilmente prevedibile, e di cui i costi di giacenza risultano essere piuttosto elevati, mentre l'ambiente MTS è tipico di prodotti di largo consumo a basso valore unitario; nel secondo

caso il flusso informativo viaggia da valle verso monte secondo una logica PULL(a trazione), procedendo a ritroso tra le varie attività produttive, ma senza un reale collegamento con quanto proveniente dal mercato(le informazioni relative alle vendite sono note solamente a livello dei prodotti finiti), mentre nel caso di ambiente MTO, le informazioni sono da subito disponibili a tutti i livelli(logica PUSH), in modo da permettere una pianificazione degli approvvigionamenti che ha come conseguenza la riduzione del WIP. Il flusso informativo è però anche composto da tutte le informazioni riguardanti i prodotti, indispensabili per l'avanzamento delle attività produttive, caratteristica che assume maggiore rilevanza in ambienti di tipo MTO.



1.2.2. Mezzi del flusso informativo

La trasmissione e lo scambio dei dati e delle informazioni nel ciclo logistico prima dell'avvento degli elaboratori elettronici, era un' attività complessa e piuttosto lunga in quanto svolta mediante mezzi manuali, quali supporti cartacei, archivi e schedari.
Con l'introduzione dell'ICT si è assistito ad un processo di automatizzazione dei processi informativi attraverso procedure semplici e rapide, il cui vantaggio principale risiede nella velocità di reperimento delle informazioni quando queste vengono richieste.
In aggiunta all'ottenimento di tale vantaggio, l'automatizzazione dei processi informativi ha come conseguenza altri benefici:

- Riduzione dell'attività umana nella gestione manuale dei dati e nella trasmissione delle informazioni limitando i conseguenti possibili errori

- Riduzione dei costi di gestione dell'intero flusso informativo

- Miglioramento della sicurezza ed integrità dei dati.

In particolare l'ultimo beneficio è dovuto ai rigidi protocolli che i sistemi informatici implementano per la trasmissione dei dati.
La rapidità nella trasmissione delle informazioni corrette risulta essere un fattore cruciale per l'efficienza delle fasi produttive in quanto, come già discusso, queste hanno bisogno di informazioni per poter operare.

1.3 Industry 4.0

Con lo sviluppo negli ultimi anni del paradigma Industy 4.0, l'informazione riveste un ruolo sempre più centrale, dovuto all'evoluzione del mercato che ha portato alla sempre crescente richiesta di prodotti nuovi e unici, oltre che a richiederli in tempi brevi; il paradigma è infatti basato sul concetto di realizzazione della Digital Factory. Industry 4.0 indica infatti una tendenza all'automazione industriale che passa per tale concetto, il quale è composto di 3 parti:

- Smart production: introduzione di nuove tecnologie produttive mirate alla creazione di collaborazione tra le risorse.

- Smart services: l'insieme delle infrastrutture informatiche e tecniche che permettono di integrare i sistemi, ma anche tutte le strutture che permettono di integrare le aziende tra loro e con strutture esterne.

- Smart energy: il tutto deve essere realizzato con un occhio all'impatto ambientale, creando sistemi sempre più performanti ed efficienti.

Il nocciolo del paradigma sono i sistemi cyber-fisici(CPS), ovvero sistemi fisici strettamente connessi ai sistemi informatici che possono interagire e collaborare con gli altri CPS. Uno dei punti focali del paradigma è quindi quello dello sviluppo delle tecnologie digitali, e la loro implementazione nelle realtà produttive con lo scopo di creare una collaborazione tra uomo e macchina: tale collaborazione unisce la flessibilità della risorsa operatore, con le prestazioni e le potenzialità delle risorse digitali, ampliandone così le possibilità di impiego e l'efficienza che ne consegue. L'industry 4.0 è infatti

basata su 9 pilastri fondamentali, i quali rappresentano branche delle tecnologie digitali profondamente diverse tra loro, proprio a sottolineare l'eterogeneità del nuovo modello organizzativo e le proporzioni dell'innovazione che questo può generare:

1. Big Data and Analytics: raccolta e analisi di un grande numero di dati provenienti da diverse fonti a supporto dei processi decisionali;

2. Robot autonomi: la nuova generazione di robot avrà un costo più basso e maggiori capacità rispetto a quelli attualmente in uso; saranno in grado di interagire tra loro e con le persone e di apprendere da queste interazioni. Lo sviluppo dei robot collaborativi ha infatti rivestito negli ultimi anni, il principale ramo di sviluppo per quello che riguarda la robotica;

3. Simulazioni: già in uso nei processi di progettazione, l'utilizzo di sistemi simulativi verrà esteso a tutti i processi produttivi. Questi sistemi elaboreranno i dati raccolti in tempo reale in modelli simulativi virtuali al fine di testare e ottimizzare macchine, prodotti e processi e di anticipare problemi prima che questi avvengano nella realtà;

4. Integrazione orizzontale e verticale dei sistemi informativi: l'integrazione dei dati e dei sistemi lungo tutta la catena del valore farà in modo che tutti i reparti e le funzioni aziendali diventino parte di un unico sistema integrato. L'approccio integrato è infatti quello che garantisce una eccellenza aziendale completa, piuttosto che limitata alle singole funzioni aziendali, come avviene nel tradizionale approccio frammentario;

5. Industrial Internet of Things: si tratta di quell'insieme di tecnologie e sensori che permetteranno agli oggetti in fabbrica, sia device sia prodotti finiti, di comunicare e interagire tra loro e con le persone via rete;

6. Cybersecurity: con l'aumento della connettività tra device, aumenterà l'esigenza, anche in fabbrica, di proteggere i sistemi di produzione e la rete informatica da potenziali minacce;

7. Cloud: molte aziende già utilizzano applicazioni cloud-based ma nell'Industry 4.0 ci sarà l'esigenza di una maggiore condivisione di dati riguardanti anche la fabbrica e , di conseguenza, anche le applicazioni per il controllo e la gestione della produzione dovranno essere disponibili in cloud;

8. Additive Manufacturing: la stampa 3D è attualmente utilizzata solo per la creazione di prototipi o per la produzione di specifici componenti. Nell'industry 4.0 queste tecnologie di

additive manufacturing verranno utilizzate in modo più ampio per produrre piccoli lotti di prodotti altamente customizzati, ed essendo realizzabili in più centri dislocati sul territorio, permetteranno di ridurre le distanze per il trasporto logistico dei prodotti finiti;

9. Augmented Reality: si tratta di sistemi che, attraverso un dispositivo mobile, come uno smartphone, o dispositivi di visione (per es. occhiali a proiezione sulla retina), di ascolto (auricolari) e di manipolazione (guanti), aggiungono informazioni multimediali alla realtà già normalmente percepita dall'uomo.

Si comprende pertanto come la gestione dei flussi informativi non influenzi solamente la realtà aziendale a se stante, ma tutta la Supply Chain.
In particolar modo, l'enorme ammontare di informazioni prodotte a seguito dell'introduzione di tali sistemi nelle realtà produttive, comportano un incremento nello sforzo di gestione delle stesse in tutti i processi aziendali, a cui deve essere dedicata particolare attenzione per non incorrere in errori di produzione, e limitare pertanto le inefficienze che potrebbero avere un impatto molto negativo sui risultati dell'organizzazione.
Tale fatto sottolinea l'importanza di una corretta gestione delle informazioni, da parte di tutti gli attori coinvolti al fine di andare a migliorare l'efficacia e l'efficienza dei processi, sia per le singole aziende che nell'intera catena del valore, la quale negli ultimi anni, sta ricevendo una spinta sempre crescente dalle tecnologie dell'informatica ed automazione, proprio per facilitare le operazioni di gestione e ridurre al minimo le possibilità di introduzione di errori.
Tuttavia questa tendenza all'automazione dovrebbe essere solo l'ultima fase di un processo di miglioramento molto rigoroso: il paradigma industry 4.0 può infatti essere visto come un'evoluzione di quello che è il modello organizzativo Lean Production, il quale ha come scopo l'eliminazione di tutte le fonti di spreco, al fine di ottenere un processo produttivo il più efficiente possibile; tale approccio suggerisce di esaminare attentamente i processi con strumenti manuali e solo nell'ultima fase di automatizzarli, quando questi sono ormai messi a punto.
Poiché i sistemi informativi rappresentano degli strumenti di gestione automatica delle informazioni, l'approccio Lean impone di esaminare il flusso manualmente prima di andare ad implementare un sistema automatico di gestione. Tale procedura può non essere affatto semplice in quanto, essendo immateriale, l'informazione è molto difficile da seguire.

Capitolo 2

Sistemi informativi e Lean Production: il PLM

In un ambiente dinamico, le imprese si trovano in una situazione di grande complessità gestionale e nell'esigenza di gestire quantità sempre maggiori di informazioni in modo sempre più efficace, efficiente e tempestivo per poter così rispondere ai continui cambiamenti del mercato e delle sue esigenze: prendere decisioni velocemente richiede la possibilità di disporre di tutte le informazioni necessarie in tempi rapidi, il che è possibile solo se l'impresa è dotata di un sistema informativo in grado di rendere disponibili le informazioni in tempo reale. Un sistema informativo è un insieme di persone, macchine, software e procedure che permettono all'azienda di disporre delle informazioni necessarie al posto giusto e nel momento giusto. In maniera impropria spesso si utilizzano indistintamente i termini sistema informativo e sistema informatico: i sistemi informativi possono benissimo esistere senza supporto informatico che automatizzi i processi, anche se quelli più rilevanti sono sempre basati sull'utilizzo dei calcolatori.

Negli ultimi anni si è verificata una grande crescita dei sistemi informativi computerizzati e questo per svariate ragioni, prima tra tutte l'aumento dell'offerta della tecnologia: ad oggi infatti anche con piccoli investimenti è possibile automatizzare una serie di processi amministrativi ripetitivi e di poco valore aggiunto. Inoltre i sistemi computerizzati offrono l'intercambiabilità delle informazioni con gli altri fattori della produzione.

Un tempo nelle aziende era diffusa la convinzione che per poter operare si necessitasse delle 3 M(Money, Man, Materials), oggi invece l'attenzione è spostata sull'informazione. Un buon sistema informativo permette infatti di conoscere la situazione di liquidità complessiva, essa può pertanto sostituirsi alla prima delle M.

L'elaborazione dei dati può inoltre ridurre la necessità di risorse amministrative per compiti banali e ripetitivi: in questo caso si può dire che l'informazione sostituisce il personale. Nel caso del magazzino infine, un buon sistema informativo consente di conoscere sempre l'esatto valore delle scorte, permettendo così all'azienda di operare con giacenze ridotte, che si traducono in minori costi di mantenimento e riduzione degli immobilizzi.

Si comprende come l'informazione possa sostituirsi in alcuni casi a risorse aziendali che in genere hanno costi molto maggiori. Inoltre la turbolenza dei mercati odierni ha portato ad una necessità di tempestività delle informazioni richieste ottenibili solo attraverso i supporti di automazione.

2.1. Il Product Lifecycle Management

Il PLM può essere interpretato come applicazione dell'approccio Lean a tutto il ciclo di vita del prodotto: esso infatti si propone di eliminare qualunque fonte di spreco non solo nella fase di

produzione, bensì dalla progettazione del prodotto fino alla sua distribuzione sul mercato, questo poiché l'accento non è più posto solo sull'efficienza, quanto sull'incremento generale della velocità dello sviluppo dei prodotti. Tale caratteristica lo rende particolarmente utile in quegli ambienti di tipo PUSH, in quanto permettono la risalita delle informazioni dal mercato lungo tutta la filiera produttiva in maniera tempestiva, ma anche per quegli ambienti MTO in cui si riesce a ridurre i tempi di produzione totali, che in generale sono dell'ordine di mesi o anni.
Tuttavia c'è da considerare che l'integrazione dei sistemi informativi aziendali in un sistema PLM, richiede una certa maturità degli stessi, si richiede pertanto un processo di cambiamento organizzativo e funzionale che va ben oltre il semplice investimento in tecnologie.

2.1.1. Il PLM come approccio strategico

Prima che un sistema informativo il PLM può essere visto come un approccio di business, cui la definizione più completa recita: "un approccio strategico di business che applica un consistente numero di soluzioni informatiche a supporto della creazione/progettazione collaborativa, dell'uso e della gestione delle informazioni relative alla definizione di prodotto, attraverso l'impresa estesa, dalle fasi di concept fino al termine del ciclo di vita del prodotto, passando per l'integrazione delle persone, dei processi e dei sistemi". Si comprende pertanto come secondo tale definizione, il PLM non sia semplicemente una tecnologia di gestione delle informazioni nel senso comune della parola, ma in primis un approccio in cui i processi sono più importanti dei dati. Ne consegue che esso deve poter collegare le informazioni e i dati provenienti dai diversi supporti o sistemi, distribuiti lungo l'intera Supply Chain.
L'approccio PLM corrisponde pertanto ad una soluzione innovativa alla produzione, alla gestione e al mantenimento di tutte le informazioni che circolano lungo tutti i processi che sono rilevanti per l'impresa. All'interno della stessa, che sia estesa o meno, un' informazione può essere raggiungibile e, viceversa, distribuibile attraverso vari canali, dal cartaceo al digitale, con il PLM che si concentra principalmente sulla gestione della rappresentazione digitale della stessa. Le informazioni e i relativi flussi vanno dai requisiti di prodotto provenienti dalle indicazioni del marketing, per quelle aziende che operano in ambiente MTS, in cui il prodotto è guidato dalle esigenze del mercato finale, in cui la riduzione del time to market rappresenta uno dei fattori cruciali per il vantaggio competitivo, o provenienti da specifiche di prodotto richieste dal cliente, per quelle aziende che operano principalmente su commessa, alle istruzioni di test e di prototipo, alle indicazioni per il sistema produttivo, ai

dati provenienti dal campo della produzione, alla raccolta delle informazioni post-vendita e di assistenza ai clienti, declinandosi in maniera diversa a seconda del business aziendale.
Questo approccio omnicomprensivo alle informazioni, in particolare a quelle digitali, è rivolto ad un incremento della collaborazione in ogni fase del prodotto, reso possibile dall'evoluzione delle tecnologie, le quali permettono di automatizzare i diversi flussi informativi, rendendo interoperabili o del tutto integrati i sistemi informatici di supporto, con un conseguente aumento sostanziale della complessiva efficienza d'impresa.
In sintesi il PLM può quindi essere definito come un nuovo approccio integrato di business il quale, mediante l'ausilio delle tecnologie informatiche e della comunicazione, delle persone, dei processi e delle conoscenze, realizza attraverso l'intera organizzazione e la catena del valore, una gestione cooperativa e collaborativa delle informazioni del prodotto, lungo tutte le fasi, "dalla culla alla tomba", del ciclo di vita del prodotto.
In questo senso il PLM comprende l'applicazione di un approccio collaborativo per la valorizzazione delle competenze distintive dei diversi attori nell'organizzazione, unita all'uso di un consistente numero di soluzioni di IT per la realizzazione della gestione coordinata, integrata e sicura di tutte le informazioni necessarie alla creazione del valore, ottenuta mediante una piattaforma condivisa.
I concetti chiave di tale approccio si focalizzano su 3 aspetti principali nella gestione delle informazioni:

- Accesso gestito in modo universale e sicuro e utilizzo delle informazioni di prodotto: deve possedere una natura universale ma rimanere allo stesso tempo sicuro e condiviso solo nella parte di interesse agli altri membri dell'impresa estesa.

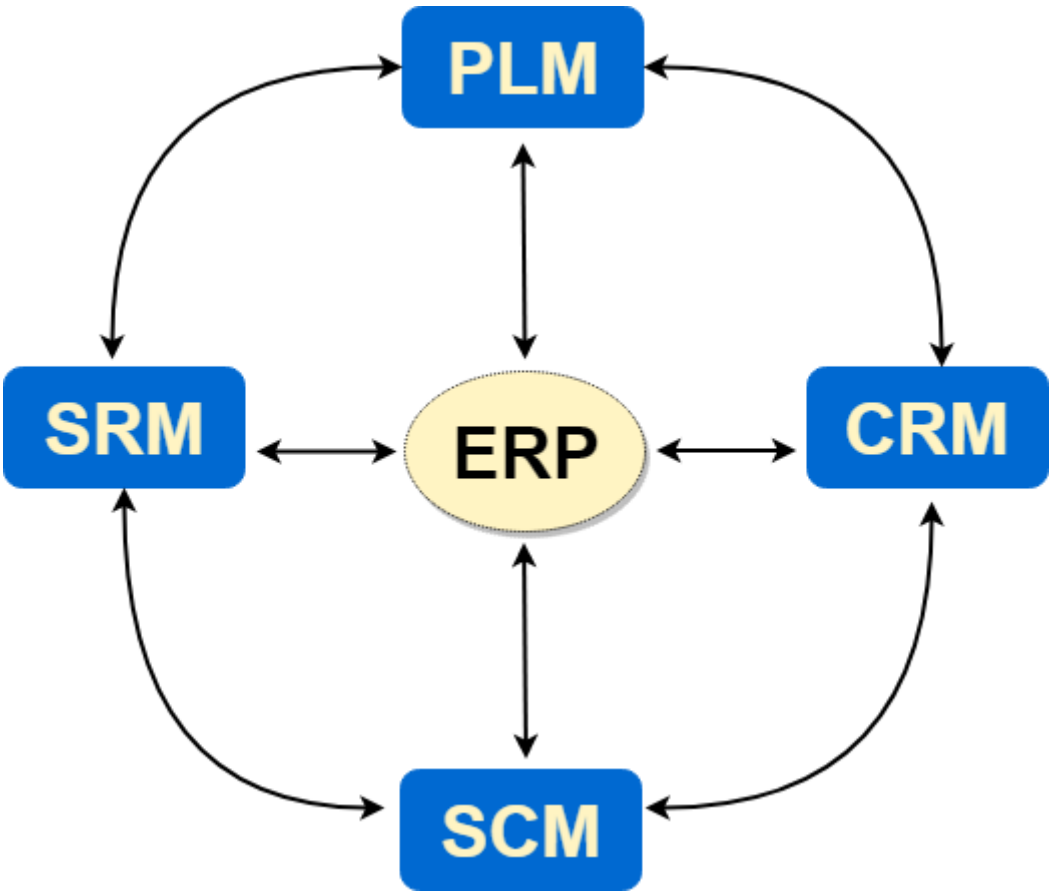
- Gestire l'integrità delle informazioni di prodotto attraverso l'intero ciclo di vita: è infatti assolutamente vitale che i dati riflettano il design, il processo produttivo, le performance di prodotto e finanziarie e la qualità attuali. Questo riguarda le diverse aree funzionali, i fornitori e i partner strategici e chiunque possieda responsabilità specifiche e individuali e possa prendere decisioni all'interno dell'intera Supply Chain.

- Gestire e mantenere i processi di business per creare, diffondere, condividere ed adoperare l'informazione di prodotto attraverso l'impresa estesa: la soluzione deve

riflettere ed essere parte del processo di business adoperato per creare, condividere ed impiegare le informazioni relative alle varie fasi del ciclo di vita del prodotto.

In definitiva il PLM non è solamente uno strumento software più o meno integrato, come non è solamente una scelta organizzativa o solamente tecnica. Nella sua dimensione più complessa, l'acronimo PLM risulta dunque utile per indicare un nuovo fenomeno di integrazione che è attualmente in corso nella realtà industriale e che unisce le dimensioni organizzative, economiche, tecniche e tecnologiche, mediante un'infrastruttura digitale, patrimonio intellettuale dell'impresa.

Proprio per la sua natura di approccio di business piuttosto che di semplice tecnologia di gestione dei flussi informativi lungo tutto il ciclo di vita del prodotto e spaziando per tutta la Supply Chain, il PLM viene frequentemente messo sullo stesso piano di altri approcci di business con cui è complementare (e per alcuni aspetti in sovrapposizione) come l'Enterprise Resource Planning (ERP), il Customer Relationship Management (CRM) e il Supplier Relationship Management (SRM).



2.2. Elementi del PLM

La gestione delle informazioni lungo tutto il ciclo di vita del prodotto è un'attività piuttosto complessa, la quale ha richiesto di ridisegnare le modalità con cui organizzare i flussi informativi: in particolare, i sistemi Product Lifecycle Management, si basano su alcuni elementi caratteristici che permettono la descrizione del prodotto lungo ogni fase e la sua organizzazione più efficiente.

2.2.1 Item

La gestione del ciclo di vita del prodotto è basata in larga parte sull'utilizzo degli Item, ossia un modo sistematico e standard di identificare, codificare e chiamare un prodotto fisico, una sua parte oppure un servizio, a seconda di quelle che sono le specifiche necessità dell'azienda: in tal senso possono essere Item anche strumenti di installazione, stampi, elementi di fissaggio, ma anche software integrati e quelli adoperati in produzione.
Dal punto di vista del PLM è necessario che gli Item e le loro classificazioni siano uniformi all'interno dell'azienda o dell'intera Supply Chain nel caso di azienda estesa: essi devono formare classi separate, sottoclassi e insiemi secondo un raggruppamento chiaro e logico, al fine di rendere più semplice la gestione e la ricerca degli Item stessi. Va osservato tuttavia che una classificazione eccessivamente rigorosa rallenti i processi operativi, poiché essi rappresentano delle astrazioni, che per loro natura risultano più complicate da gestire al progressivo aumentare dei dettagli considerati, oltre che ad incrementare le moli di lavoro per mantenerli. Per una corretta definizione, e la conseguente gestione degli Item, è necessario definire una struttura gerarchica tra gli Item e le classi degli stessi. Per le aziende estese in particolare, tale fase rappresenta un passaggio cruciale, poiché l'unificazione permette una migliore integrazione tra i dai delle singole entità, che ha impatti molto importanti sul piano della complessiva efficienza. È comunque necessario osservare che tale unificazione costituisce un processo che richiede una metodologia molto rigorosa, il che giustifica la presenza dei vari standard, benché essi non sempre siano semplici da integrare per via delle sostanziali differenze degli item nelle varie aziende, dovute a ovvi fattori come il mercato di riferimento, oltre a comportare una mole di lavoro spesso molto imponente.

2.2.2 Dati

In questo contesto i dati di prodotto si riferiscono alle informazioni generalmente legate al prodotto, ossia rappresentano la materia prima del processo informativo, e non alle comuni informazione nei flussi informativi classici delle attività logistiche legati principalmente ai fabbisogni. Essi acquistano infatti valore sul piano economico, ovvero diventano informazione, solo se vengono opportunamente organizzati ed effettivamente utilizzati nei processi decisionali e di controllo. Possiamo suddividere tali dati in 3 tipologie distinte sulla base di ciò a cui si riferiscono:

1. Dati caratteristici di prodotto: determinano le proprietà fisiche e funzionali del prodotto, descrivendole dal punto di vista di uno specifico reparto e connettono le informazioni all'interpretazione fornita dal reparto in questione. Questo gruppo include dati tecnici molto precisi così come informazioni astratte e concettuali relative al prodotto, oltre alle immagini che lo rappresentano. L'ampio spettro delle informazioni e le differenze tra i contenuti dei dati caratteristici dovute alle differenti interpretazioni e contesti possono facilmente creare problemi, in quanto possono causare discrepanze o mancanze di informazioni qualora si adoperi l'interpretazione non adatta, pertanto è cruciale prestare notevole attenzione.

2. Dati relativi al ciclo di vita del prodotto: sono sempre correlati al prodotto e allo stadio del processo di produzione o del processo di ordine consegna. Questo gruppo di informazioni è strettamente connesso alla ricerca tecnologica, al design e alla produzione, impiego, mantenimento, riciclaggio e distruzione del prodotto e, possibilmente, ai regolamenti ad esso connessi. In tale contesto vengono ad essere piuttosto rilevanti gli ambienti produttivi, in quanto influenzano in maniera sostanziale le modalità sia di produzione che di gestione dell'ordine.

3. Metadati: rappresentano informazioni relative ai dati. In altri termini essi descrivono lo stato e le azioni compiute sui dati; essi possono essere di business, ossia descrivere i dati di prodotto(del tipo di informazione, dove è collocata, l'autore, dove chi e quando ha effettuato l'accesso ad essa), oppure di tipo tecnico, dunque contenenti tutte le informazioni legati alla gestione informatica di tali dati(formato, descrizione del modello dei dati, frequenza di aggiornamento e così via.

I metadati rappresentano uno strumento di completamento dei dati caratteristici di prodotto o del ciclo di vita del prodotto, in quanto essi non sono in realtà necessari, tuttavia permettono una maggiore chiarezza dell'informazione e una più semplice gestione della stessa.

2.2.3. Struttura del prodotto

Il modello dei dati di prodotto rappresenta un modello concettuale, nel quale le informazioni correlate al prodotto e le connessioni tra i diversi elementi informativi e gli oggetti sono analizzate ad un livello generale e generico. L'idea è quella di esaminare i prodotti dello stesso tipo individuandone le proprietà e le informazioni in comune, in modo da ottenere un modello detto "struttura generica dei dati" adatto a tutti i singoli casi e, al contempo, adoperabile come concetto valido per tutti. Viceversa il modello di prodotto, l'unità base della struttura di una singola e specifica unità di prodotto, rappresenta l'informazione su di esso registrata e ordinata secondo il modello dati. Il concetto di modello dati di prodotto e modello di prodotto, generalmente definito come struttura di prodotto, e la BOM(Bill Of Materials) sono strettamente correlati ai dati di prodotto: la BOM di solito riporta solamente le componenti impiegate nell'assemblaggio del prodotto, senza però specificarne la struttura. I dati di prodotto, ossia le informazioni relative al prodotto da realizzare, forniscono la base per l'integrazione tra le funzioni ed i processi dell'industria manifatturiera. La creazione, lo sviluppo, la gestione, la divisione e la distribuzione delle informazioni connettono le competenze materiali e immateriali dell'organizzazione, ed entrambe sono incluse nei moderni prodotti, mentre le funzioni interne ed esterne dell'impresa producono ed adoperano dati di prodotto nelle operazioni quotidiane. In particolare, le funzioni interne producono informazioni relative al prodotto, come le funzioni di pianificazione, design e progettazione, così come le organizzazioni di approvvigionamento , produzione ed assistenza alla clientela; viceversa le funzioni esterne che producono ed adoperano i dati di prodotto includono la collaborazione con i partner nei servizi di manutenzione, design e progettazione, produzione e assemblaggio

La necessità nell'uso collaborativo dei dati appare con maggiore evidenza in quelle funzioni aziendali più vicine ai processi che coinvolgono l'intero ciclo di vita del prodotto.

La struttura di prodotto in senso generale viene sviluppata per i prodotti, i concetti di prodotto o per quelli che contengono numerose componenti intercambiabili, laddove le proprietà fisiche modificate o le sub-sezioni dei prodotti sono dette varianti. Nel corso del processo di sviluppo viene creata solamente una struttura generica contenente le possibili varianti, mentre i singoli

prodotti vengono creati solamente durante il processo di ordine/consegna, ossia nel momento in cui i prodotti fisici vengono realizzati e consegnati ai clienti. Tale struttura generica viene impiegata in quanto non sarebbe ipotizzabile descrivere tutte le diverse strutture con le separate varianti, laddove, gestire e mantenere tutte queste strutture risulta pressoché impossibile a causa dell'onerosità e della complessità dei dati da amministrare.
I metodi descrittivi adoperati per rappresentare la struttura di prodotto sono in genere object-oriented, dove per oggetto si indica un dato che definisce le componenti di un certo prodotto, sottosistema o assemblato. Gli oggetti della struttura presentano gli uni con gli altri dipendenze di tipo funzionale o gerarchico. La gerarchia è a sua volta basata sull'ereditarietà degli attributi, come previsto nel paradigma ad oggetti, con l'integrazione di funzioni specifiche.
La struttura del prodotto dunque costituisce la base di partenza dei sistemi PLM, in quanti i prodotti e gli assemblati all'interno della gestione dell'intero ciclo di vita del prodotto, vengono realizzati collegando gli uni agli altri item, le componenti e i documenti, attraverso la struttura stessa del prodotto.

2.2.4. Visualizzazione dei dati del prodotto

Per definizione i membri di un team multidisciplinare di sviluppo di prodotto si avvicinano ad esso da diversi punti di vista. Il contenuto che tali membri generano e ricevono, che si tratti di testi, modelli, grafici o disegni tecnici, dipende molto dal ruolo che essi ricoprono all'interno dell'azienda e dagli strumenti informatici a loro disposizione. La notevole diversità dei punti di vista sulla definizione del prodotto che migliora i processi decisionali, diviene una sfida nel momento in cui emerge la necessità di distribuire le informazioni laddove non tutti i membri del team risultano in possesso degli strumenti per visualizzarle. Ciò è infatti proibitivo in numerose aziende a causa dei costi delle licenze degli applicativi. Un sistema di visualizzazione può perciò rappresentare una soluzione valida a queste sfide, permettendo ai soggetti preparati di poter visualizzare e lavorare sui dati tecnici e non, e ai soggetti non preparati di accedere e lavorare con i dati tecnici, facilitando inoltre la comunicazione tra appartenenti a team diversi.
Per numerose imprese, la corretta visualizzazione è quella che riesce a fornire la panoramica più ampia possibile dei propri prodotti, supportando tutti i tipi di dato che i team di sviluppo, e soprattutto, tutti gli altri membri del team hanno bisogno. Esse inoltre scelgono di condividere le informazioni di prodotto all'interno di un ambiente che garantisca controlli effettivi sul documento, diritti di accesso e altre misure di sicurezza, fornendo agli impiegati i permessi di cui necessitano per accedere ai dati di loro competenza, impedendo l'accesso ai dati di cui non

dispongono i permessi. Tale meccanismo viene in particolare implementato in relazione all'integrità e alla correttezza delle informazioni: impedendo l'accesso ai dati si proteggono questi ultimi da modifiche accidentali che potrebbero causare problemi nelle varie fasi del ciclo di vita del prodotto, se non si possiedono le competenze per manipolarli; un ulteriore aspetto benefico nel limitare l'accesso alle informazioni è da ricercare nell'approccio Lean, infatti in tale paradigma, le informazioni devono essere quelle corrette e nella giusta quantità, ciò significa che ridurre le informazioni a cui si ha accesso riduca anche il rischio di prelevare le informazioni sbagliate, oltre che a ridurre i tempi di reperimento delle stesse.

2.3. Caratteristiche dei PLM

I sistemi PLM rientrando nella generica classificazione di "sistemi informativi", integrano le funzioni dell'intera azienda mediante la connessione, l'integrazione e il controllo delle sue attività di business e della realizzazione industriale del prodotto. Gli obiettivi, dunque, consistono nel porre le necessarie condizioni al fine di connettere tra di loro i sistemi informativi, processi e isole di automazione differenti, laddove il controllo della totalità dei processi aziendali aggiunge valore all'azienda stessa. Le principali caratteristiche di un sistema PLM sono pertanto:

1. Gestione degli item: una delle principali funzionalità consiste nel controllare le informazioni correlate agli item e il ciclo di vita degli item stessi, cosi come ai processi relativi alla loro creazione e conservazione.

2. Gestione e conservazione della struttura di prodotto: i sistemi PLM identificano le singole informazioni e le loro connessioni con altre informazioni mediante l'aiuto della struttura di prodotto, a sua volta costituita da item gerarchicamente connessi.

3. Conservazione dello stato di documenti e item: i sistemi che conservano le informazioni relative allo stato e alla versione di ciascun documento e item, e i relativi cambiamenti che vengono apportati(chi, cosa e quando).

4. Recupero delle informazioni: i sistemi PLM intensificano e facilitano il recupero delle informazioni, per cui diviene possibile adoperare meglio quelle già esistenti nel momento in cui se ne debbano creare di nuove, monitorando inoltre le relazioni incrociate con le altre

informazioni. Ciò è reso possibile dall'architettura centralizzata del sistema, la quale fornisce un unico punto di immissione e prelievo delle informazioni.

5. Gestione delle modifiche: l'ultima valida informazione relativa alle modifiche, così come le versioni delle modifiche dei prodotti e componenti, sono registrate nei documenti e negli item, e vengono rese fruibili nel posto giusto e al momento opportuno.

6. Workflow management: la gestione degli obiettivi rende possibile la radicale intensificazione della comunicazione all'interno dell'organizzazione, specialmente in un contesto decentralizzato ed esteso.

7. Gestione del file e dei documenti: questa funzione riguarda l'indice delle informazioni sui file contenuti nei sistemi, ossia i metadati.

8. Viene evitata la perdita di informazioni durante gli aggiornamenti: i sistemi PLM controllano la copiatura dei file, assicurando che la copia principale venga preservata fino al momento in cui i file non siano stati aggiornati con successo.

9. Storici e log di sistema: un database contenete i dati relativi agli eventi verificatisi, mantenuto all'interno della gestione dei sistemi PLM, può essere realizzato se necessario, in modo da garantire la tracciabilità dei processi di prodotto.

10. File vault: i sistemi PLM includono dei file vault, ossia dei luoghi di conservazione dei dati di prodotto generati nelle fasi di progettazione, industrializzazione, produzione ed assistenza, nei quali essi e i loro eventuali allegati vengono registrati, in genere un server accessibile attraverso la LAN aziendale, garantendo perciò una accesso controllato alle informazioni anagrafiche(metadati) ed ai file generati dai vari software.

Tali caratteristiche permettono di realizzare quattro funzioni principali. La prima consiste nella possibilità di creare, condividere e collaborare. Ad oggi sono impiegati numerosi strumenti per creare il disegno del prodotto e i metadati che accompagnano questi disegni, tra i quali è possibile citare i dati CAD, le specifiche tecniche, la documentazione della qualità, le distinte base e le simulazioni. Creare, catturare e connettere queste informazioni rappresenta una problematiche che coinvolge l'intera impresa estesa, in quanto esse scaturiscono da fonti diverse collocate in zone differenti, tale

che la prima vitale funzione dei PLM è appunto quella di fare in modo che il maggior numero di informazioni di prodotto e i metadati, possano essere conservati e resi accessibili secondo le appropriate modalità ai membri della Supply Chain, nell'arco dell'intero ciclo di vita del prodotto.
La seconda funzione è rappresentata dalla gestione del progetto, in quanto, durante la fase di sviluppo del prodotto, alcune sequenze temporali e alcune pietre miliari devono essere fatte incontrare per condurre lo sviluppo di prodotto verso gli obiettivi prefissati. Questa fase è vitale poiché una data di lancio posticipata impatta in maniera significativa sulle potenzialità di profitto di un prodotto calcolate sul suo intero ciclo di vita, soprattutto se questo è alquanto ridotto in termini temporali.
La terza funzione è rappresentata dalla gestione di prodotto, in quanto durante il suo ciclo di vita deve essere gestito in modo da massimizzare la redditività. Gli strumenti PLM garantiscono l'accesso ai dati, il quale a sua volta consente al management di monitorare in tempo reale le performance dei prodotti sul mercato, nonché di modificare i prodotti stessi o le relative strategie di marketing.
La quarta e ultima funzione è rappresentata dalla gestione del portafoglio: mentre la performance individuale di prodotto è fondamentale, di interesse maggiore è la capacità di monitorare e gestire l'offerta collettiva di prodotti in maniera da massimizzare la redditività del portafoglio, mantenendo il desiderato mix di prodotti, raggiungendo gli obiettivi strategici e dimostrando la propria leadership industriale.
Insieme queste quattro funzioni, garantiscono un'ampia varietà di benefici alle organizzazioni aziendali, ma il successo dipende in ogni caso da numerosi fattori, principalmente dalle modalità con cui le imprese hanno definito i propri bisogni e gli obiettivi da raggiungere, oltre che dai software disponibili sul mercato.

In definitiva un progetto PLM non è esclusivamente un progetto IT, ma è un processo di organizzazione/riorganizzazione aziendale incentrato sulle attività di sviluppo prodotto, deve quindi necessariamente partire dalla conoscenza approfondita di come viene sviluppato il prodotto, di quali fasi questo processo attraversa, di quali attori sono coinvolti e quando, di quali "deliverable" ogni fase produce, di quali strumenti siano usati per produrli, di chi ne debba avere "ownership" o visibilità, di quali informazioni siano necessarie al management per gestire al meglio i progetti, di quali soggetti esterni all'azienda siano coinvolti, di quanti e quali altri sistemi "enterprise" contengano informazioni di prodotto e quale sia il "master". Ciò significa che intraprendere un progetto PLM è un'attività che va valutata con particolare attenzione, poiché dato l'alto numero di variabili in gioco e le proporzioni delle implicazioni sui risultati aziendali, l'investimento in termini di risorse e tempo risulta abbastanza oneroso: inoltre va considerato che effettuare una progettazione impropria del sistema può compromettere significativamente i risultati aziendali

Capitolo 3

Progetto PLM: un esempio reale

Tutta la trattazione fin qui svolta, con particolare enfasi sul capitolo 2, è stata necessaria per fornire gli elementi di comprensione del sistema PLM , e della successiva messa in pratica di una rigorosa procedura di implementazione dello stesso, per andare ad ottimizzare la gestione dei flussi informativi all'interno dell'ufficio tecnico, con il fine ultimo di ridurre al minimo tutte le fonti di spreco nelle attività di progettazione delle attrezzature di produzione. Come già discusso ciò comporta un attento esame del processo produttivo, focalizzato in particolare sulle attività di progettazione delle attrezzature, prima di andare ad effettuare l'implementazione di un software dedicato allo scopo, in linea con quanto dettato dal paradigma Lean Production, in cui l'automazione del processo risulta essere solo la fase conclusiva del processo di miglioramento.

3.1. Considerazioni preliminari

La prima fase dello studio del processo produttivo ha richiesto diverse considerazioni discendenti dalla natura, estremamente eterogenea, della produzione di compositi rinforzati in fibra di carbonio: le prestazioni di tali materiali sono infatti fortemente influenzate dalla tecnologia produttiva impiegata, con un impatto considerevole anche sui costi del prodotto finito e sulla mole di lavoro richiesta in fase di progettazione e lavorazione, la quale spazia in un numero considerevole di diverse soluzioni e con caratteristiche completamente differenti le une dalle altre. Si pensi a titolo d'esempio alla differenza tra le produzioni RTM (Resin Transfer Moulding), in cui le condizioni di pressione e temperatura sono raggiunte mediante l'impiego di stampo e controstampo opportunamente riscaldati, tecnologia in genere caratterizzata da prestazioni più elevate ma con molti più limiti legati alla forma del pezzo da realizzare oltre che dai costi più elevati, e la produzione in autoclave, la quale avviene in camere pressurizzate mediante stampi aperti sottovuoto. Già da questo primo esempio si comprende come la differente tecnologia produttiva, comporti delle attività di progettazione delle attrezzature di produzione più o meno differenti in termini di mole e difficoltà di lavoro. Altra considerazione necessaria è legata alla natura dei materiali utilizzati per la realizzazione degli stampi: questi in particolare vanno adattati al numero di pezzi da realizzare e ai costi da sostenere per la realizzazione dello stampo come si può comprendere meglio osservando i dati in tabella.

Tipologia	Superficie	Service life (numero parti)	Indice costo	Produzioni	Vantaggi	Svantaggi
Composito poliestere	Poliestere (gel coat)	1500	1	Piccola serie	Basso costo; rapido da realizzare	Service life breve; superficie fragile
Composito epossidico	Epoxy (gel coat)	3 000 ÷ 6 000	1.5	Piccola serie	Possibilità di regolare accuratamente la temperatura	Service life breve; superficie fragile
Elettroformato	Nichel	50 000 ÷ 100 000	5	Media serie	Costo/ prestazione ottimale	Possibili deformazioni nel tempo
Alluminio	Lega alluminio (lucidata)	10 000 ÷ 30 000	7	Media serie	Accuratezza e affidabilità nel tempo	Scarsa durezza superficiale; stampi piccoli
Acciaio	Carbon steel (lucidato, eventualmente cromato)	250 000 ÷ 500 000	20	Grande serie	Grande accuratezza superficiale; affidabilità nel tempo	Tempi di realizzazione; costo; peso elevato

Tab 3.1:Caratteristiche degli stampi per RTM

In definitiva le attività di progettazione delle attrezzature, le quali comprendono anche dime e maschere di montaggio, sono caratterizzate da una certa variabilità a prescindere dal pezzo da realizzare.

Tuttavia, nonostante le varie differenze, la procedura di progettazione può essere comunque considerata approssimativamente la stessa.

3.2. Analisi del processo produttivo

La quasi totalità delle attività produttive portate avanti dall'azienda è da considerare in ambiente MTO, infatti le attività di produzione nel senso "completo" della parola, vengono avviate a seguito della ricezione di un ordine di produzione di manufatti generalmente unici ed estremamente personalizzati, in volumi spesso unitari o comunque molto ristretti: vi è anche la possibilità che la commessa sia ripetuta nel tempo, con caratteristiche del ciclo produttivo del tutto analoghe ai casi precedenti. Tale ambiente, unito alla flessibilità richiesta per la produzione di prodotti con caratteristiche potenzialmente diametralmente opposte, fanno sì che il layout dell'impianto sia del tipo job shop, in qui quindi la maggior parte del lead time di produzione è dovuta alla movimentazione interna e alla presenza dei buffer di WIP. Data la natura dell'ambiente, caratterizzata da valori unitari dei prodotti estremamente alti, cui spesso sono associati costi relativi alla Tardiness affatto

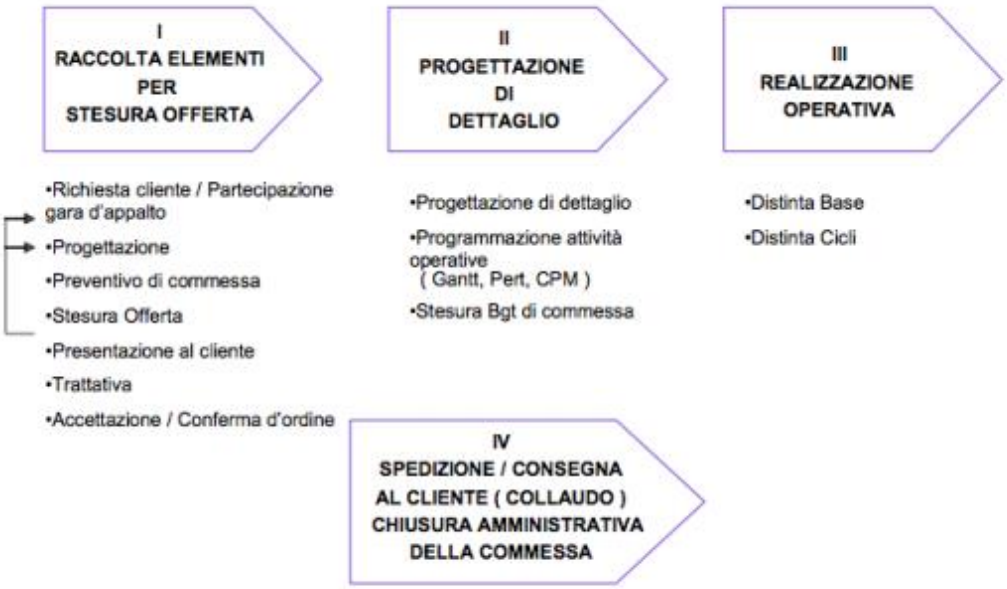
trascurabili, la riduzione degli sprechi di tempo risultano essere particolarmente rilevanti, poiché possono andare a minare i margini di profitto aziendali. Si ha inoltre a che fare con costi delle materie prime piuttosto spiccati, specialmente quando vengono impiegate fibre di carbonio pre-preg, le quali hanno bisogno di ambienti refrigerati per non innescare la reticolazione della resina epossidica. In tale ambiente la gestione delle informazioni ha una rilevanza maggiorata, poiché i minimi errori di produzione possono sfociare in costi aggiuntivi anche ingenti.

L'analisi del processo produttivo parte dunque dalla ricezione dell'ordine effettuata dal cliente, che può seguire o una gara d'appalto oppure una richiesta d'offerta da parte del committente. Successivamente, qualora l'offerta venga accettata, viene effettuata una progettazione preliminare insieme ad un preventivo iniziale; in tali fasi vengono definite le caratteristiche tecnico-qualitative dell'opera, i tempi stimati di esecuzione dei lavori ed i costi, facendo un calcolo di convenienza economica in riferimento anche alla totalità delle commesse presenti o prossime nel portafoglio.

La seconda fase, appunto, viene rappresentata dalla progettazione esecutiva di dettaglio. Quest'ultima è una fase determinante, perché si tratta di progettare in maniera dettagliata ed accurata tutto il lavoro complessivo da compiere, nonché si devono programmare le singole attività necessarie alla realizzazione della commessa stessa.

La terza fase è appunto caratterizzata dall'impiego delle risorse predisposte nella seconda fase, per arrivare alla realizzazione dell'opera; in tale fase vengono effettuati i controlli dello stato di avanzamento dei lavori, per cui risulta fondamentale.

La quarta fase riguarda la chiusura della commessa, effettuando i collaudi e la chiusura amministrativa.



A seguito dell'accettazione dell'ordine si dà pertanto il via alle attività di progettazione delle attrezzature, che saranno necessarie in fase di lavorazione per la realizzazione dell'opera ordinata.
Partendo dalle specifiche definite nel progetto preliminare, le quali fanno riferimento alle caratteristiche strutturali come finitura superficiale e resistenza alle sollecitazioni meccaniche, in relazione anche al budget disponibile per la realizzazione dell'opera, vengono scelti tecnologia di produzione, tenendo in considerazione anche il volume da realizzare, e il materiale con cui realizzare lo stampo, sempre in funzione dell'ultimo parametro.
Nella scelta della tecnologia produttiva è necessario tenere ben presenti le complessità del pezzo, poiché, nonostante alcuni manufatti possano essere realizzati con più tecnologie produttive a parità di qualità realizzativa rispetto alle specifiche richieste, possono essere necessarie lavorazioni aggiuntive, con costi e tempi potenzialmente superiori: va pertanto adottato un approccio Design For Manufactory al fine di ridurre sprechi ed inefficienze legate all'adozione di una tecnologia produttiva in particolare.
A seguito della definizione di tali parametri, le attività di progettazione degli stampi seguono strade diverse a seconda del materiale scelto per la realizzazione dello stampo: nel caso di stampi in composito infatti, non potendo questi ricevere la lavorazione di fresatura per ricavare la forma desiderata, è necessario passare per la realizzazione di un modello su cui poter laminare lo stampo stesso, problematica non riscontrata con stampi in materiale poliuretanico o metallico. In tal caso va effettuata una richiesta d'acquisto del modello del pezzo da realizzare, a seguito della progettazione dello stesso, la quale ha come effetto l'introduzione di un certo Lead Time nella progettazione e produzione effettiva dello stampo. In caso contrario va comunque effettuata una RDA per l'approvvigionamento delle lastre poliuretaniche o metalliche.
Definiti anche i disegni 3D degli stampi ricavati, si passa alla progettazione delle maschere di incollaggio, necessarie per pezzi ove la realizzazione con un solo stampo comporta problemi in fase di progettazione o in fase di laminazione.
Parallelamente avviene anche la stesura della Plytable e della Plybook, le quali costituiscono le istruzioni per la laminazione degli stampi, in modo da garantire la conformità alle specifiche richieste dal committente durante la fase di definizione dell'ordine.
Completate tali attività ha inizio la lavorazione vera e propria, per cui si comprende come gli errori nelle fasi di progettazione possano sia comportare difetti che ritardi nelle successive fasi di realizzazione dei pezzi: va pertanto effettuato un continuo controllo dell'avanzamento dei lavori, al fine sia di garantire il corretto sviluppo dei progetti, con particolare attenzione sulla qualità, in quanto maggiore leva competitiva in ambiente MTO, sia di assicurare l'allineamento con la programmazione

delle attività dell'intero progetto, in modo tale da rispettare le deadline imposte dal progetto preliminare.

3.3. Sviluppo del sistema

Raccolte le informazioni sul processo produttivo, grazie alle quali è possibile individuare rispettivamente chi ne debba detenere la proprietà, la possibilità di modifica e l'accesso, prima di passare alla definizione del sistema, vanno definiti alcuni elementi: è infatti necessario prima definire quelli che sono gli obiettivi dell'implementazione del PLM, i quali non possono che essere di business, quali ad esempio la riduzione degli sprechi, come suggerito dall'approccio Lean, la riduzione del Production Lead Time e il miglioramento della qualità dei prodotti. Questi ultimi in particolare rappresentano le maggiori leve competitive per un'azienda che opera su commessa, mentre la riduzione degli sprechi permette di aumentare la redditività complessiva dell'azienda, sia nel singolo che estesa sull'intera Supply Chain.
Prima di andare ad implementare il sistema è inoltre necessario definire delle misure di prestazione, le quali vengono impiegate per misurare i miglioramenti introdotti dall'adozione dell'approccio PLM: indici di prestazione (KPI) classici, da misurare prima e dopo l'adozione del sistema, possono essere individuati in:

1. Tempo medio di sviluppo del prodotto, o in particolare nella progettazione di tutte le attrezzature legate ad esso;

2. Tempo speso senza valore aggiunto, prima fonte di spreco nelle realtà che adottano un layout di produzione di tipo Job Shop;

3. Il numero delle modifiche tecniche introdotte durante lo sviluppo;

4. Il tempo medio di introduzione delle modifiche.

La misura degli KPI fornisce infatti lo stato di partenza del processo di sviluppo delle attrezzature, che deve essere migliorato dall'adozione del sistema PLM, aiutando in particolare ad individuare gli aspetti su cui focalizzarsi nella definizione delle funzionalità del sistema stesso.
Come già ribadito più volte, intraprendere un progetto Product Lifecycle Management non è un progetto di ICT, il quale rappresenta solo l'ultima fase di automazione del sistema informativo

sviluppato mediante un'attenta razionalizzazione. L'attività cruciale per questa implementazione finale, che di fatto termina il progetto PLM, è la definizione dei requisiti funzionali che il sistema deve avere, supportate ed ottenute mediante le strutture informatiche successivamente, ossia delle funzioni che esso dovrà svolgere nel processo di gestione delle informazioni di prodotto.
La definizione di tali funzionalità risulta piuttosto naturale qualora le informazioni ricavate dall'analisi del processo produttivo siano adeguate e corrette; va inoltre considerata la natura "enterprise" del sistema, da trattare alla stregua dei sistemi ERP e MES, risolvendo gli eventuali conflitti tra gli stakeholder.
In relazione alle informazioni ricavate alla prima fase, le funzionalità che il sistema deve possedere per garantire una gestione ottima delle stesse, facilitando anche le attività di progettazione, sono:

1. Come già sottolineato nella descrizione delle fasi del ciclo di vita della commessa, la prima fase operativa è quella di predisposizione delle risorse da assegnare alla stessa; si necessità pertanto di funzionalità che permettano la programmazione e pianificazione delle attività di progettazione, includendo anche strumenti che permettano di verificare la disponibilità di forza lavoro, ossia di poter verificare la sovrapponibilità con altre commesse; per tali attività risulta utili poter impiegare metodi come il CPM. Inoltre si dovrebbe poter disporre di funzioni di integrazione con il sistema ERP per la pianificazione degli approvvigionamenti necessari alle successive attività di produzione.

2. Nel caso di anticipo o ritardo nel completamento delle attività programmate, il sistema deve permettere un rapido e semplice aggiornamento della programmazione, in modo tale da non incrementare il Production Lead Time oltre la deadline della commessa

3. Il sistema deve permettere il semplice inserimento e reperimento degli item che rappresentano le parti da progettare: poiché una delle fonti di spreco maggiore è l'energia spesa nel reperimento delle informazioni. Il sistema dovrebbe pertanto fornire un meccanismo di accesso rapido alle informazioni giuste di competenza dei singoli progettisti. Deve inoltre permettere di poter distinguere le varie tipologie di parti da realizzare in maniera intuitiva, semplificando ulteriormente il processo di reperimento in caso di necessità di modifica; si deve in particolare poter distinguere uno stampo da una maschera di incollaggio, oltre che poter specificare i materiali utilizzati per gli stessi.

4. Altra importante funzione da ricoprire è quella di protezione delle informazioni stesse: il sistema deve garantire la bontà delle informazioni nel tempo, deve perciò impedire accidentali errori limitando gli accessi ai soli individui di competenza, permettendo inoltre di limitare le azioni attuabili sulle stesse in funzione del ruolo ricoperto nella commessa specifica.

5. Deve permettere una semplice gestione della struttura di prodotto: il sistema dovrebbe permettere la gestione modulare della BOM del prodotto, in modo da poter applicare eventuali modifiche senza dover necessariamente modificare l'intera struttura, in accordo con il paradigma object-oriented da adottare. Si dovrebbe inoltre poter direttamente estrarre la BOM stessa dal sistema per poterne effettuare modifiche esterne o la stampa in fase di allegazione dei documenti di prodotto.

6. Consentire un controllo dell'avanzamento delle attività: una delle attività fondamentali nella gestione della commessa, è quella di verifica dello stato di avanzamento dei lavori. Si necessità pertanto di uno strumento che consenta la consuntivazione delle ore effettivamente impiegate nelle varie attività, oltre che a poter verificare il grado di completamento delle stesse. Tale funzionalità risulta molto importante in quanto permette l'individuazione delle attività maggiormente soggetto di errori, in particolar modo di stima delle tempistiche di completamento.

7. Il sistema deve permettere anche un'organizzazione semplice del portafoglio delle commesse: il PLM deve permettere di organizzare le commesse in corso, raggruppandole per cliente, oltre che garantire la conservazione di quelle completate per utilizzi futuri.

8. Si deve prevedere l'integrazione trasversale: il sistema deve consentire l'integrazione dei sistemi SRM e CRM, permettendo agli altri attori della Supply Chain di partecipare ai processi decisionali, con l'effetto di riduzione degli errori, delle modifiche e del Production Lead Time totale.

9. Si deve disporre anche di un meccanismo di segnalazione di possibili problematiche: il sistema da implementare deve comprendere la possibilità di evidenziare gli eventi che possono causare problematiche, in relazione alla gravità e alla probabilità di accadimento, e di organizzarli secondo un qualche criterio, come ad esempio gravità o combinazioni di fattori.

10. Ultimo ma non meno importante il controllo del budget: poiché tutte le attività di commessa vanno relazionate al budget definito in fase di progettazione preliminare, è importante tenere sempre traccia delle spese sostenute in modo da tenere sotto controllo l'effettiva redditività della commessa stessa.

Terminata la definizione delle funzionalità richieste al sistema, si dispone di tutti gli elementi decisionali che condizionano la scelta del software PLM più adatto alle caratteristiche dell'azienda e alla tipologie di prodotto realizzate dalla stessa. Tale scelta può essere operata a seguito di una valutazione comparativa, svolta su una serie di candidati con caratteristiche consone alle funzionalità richieste, individuando quello che per semplicità di utilizzo o funzionalità è più in linea con quanto richiesto.
La valutazione può anche essere svolta sulla base degli KPI, la quale però comporta una sforzo e tempi più lunghi in quanto più minuziosa, e basata su misure che necessitano di più prove per poter definire una media degli indici stessi

3.4. Implementazione del PLM

La valutazione comparativa ha portato alla scelta del software Product Lifecycle Management Enovia, sviluppato da Dassault Systèms, e supportato dalla piattaforma 3DEXPERIENCE, la quale offre una molteplice offerta di soluzioni per ogni aspetto della gestione aziendale, corredato di strumenti CAD e CAE per la progettazione e la modellazione 3D, di cui l'azienda disponeva in precedenza, motivazione aggiuntiva alla scelta del software specifico.
Si è passati pertanto all'implementazione del sistema al fine di valutarne l'effettiva funzionalità.

3.4.1. Caratteristiche

La gestione dei dati mediante Enovia prevede al posto della classica gestione gerarchica mediante file e cartelle, l'impiego dei metadati per l'efficiente reperimento e tracciabilità dei dati, riportando le azioni compiute sugli stessi, comprese degli autori delle stesse e della cronologia. Altri metadati riguardano le versioni dei file e le revisioni degli stessi: la differenza tra le due riguarda l'oggetto, infatti mentre una versione rappresenta una modifica di un file non ancora ufficiale, una revisione rappresenta la modifica di un'oggetto o documento contenente uno o più file già congelati e ufficializzati.

Per ogni oggetto trattato dal sistema, esistono un insieme finito di stati che esso può assumere e regole di acceso allo stesso, denominato Lifecycle, che rappresenta l'evoluzione nel corso dello specifico ciclo di vita.
La protezione dei dati e il semplice reperimento degli stessi, è ottenuto mediante il meccanismo dei Collaborative Space e Security Context. i quali identificano aree all'interno delle quali i team possono collaborare, accedendo alle sole informazioni di propria competenza definite proprio dal Security Context.
Esso è poggiato sulla definizione dei ruoli, i quali abilitano e disabilitano funzioni ed accessi all'utente, oltre che ad abilitare i software utilizzabili: in questo modo è possibile permettere l'accesso al sistema anche a fornitori e clienti, realizzando quindi l'integrazione dei moduli SRM e CRM come previsto dal paradigma Industry 4.0.

3.4.2 Document Management

Il PLM può essere considerato una estensione del sistema Product Document Management, il quale riguarda solamente la gestione dei documenti di prodotto. Enovia dispone pertanto di un sistema di Document Management di tipo gerarchico, in quanto il paradigma del sistema è object-oriented, e basato sui metadati che descrivono gli oggetti.
Il Document Management deve garantire la preservazione delle informazioni, proteggendole anche da modifiche accidentali: per impedire tali situazioni, Enovia permette la modifica su uno stesso oggetto da parte di un utente alla volta; il recupero di una copia di un oggetto del sistema(in quanto gli originali vengono trattenuti per la visualizzazione che rimane permessa) ha come effetto il contemporaneo Lock dello stesso, così che non si possa modificare. Il passaggio dall'utente al sistema dell'oggetto della modifica, innesca la creazione di una nuova versione e il contestuale Unlock.
Per la creazione delle revisioni, e quindi modifiche di oggetti già ufficializzati, è necessario eseguire manualmente l'operazione, al contrario delle versioni: le varie revisioni sono oggetti distinti, pertanto esse vanno ufficializzate singolarmente per poter essere impiegate. Ciò avviene percorrendo l'intero ciclo di vita dell'oggetto.
Per introdurre un ulteriore controllo, Enovia permette la creazione di percorsi di approvazione per l'avanzamento del ciclo di vita degli oggetti(Routes), procedura che introduce un controllo di sicurezza sugli oggetti, portati avanti dai responsabili delle attività, e che possono avere come esito l'approvazione, il rifiuto o un ordine di modifica.

3.4.3. Programmazione delle attività

Per venire incontro all'esigenza di una organizzazione di clienti e commesse chiara e semplice, Enovia mette a disposizione di creare oggetti che hanno la funzione di rappresentare questi ultimi. I Program sono la rappresentazione dei clienti dell'impresa, il cui ciclo di vita è composto dai soli stati Active e Inactive per indicare clienti attuali o passati, mentre le commesse vengono caratterizzate dai Project. I project includono tutte le funzioni di programmazione dell'attività, potendo distinguere tra attività semplici, fasi, milestone e gate, le quali vanno assegnate ad uno dei membri della commessa che ha il compito di completarle; proprio come nella tecnica Stage-Gate per l'innovazione di prodotto, i gate rappresentano dei punti di approvazione, che in particolare possono essere risolti mediante Route. Il sistema permette sia la consuntivazione delle attività programmate, sia l'aggiornamento in caso di introduzione di Lateness: le funzioni di programmazione, oltre che integrare la definizione di dipendenze tra le attività interne, permette anche di definire delle attività esterne, in modo da poter verificare l'effettiva disponibilità di capacità per il completamento entro i termini previsti. Poiché questa funzione non è automatica, il sistema prevede degli oggetti, chiamati Esperimenti, che permettono di definire più scenari in cui effettuare assegnamenti differenti, in modo da valutare quale risulti la programmazione migliore. Le funzionalità di programmazione includono anche l'assegnamento dei costi alle attività in modo da poter controllare continuamente il rispetto del budget.

Interpretando il ruolo di Project Manager si è quindi effettuata un prima parte di programmazione per verificare l'effettiva semplicità e chiarezza della stessa, per poi passare al ruolo di Progettista di Prodotto, per caratterizzare la gestione della BOM e dei documenti di prodotto. Tali attività hanno pertanto richiesto la definizione di una commessa di prova:

1. Il primo passo ha riguardato pertanto la creazione di un Program che rappresentasse il cliente della commessa, e successivamente la definizione di un Project per la stessa.

2. Una volta definiti i precedenti punti, si è passati alla individuazione delle attività di progettazione, in relazione ai dati di progetto quali tecnica di produzione, materiale dello stampo e parti da realizzare, corredati dalle varie maschere di montaggio, specificando le milestone e i gate di validazione delle attività. Per tale fase si è sfruttata proprio la funzionalità degli esperimenti, impiegando la metodologia CPM nelle varie configurazioni, sempre

controllando minuziosamente le disponibilità di capacità, in modo da individuare la programmazione ottimale.

3. Una volta definita quest'ultima, il passo successivo è stato renderla ufficiale, assegnando contestualmente le singole attività ai membri del progetto: in tale fase è stato necessario definire anche i Deliverable delle attività, in modo da specificare ad ogni utente i risultati finali da inserire nel sistema al termine delle attività assegnate. Per la validazione delle attività di progettazione si è scelto di includere la funzionalità delle Routes, affidate ai vari responsabili.

4. Infine si è predisposto il budget per la verifica dell'allineamento con il preventivo iniziale e l'individuazione delle attività che necessitano di miglioramenti.

Il ruolo di Project Manager permette inoltre di poter verificare il tempo effettivamente impiegato nelle varie attività da ogni membro del progetto, operando così il controllo dell'avanzamento dei lavori. Gli impegni nelle attività vanno inseriti da parte degli assegnatari, pertanto tale funzionalità è sta verificata parallelamente alla verifica della gestione della BOM, operata attraverso l'impiego del ruolo da Progettista di Prodotto. In tale veste, si è provveduto all'esecuzione delle attività assegnate, immediatamente segnalate dal sistema nell'istante di ufficializzazione della programmazione delle attività stesse, le quali prevedevano la costruzione della BOM, ottenuta importando e collegando gli Item costituenti, inserendo inoltre le relative documentazioni quali le richieste d'acquisto. Tali attività possono essere riassunte nei seguenti passi:

1. Creazione delle parti: ogni attrezzatura è una sottoclasse dell'oggetto Parte, per cui va specificata la tipologia di attrezzatura che ci si appresta a creare. Vanno inoltre specificati attributi come materiali di produzione, tecnologia produttiva, finitura e lead time di produzione, dove quest'ultimo rappresenta un'utile informazione per la successiva attività di programmazione della produzione. Ogni attrezzatura viene assegnata alla commessa cui riferisce, caratteristica che permette il semplice reperimento delle stesse.

2. Costruzione della BOM: create i modelli delle parti da realizzare, si procede alla costruzione della BOM tecnica, collegandovi gli stampi e attrezzature necessarie alla realizzazione delle parti stesse. Si è proceduto ad allegare anche i documenti relativi alle attività svolte, quali ad esempio la RDA dei modelli e materiali.

3. Inserimento dei Deliverable: al termine di ciascuna attività si è proceduto all'inserimento dei Deliverable richiesti dalle attività programmate, per poter avanzare nell'esecuzione della commessa.

Contestualmente alla costruzione della BOM e al completamento delle attività assegnate, si è proceduto anche alla sottoscrizione del tempo impiegato nelle stesse, eccedendo volontariamente alcune delle scadenze.
Parallelamente all'esecuzione delle attività, nel ruolo di Progettista, si è operato un continuo controllo nel ruolo di Project Manager, al fine di andare a verificare la tempestività del sistema nel segnalare ritardi nella programmazione e la rapidità di aggiornamento. A questo proposito il meccanismo è risultato essere adeguato, permettendo aggiornamenti rapidi e il controllo semplice e tempestivo dell'avanzamento dei lavori, funzionalità richiesta al sistema per evitare di incappare in errori causati dai ritardi.
L'ultimo passo di verifica delle funzionalità del sistema, è costituito dall'esportazione della distinta base figurata dal sistema su un foglio di calcolo, in modo da poter aggiungere eventuali note integrative ed effettuarne la stampa da allegare alla spedizione del prodotto.
Il sistema consiste di costruire una distinta base in forma sia tabellare che di struttura ad albero a seconda dell'esigenza specifica, permettendo di gestire più rapidamente e con meno rischio d'errore le varie BOM di prodotto, poiché ogni suo componente viene assegnato alla commessa in fase di creazione e il collegamento con le attrezzature ausiliarie risulta molto semplice e chiaro: si realizza così la funzionalità richiesta al sistema di chiara e semplice gestione della struttura di prodotto, e in particolare la visualizzazione dei dati che lo costituiscono.
Si è verificata anche la funzionalità di esportazione della distinta base su foglio elettronico: tale funzionalità permette anche il processo inverso, ossia l'import della BOM. Tale caratteristica permette di unire la flessibilità dei fogli di calcolo, con la semplice gestione della distinta base fornita dal sistema PLM.

Conclusioni

La scelta di implementare un sistema informativo Product Lifecycle Management risulta pertanto un progetto in piena ottica Industry 4.0., per la caratteristica di tendenza alla riduzione delle fonti di spreco, mediante l'impiego della integrazione verticale ed orizzontale dei flussi informativi all'interno dell'azienda estesa, ed all'utilizzo delle tecnologie ICT.

L'implementazione ha richiesto lo studio preventivo del ciclo di vita di una commessa generica, volto ad individuare come suddividere poi le attività della commessa specifica, andando a focalizzare l'attenzione sulle fasi 2 e 3, di programmazione ed esecuzione delle attività di progettazione delle attrezzature.

È stata anche necessaria l'analisi dell'intero ciclo di vita dei prodotti realizzati dall'azienda, in modo tale da ricavare informazioni circa le fasi dello stesso, necessarie al fine di comprendere in maniera ottima le funzionalità che tale sistema deve garantire. Si sottolinea che senza le funzionalità richieste il sistema perde sia di efficacia che di efficienza, facendo cadere di fatto la giustificazione degli investimenti di tempo, denaro ed altre risorse necessarie alla sua implementazione.

L'implementazione ha dato complessivamente un risultato positivo, grazie in particolare alla semplice gestione della programmazione delle attività, la quale permette un rapido aggiornamento in caso di Lateness, e all'integrazione con gli altri strumenti software della piattaforma. Anche la gestione non più manuale della BOM contribuisce alla giustificazione dell'investimento.

Rimangono comunque aperte le valutazioni tra le varie soluzioni software presenti sul mercato, basate sull'utilizzo dei KPI, le quali come sviluppato nel capitolo 3, rappresentano gli strumenti di misura delle prestazioni del sistema di gestione, ma che comporterebbero investimenti nelle varie implementazioni troppo alti per essere di fatto operate.

Bibliografia

1. D. Campi Martucci, I sistemi PLM per l'impresa digitale, Edizioni Savine, 2013

2. M. De Marco, I sistemi informativi aziendali. Temi di attualità, FrancoAngeli, 2000

3. R. Candiotto, il sistema informativo dell'azienda nell'industria digitale, G. Giappichelli Editore, 2016

4. A. Pareschi, A. Regattieri, E. Ferrari, A. Persona, Logistica Integrata e Flessibile: Per i sistemi produttivi dell'industria e del terziario. Con applicazioni numeriche e progettuali, Società Editrice Esculapio, 2015

5. U. Rubello , G. Fiorica , Controllo di gestione nelle aziende operanti per commessa. Amministrazione & Finanza, 9, pp. 31-35, 2003

6. E. G. Popkova, Y. V. Ragulina, A. V. Bogoviz, Industry 4.0: industrial revolution of 21st Century, Springer, 2018

7. D. Galar Pascual, P. Daponte, U. Kumar, Handbook of Industry 4.0 an SMART Systems, CRC Press, 2019

8. AA. VV., Dai documenti al social web. L'informazione al centro del business, FrancoAngeli, 2012

Ringraziamenti

A conclusione della mia tesi di laurea, vorrei innanzitutto ringraziare il mio relatore, il prof. Maurizio Bevilacqua, che con le sue conoscenze e la sua professionalità, mi ha permesso di approfondire un tema così attuale nell'odierno contesto competitivo.

Vorrei rivolgere un sentito ringraziamento a tutto lo staff di HP COMPOSITES, per l'opportunità di crescita professionale offertami, e la disponibilità mostratami durante tutto il periodo di permanenza presso l'azienda.

Un particolare ringraziamento va alla mia famiglia, che mi ha sempre sostenuto economicamente e moralmente, senza farmi mai pesare i sacrifici fatti, affinché io potessi arrivare fino a qui. Per me siete stati una buona guida e lo sarete sempre!

Infine, grazie agli amici, a tutti coloro che ho conosciuto durante l'università e che mi vogliono bene, che hanno saputo motivarmi durante il mio percorso e mi sono stati accanto nei momenti di difficoltà.

GRAZIE A TUTTI!

ISMAELE CICCONI