

POLITECNICO DI TORINO

Collegio di Ingegneria Meccanica, Aerospaziale, dell'Autoveicolo e della Produzione

Corso di Laurea Magistrale in ingegneria Meccanica

Tesi di Laurea Magistrale

Pianificazione della produzione e procedure industria 4.0



Relatore

Prof. Luca Iuliano

Candidato

Federico Lugas

Tutor aziendale

Edoardo Forzese

Sommario

INTRODUZIONE	1
Pianificazione della produzione	3
1 Acustica Industriale	6
1.1 Materiali utilizzati	10
1.1.1 Prodotti fonoassorbenti	10
1.1.2 Prodotti fonoisolanti.....	11
1.1.3 Prodotti smorzanti.....	12
1.1.4 Isolamento termico	14
1.1.5 Prodotti termoformati.....	14
1.1.6 Soluzioni speciali.....	15
1.1.7 Prodotti fonoassorbenti e fonoisolanti	16
1.2 Tecnologie e macchinari	17
2 Gestione della produzione attuale	21
2.1 Schede di produzione (Excel)	22
2.1.1 Scheda: pagina frontale parte superiore.....	23
2.1.2 Scheda: pagina frontale parte inferiore	24
2.1.3 Scheda: pagina posteriore parte superiore	25
2.1.4 Scheda: pagina posteriore parte inferiore	26
2.2 Analisi tempi di produzione	27
2.2.1 Analisi di due produzioni: novembre.....	28
2.2.2 Analisi di due produzioni: dicembre	29
2.2.3 Confronto produzioni: novembre-dicembre	30
2.2.4 Cliente1: Tempo medio produzione di un bancale, confronto mensile.....	31
2.2.5 Cliente2: Tempo medio produzione di un bancale, confronto mensile.....	36
3 Gestione della produzione “obiettivo”	40
3.1 Software gestionale FACTORY.....	40
3.1.1 Anagrafiche.....	40
3.1.2 Tecnologia.....	45
3.1.3 Produzione.....	51
3.1.4 Rilevazione dati.....	60
4 Nuove procedure digitali introdotte	66

4.1	Procedure 4.0 riguardanti gli Operatori:	66
4.1.1	Istruzioni operative.....	68
4.1.2	Controllo funzionamento macchine tramite tablet.....	70
4.2	Quick e inventario digitale	71
5	Conclusioni e principali risultati	72
Bibliografia	74
Ringraziamenti	75

INTRODUZIONE

Con Industria 4.0 si intende un nuovo metodo di produzione che fa perno sui robot e sugli oggetti connessi. Seguendo questa nuova filosofia, la produzione industriale diventerà completamente automatizzata, ed è quindi necessario che le industrie si formino adeguatamente e debbano conoscere le potenzialità che scaturiscono dalla digitalizzazione, così da utilizzarle a loro vantaggio visto che il mondo è sempre più interconnesso e, in futuro, la produzione industriale sarà totalmente automatizzata.

L'Industria 4.0 renderà possibile la quarta rivoluzione industriale, questo è dettato da un insieme di fattori: la spinta tecnologica, una forte automazione, informazione e connessione. Si tratta della diretta conseguenza della digitalizzazione in campo produttivo avvenuta ormai da anni. Questo processo è definito dagli analisti: "digital transformation" che porterà per la prima volta le aziende a confrontarsi e affrontare prevalentemente due difficoltà: la gestione delle risorse fisiche e la gestione delle risorse virtuali, entrambe contenuto essenziale del sistema di produzione aziendale.

Le trasformazioni storiche dei processi industriali vengono generalmente suddivisi in quattro fasi:

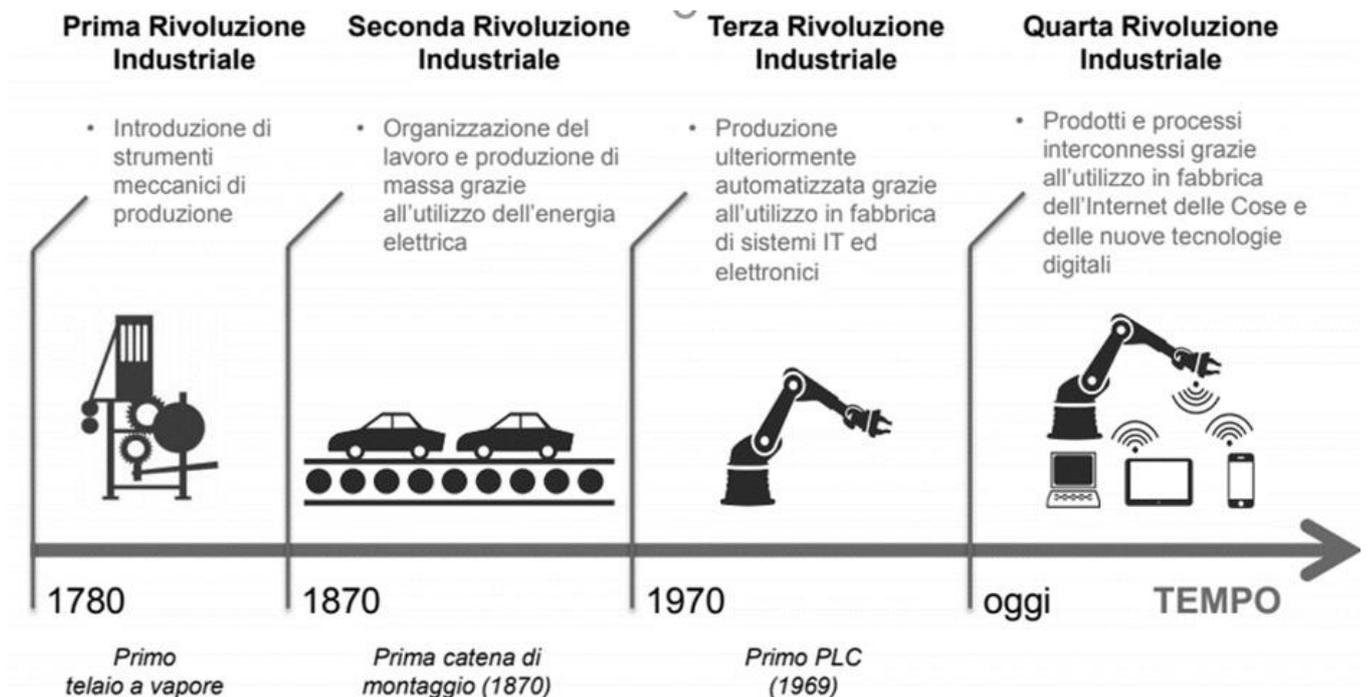


Figura 1 –Le quattro Rivoluzioni industriali

L'industria 1.0 (1784) risale al periodo successivo la scoperta della macchina a vapore: evoluzione tecnologica che ha permesso l'aumento della produzione e ne ha diminuito i tempi.

L'industria 2.0 (1870 circa) si concentra negli anni della scoperta e utilizzo dell'energia elettrica in parallelo all'uso del petrolio.

L'industria 3.0 (1970 circa) parte dall'ingresso nelle industrie della tecnologia di informazione e comunicazione di prima generazione, che unite ai ruoli chiave di informatica e elettronica, hanno permesso nuovi orizzonti e performance del sistema produttivo.

L'ultima trasformazione è quella introdotta dall'Industria 4.0 che grazie al cloud e lo sfruttamento dei Big Data e l'interconnessione massiva ha permesso di modificare e innovare la gestione aziendale e i modelli di produzione: tecnologia, sensori e robotica fanno da perno a questa evoluzione.

È possibile suddividere il processo di trasformazione in tre diversi step:

il primo è la Smart Production, un insieme di nuove tecnologie e innovazioni che rendono possibile l'interazione e collaborazione tra uomo e macchina, migliorando le performance produttive dell'azienda.

Il secondo livello comprende gli Smart Services, sistema ideato per il controllo e il presidio di sistemi, si basa sulla gestione e diffusione della digitalizzazione permettendo l'integrazione in azienda di tutti gli assets, compresi i clienti.

L'ultimo livello è la Smart Energy, permette alle aziende di essere più economiche e ecologiche, integrando una serie di concetti chiave quali l'attenzione agli sprechi, la riduzione al minimo dei consumi e la massima salvaguardia dell'ambiente; tutto ciò è permesso dai nuovi sistemi energetici.

I cambiamenti introdotti da questa ultima trasformazione saranno molteplici, in particolare nasceranno nuovi posti di lavoro si genereranno, rimpiazzandone altri ormai obsoleti e non necessari, per esempio ruoli centrali avranno l'ingegneria, l'informatica e il settore finanziario.

Le innovazioni introdotte renderanno possibile la massima interconnessione possibile tra i macchinari, arrivando a permettere una loro autoriparazione e manutenzione preventiva. Introducendo in azienda questi concetti sarà realizzabile soddisfare le personalizzazioni richieste dai clienti in maniera completa, arrivando a parlare di fabbriche Smart.

Pianificazione della produzione

Conseguentemente alle trasformazioni dell'industria, le richieste per le imprese sono:

- Aumento dei volumi produttivi
- Diversificazione delle esigenze dei clienti (customizzazione)
- Maggiore competizione
- Crescente disponibilità di nuove tecnologie
- Maggiore velocità nei trasporti e nella comunicazione
- Presenza di nuovi servizi
- Maggior numero di componenti del sistema e relazioni tra essi

La gestione della produzione è il processo decisionale attraverso il quale sono organizzate le risorse produttive al fine di conseguire determinati obiettivi. Solitamente è utile seguire questa gerarchia nel tempo, individuando:

- Pianificazione (sul lungo periodo, mediamente tre anni)
- Programmazione (nel medio periodo)
- Controllo (nel breve periodo, per gestire l'andamento della programmazione)

La pianificazione della produzione è il processo con cui si definisce ed impegna l'ammontare delle risorse (manodopera, macchinari, attrezzature, materiali) di cui l'azienda avrà bisogno per le sue attività produttive. Tutto queste operazioni devono minimizzare i costi, i tempi e le risorse.

Il problema generale della programmazione della produzione è scindibile nelle seguenti fasi:

Pianificazione di lungo periodo

È eseguita sul lungo termine (orizzonte temporale di riferimento di due o più anni), il livello di precisione dei dati disponibili è basso, e ha come output la formulazione di un budget di produzione per unità produttiva (stabilimento/linea) in termini di quanto produrre, quale famiglia di prodotti, quali e quante risorse impegnare.

Pianificazione di medio periodo

Generalmente ha come obiettivo la generazione di un piano principale di produzione (Master Production Schedule).

Viene definito in forma aggregata, raggruppando i singoli prodotti in famiglie; per questa ragione questa fase viene indicata come programmazione aggregata.

Solitamente il periodo di riferimento è il mese e l'orizzonte di programmazione è semestrale o annuale.

Pianificazione principale della produzione

È eseguita sul medio termine, il livello di precisione dei dati disponibili è medio-alto e ha l'obiettivo di definire il fabbisogno di componenti e materie prime effettuata mediante l'esplosione della distinta base e la tempificazione dei vari fabbisogni, utilizzando sistemi di tipo Material Requirement Planning.

La settimana o il mese sono generalmente i periodi di riferimento.

Pianificazione operativa

Le informazioni hanno un livello di dettaglio relativo al singolo prodotto. Il livello di precisione dei dati disponibili è elevato e senza grossi margini di variabilità. Possiede un periodo di riferimento pari al turno di lavoro o al giorno considerato. È eseguita sul breve termine.

Controllo della produzione

Il compito di questa fase è controllare l'esecuzione del piano operativo e restituire al sistema di programmazione lo stato di avanzamento della produzione.

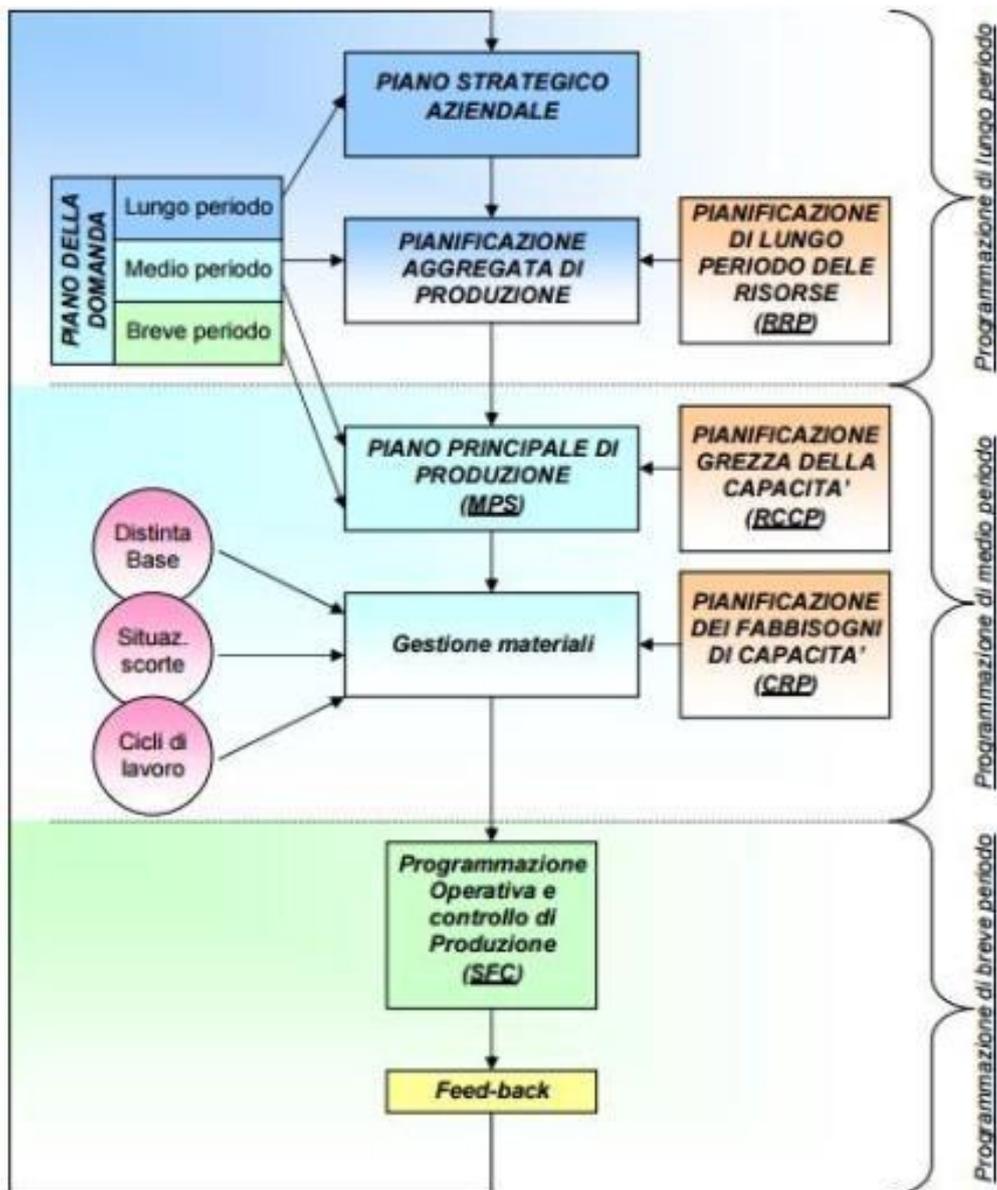


Figura 2- Fasi della Pianificazione della produzione

Durante lo svolgimento del lavoro in Acustica Industriale si è avuto modo di approfondire la Pianificazione principale della produzione, la Pianificazione operativa e il Controllo della produzione.

L'obiettivo principale è quello di sperimentare, analizzare e confrontare due sistemi di gestione della produzione differenti: quello seguito finora, basato sull'esperienza maturata nel settore e il sistema di gestione obiettivo, interconnesso e innovativo, che fa perno sulle procedure industria 4.0.

In particolare, verranno messi in luce i vantaggi di cui l'azienda beneficerà adottando questa seconda modalità di gestione e anche le difficoltà che sta incontrando e che dovrà affrontare.

1 Acustica Industriale

Acustica Industriale nasce dall'esperienza dei suoi fondatori, maturata da oltre 25 anni di attività nel settore. Grazie alla loro formazione tecnico-commerciale hanno creato un'azienda basata sui concetti di "soluzione" e personalizzazione del prodotto.

La capacità di valutare i materiali in termini di prestazioni, la loro adattabilità alle esigenze del cliente, l'utilizzo finale e, più in generale, la sua ottimizzazione rendono *Acustica Industriale* un partner sicuramente propositivo e di sviluppo.

L'azienda, pur essendo una piccola/media realtà, grazie ad una rete di sinergie intessuta negli anni con aziende leader, nella produzione di materie prime e semilavorati, è in grado di soddisfare richieste complesse, articolate e ad un alto livello di specializzazione.

La filosofia dell'azienda è di trasformare qualsiasi prodotto, fonoassorbente, fonoisolante, smorzante, in una "soluzione acustica", adatta allo scopo. Le singole tipologie di trasformazione vengono decise in base a studi di fattibilità messi in atto caso per caso, anche su disegno del cliente per determinarne la convenienza economica, tecnica e le attrezzature che serviranno per la produzione.

La flessibilità di Acustica Industriale permette di realizzare piccole e grandi serie per diversi tipi di prodotto e finalità di utilizzo.

Tutte le fasi di tranciatura, fustellatura, termoformatura e stampaggio seguono percorsi consolidati per il raggiungimento del miglior prodotto finito. Accurate scelte e innovative trasformazioni dei materiali nel rispetto delle regole per la salvaguardia dell'ambiente.

Tutti le materie prime utilizzate da Acustica Industriale provengono da fornitori certificati e/o omologati. I materiali idonei per spessore, peso, dimensioni, che siano in lastre o rotoli, vengono controllati in base alle norme e procedure che la certificazione ISO 9001 impone, infatti l'azienda ha certificato il suo sistema produttivo secondo la ISO 9001:2008.

I principali settori di applicazione dell'azienda sono automotive, macchine movimento terra, treni, autobus, elettrodomestici, trattori, correzione acustica, architettura e design, after market, produzioni speciali.



Figura 3- principali settori di applicazione

In particolare, l'azienda si colloca come fornitore di primo e secondo livello per il settore elettrodomestico, come fornitore di primo e secondo livello per il settore della costruzione di macchine e agricoltura; mentre come fornitore di secondo livello per il settore automotive fornendo le case automobilistiche leader nel mercato mondiale.

Nell'immagine che segue si può osservare la ripartizione delle vendite per settore, è evidente come i settori trainanti siano Automotive ed Elettrodomestico (White goods).

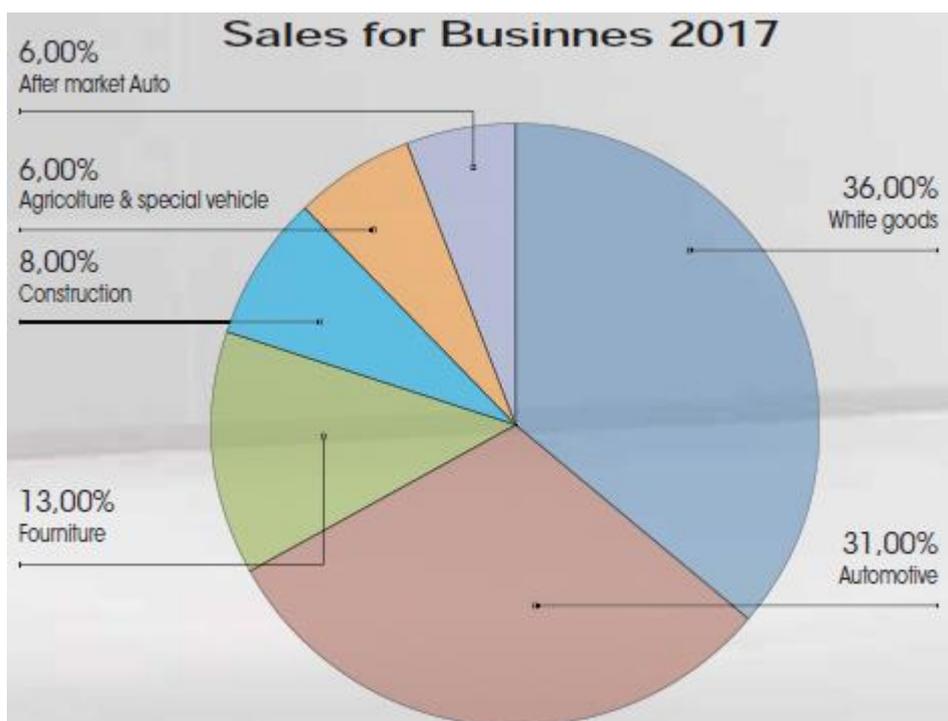


Figura 4- Sales for Business 2017-2018

L'azienda si suddivide in tre diverse gruppi:

- Sede principale di MONCALIERI (Headquarters and production)
- EAGLE- Torino (Commercial office and production)
- Sonsnowiec-Polonia (Eastern Europe production site)

Con l'apertura della nuova attività produttiva in Polonia l'azienda ha intrapreso un'importante azione, che ha permesso di rafforzare la sua presenza anche in Europa Orientale. Il nuovo posizionamento geografico, la visione commerciale e una nuova sede produttiva sono la risposta alle crescenti richieste di mercato e dei propri clienti in quest'area.



Figura 5-Organizzazione aziendale nei tre diversi gruppi aziendali

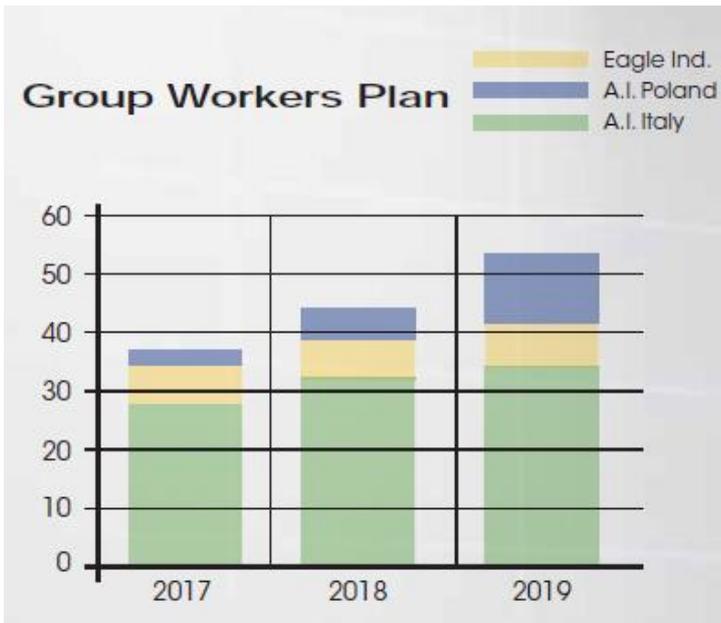


Figura 6-Suddivisione della forza lavoro nelle sedi aziendali

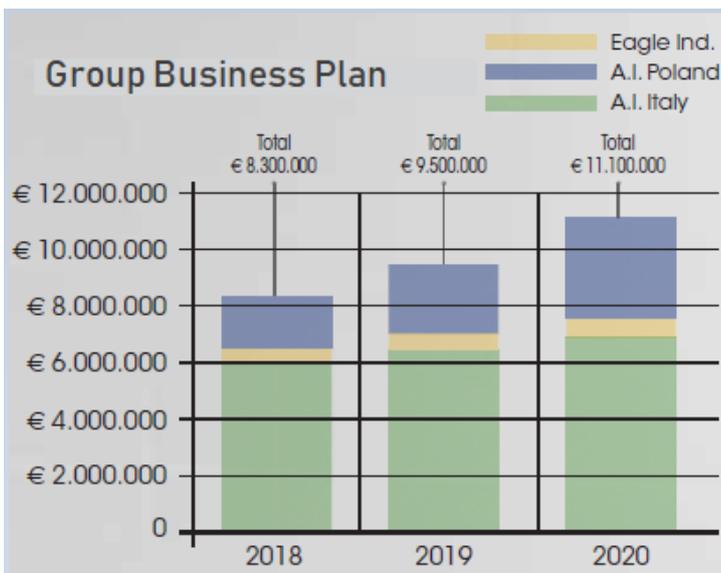


Figura 7- Group Business Plan

1.1 Materiali utilizzati

Di seguito vengono presentati i principali materiali utilizzati in azienda per la realizzazione di soluzioni personalizzate per ogni cliente nei diversi settori di applicazione.

1.1.1 Prodotti fonoassorbenti



Figura 8- ACUPOL

- Fibra poliestere (PET) Termolegata
- Particolari fustellati e termoformati



Figura 9-ACUPOR

- Fibra di cotone e sintetica, legata con resina termoindurente
- Particolari fustellati e termoformati



Figura 10-ACUFLEX

- Fibra di cotone e sintetica, legata con resina termoplastica
- Particolari fustellati e termoformati
- Applicazioni automotive ed elettrodomestici

1.1.2 Prodotti fonoisolanti



Figura 11-Composito

Il Composito è un sistema acustico pluristrato, realizzato mediante la combinazione tra ACUPOL (materiale fonoassorbente) e/o una lamina pesante acustica che può essere PRORUBBER oppure PROPLAST. L'unione di questi materiali genera una serie infinita di validi sistemi acustici con caratteristiche di fono-isolamento e fono-assorbimento.

Questo materiale viene impiegato in tutti i settori che l'azienda fornisce.

1.1.3 Prodotti smorzanti



Figura 12-PROPLAST PA

- Foglio smorzante Bituminoso autoadesivo
- Prodotto fustellato

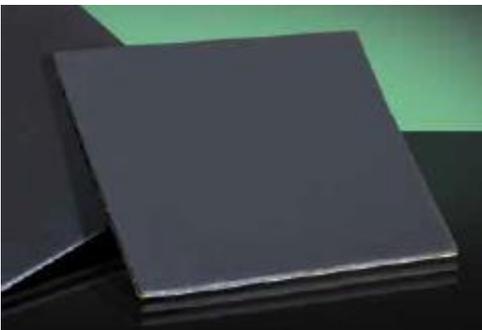


Figura 13-PRORUBBER

- Laminato pesante viscoelastico, barriera acustica
- Particolari fustellati e termoformati

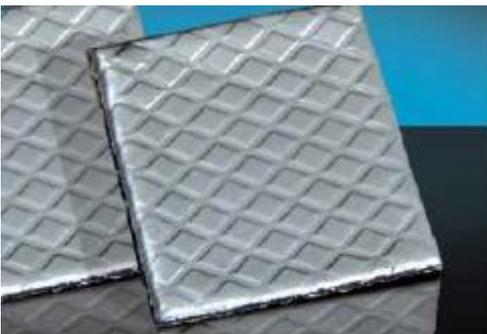


Figura 14-AUTYL 7129

- Smorzante butilico alluminato – Bistrato
- Particolari fustellati



Figura 15-PROPLAST ALU

- Foglio autoadesivo smorzante bituminoso alluminato
- Particolari fustellati

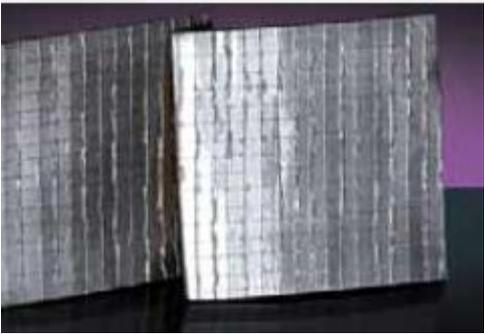


Figura 16- PRORUBBER ALU

- Laminato pesante viscoelastico, barriera acustica, alluminio lato a vista
- Particolari fustellati e termoformati

1.1.4 Isolamento termico

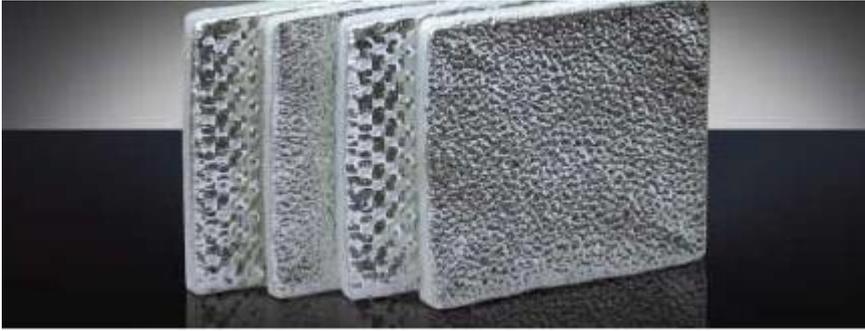


Figura 17- ACUTHERM ALU

Composizione bistrato, realizzata per protezioni termiche/acustiche di riflessione e per assorbimento.

Questo composito, riunisce e risolve, in un solo materiale, due problematiche tipiche, riscontrabili soprattutto nei vani motore. Grazie all'accoppiamento a temperatura di alluminio, e fibra di vetro bianca agugliata/trapuntata, riusciamo ad ottenere una ottima barriera termica ed un discreto materiale fonoassorbente.

1.1.5 Prodotti termoformati

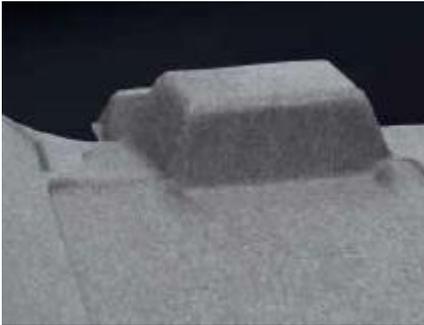


Figura 18-Particolare rivestimento sottotetto automotive



Figura 19-Tappeto in moquette



Figura 20- Rivestimento termico e acustico preformato

1.1.6 Soluzioni speciali

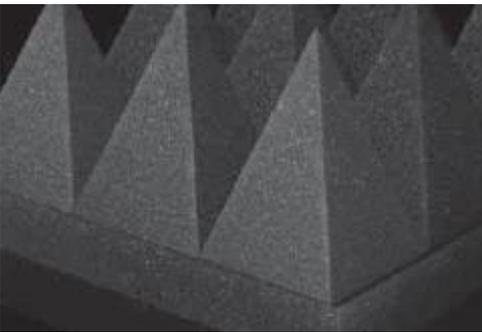


Figura 21-ACUPUR

Poliuretano profilato



Figura 22-ACUPOL

Poliestere profilato per camere anecoiche

1.1.7 Prodotti fonoassorbenti e fonoisolanti

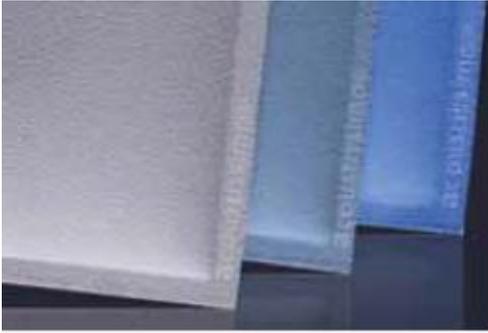


Figura 23-ACOUSTISSIMO

Pannello fonoassorbente, termoformato, per controsoffitto e parete.



Figura 24-ACUWALL

Pannello fonoassorbente in poliestere, rivestito e bordato con tessuto.



Figura 25-ACUBOARD

Pannello fonoassorbente in poliestere, rivestito da un lato e/o dall'altro lato con tessuto.

1.2 Tecnologie e macchinari

Utilizzando le tecnologie più all'avanguardia, Acustica industriale è in grado di attingere alle proprietà di assorbimento del suono, isolamento e smorzamento ed utilizzare queste proprietà per garantire una soluzione efficiente e affidabile sia per alti che bassi volumi di produzione.

Per realizzare queste soluzioni l'azienda svolge attività di Fustellatura (Die cutting):



Figura 26- Fustellatura esempio

Termoformatura (Thermo forming):



Figura 27- forno per termoformatura

Calandratura (Calendering) per le attività di accoppiamento dei materiali con adesivi:



Figura 28-Calandratura

Di seguito una breve panoramica delle macchine presenti in azienda e delle possibili lavorazioni connesse:

- **Fustellatrici**

L'azienda è dotata di 5 macchine fustellatrici (Die cutting), con dimensioni e caratteristiche diverse in modo da garantire la maggiore flessibilità possibile e permettere di soddisfare la crescente richiesta del mercato:

1. Fustellatrice mezzo taglio
2. Fustellatrice a bandiera
3. Fustellatrice a ponte
4. Fustellatrice a ponte
5. Fustellatrice automatica: a differenza delle quattro precedenti questa macchina è automatizzata ed è quindi possibile inserire programmi di taglio specifici e regolare i parametri tramite PLC.

Un'altra particolarità è la possibilità di sfruttare la materia prima da lavorare in formato di rotolo e non lastre pretagliate (quindi caricate dall'operatore), il taglio automatico è garantito da un sensore ottico che rileva la differenza di colore tra il tappeto della macchina e il materiale da tagliare. Il lavoro dell'operatore si riduce al preset della macchina, la predisposizione del rotolo di materiale e la raccolta del prodotto finito con successivo imballo.



Figura 29-Fustellatrice automatica

- **Presse idrauliche**

Pressa 600 tonnellate, pressa 450 tonnellate; utilizzate per la termoformatura, entrambe permettono lo stampaggio per compressione verticale.



Figura 30-Pressa per termoformatura

Stampo in acciaio per produzione di serie.
Steel mold for standard parts.



Stampo in legno per prototipazione.
Wooden mold for prototyping.



Figura 31- Esempi di stampaggio

- **Forni**

Utilizzati per il riscaldamento dei materiali per la termoformatura successiva, l'azienda è dotata di: forno accoppiato alla pressa 450 tonnellate e forno per la pressa da 600 tonnellate

- **Calandra**

1. Calandratrice con rullo riscaldato e sistema di blocco pneumatico

- **Plotter**

1. Flash Cut



Figura 32-Sistema di taglio automatico (Flash Cut)

Questo macchinario, l'ultimo arrivato in azienda, ha contribuito all'evoluzione del sistema produttivo con Industria 4.0.

Acustica Industriale, da sempre attenta all'innovazione ed efficienza, ha investito importanti risorse in nuovi e più avanzati sistemi produttivi, introducendo nuovi macchinari per garantire prodotti di qualità diversificando l'offerta ai propri clienti. A tal proposito, è già attivo, un nuovo sistema di taglio, Flashcut Flex, a lama flessibile ad alte prestazioni, che permette di ricavare forme più o meno complesse, senza l'utilizzo di attrezzature.

Grazie ad un nuovo sistema software di tipo CAD-CAM Nesting, Acustica Industriale è in grado in poche ore ad avviare piccole-medie produzioni, minimizzando lo sfrido di taglio ed ottimizzando i costi ed i tempi di realizzazione.

2 Gestione della produzione attuale

I livelli di produzione dell'azienda fino a diversi mesi fa non richiedevano l'utilizzo di particolari sistemi digitali innovativi. Infatti, la gestione della produzione e il controllo sono avvenuti tramite l'utilizzo prevalente di Excel e del vecchio software gestionale (Arca).

In quest'ultimo sono presenti gli ordini da parte del cliente, completi dei codici, quantità di produzione, data di consegna.

In primo luogo, per autorizzare la produzione settimanale il management aziendale fornisce istruzioni all'ufficio di produzione tramite la riunione di produzione settimanale in cui si definiscono le reali esigenze dei principali clienti e possibilmente vengono rimandati o ritenuti urgenti altri ordini rispetto a quanto visibile su software gestionale. A questo punto si riporta su file Excel chiamato "Programma di Produzione" la lista di codici da mettere in produzione per la settimana.

Questo file viene stampato e fornito al capoturno, e viene aggiornato ogniqualvolta ci sia una modifica.

Nel file sono inoltre presenti importanti annotazioni sulle priorità di realizzazione dei codici, nel caso in cui ci siano MP limitate e non sufficienti per la produzione di tutti i codici richiesti vengono fornite istruzioni sulle priorità di sfruttamento delle risorse.

Successivamente si procede con un controllo delle materie prime a disposizione e se queste sono sufficienti è possibile passare alla fase di preparazione della documentazione permettendo così, l'autorizzazione all'avvio della produzione vera e propria.

In caso contrario è necessario coordinarsi con il responsabile ufficio acquisti per verificare la presenza o meno di un ordine di acquisto per le materie prime mancanti.

Qualora la produzione venga autorizzata viene riportata sul "Programma di produzione" in cui si elencano i codici.

2.1 Schede di produzione (Excel)

Le schede di produzione realizzate tramite Excel sono fornite dall'ufficio produzione e costituiscono il documento interno che permette l'avvio della produzione in questione.

Vengono consegnate al capoturno insieme a una stampa del Programma di produzione aggiornato.

A questo punto il capoturno le consegna agli operatori incaricati della produzione in questione, questi ultimi hanno il compito di compilare il documento nelle parti dove richiesto.

Come si potrà vedere il capoturno ha il compito di validare le informazioni inserite dagli operatori.

Al termine della lavorazione le schede vengono riconsegnate all'ufficio produzione che avrà il compito di verificare le informazioni al loro interno e, se coerenti, di inserirle all'interno del sistema informatico.

Le schede sono state realizzate per fornire una serie di informazioni ben definite, visibili nelle immagini sottostanti, le principali sono:

- Quantità e tipologia di MP/semilavorati prelevati, con indicazione del lotto specifico (è così possibile tracciare una fornitura eventualmente non conforme).
- Data e scadenza (in caso di materiale adesivo esterno) ricavabile dal barcode con indicazione dello stato del materiale (OK oppure NOK cioè non conforme).
- Stato di usura della fustella (in caso di fase di fustellatura).
- Parte di controllo qualità da parte del capoturno o dal responsabile della qualità.
- Nel caso di lavorazioni in cui è richiesto di pulire il componente da eventuali sfridi è necessario compilare un'area apposita: l'operatore che svolge la pulitura deve inserire il suo codice personale e il responsabile deve dare il benestare alla lavorazione compilando gli spazi appositi.
- Informazioni relative al tipo di imballo: quanti pezzi a scatola, quante scatole su un bancale e di conseguenza quanti pezzi sono presenti su un bancale e il totale di bancali necessari a contenere il numero di pezzi lavorati.
- Informazioni sul controllo imballo: quando si raggiunge un numero di pezzi lavorati indicato, deve avvenire un controllo qualità che in primis l'operatore svolge ponendo una croce sull'apposita colonna (OK o NOK). Nelle lavorazioni di fustellatura spesso succede che la resa sia maggiore di uno quindi da una lastra di MP/semilavorato, vengano prodotti più pezzi con una singola fustellata. In questo caso per agevolare il conteggio da parte dell'operatore è presente una colonna in cui sono presenti le lastre di materiale utilizzate e non il numero di pezzi prodotte.
- Stato di avanzamento del lavoro: ogni operatore compila fino all'orario di termine della propria attività produttiva. L'operatore successivo che prosegue la lavorazione compila da capo l'orario di inizio.

2.1.1 Scheda: pagina frontale parte superiore



Istruzione per gli operatori schede di produzione

In caso di materiale adesivo,
indicare stato del materiale (OK o
NOK) e data di scadenza trovata sul
barcode delle adesivizzazioni
interne

Indicare lotto
del materiale utilizzato

Indicare quantità materiale
effettivamente prelevato

SCHEDA CICLO DI LAVORO E CONTROLLO M-PRO-3 Rev.07

PROTOTYPE PRE-PRODUCTION PRODUCTION

CODICE ARTICOLO	PF002APL	CODICE SEMILAVORATO	PFBNF01005-01
CODICE CLIENTE	31463878 - RF878	QUANTITA' DA PRODURRE	1080
FUSTELLA	564	QUANTITA' MATERIALE DA PREL./PREL.	68
MACCHINA	1/2/3/4/5	LOTTO MATERIALE	
COLLECTION	15/10/2017	STATO MATERIALE /DATA DI SCADENZA	

USURA FUSTELLA OK DA RIPARARE

ORDINE INTERNO N. 15

SETTIMANA/ ANNO 42 2017

Controlli come da elenco di controlli									
Flusso	Data	Lotto semilavorato				Quantità	N. scheda		
<input type="checkbox"/> Adesivizzazione									
<input type="checkbox"/> Fustellatura									
CONTROLLI QUALITA' OGNI 2 ORE		Benessere ora Esito/ Valore	Controlli ora Esito/ Valore	Controlli ora Esito/ Valore	Controlli ora Esito/ Valore	Controlli ora Esito/ Valore	Gestione scarti		
							Operatore	Pezzi scarto	Motivazione
Data:									
Adetto / Firma:									
Matr:									

Area di compilazione
dell'Ufficio Qualità o,
in assenza, dei Capiturno

In caso di materiale
adesivo di nostra
produzione indicare i dati
trovati sul barcode

Al termine del proprio ciclo
di lavorazione ogni operatore
segna i propri scarti accanto alla
motivazione

Figura 33-Istruzioni per utilizzo schede di produzione (Fronte pagina- parte superiore)

2.1.2 Scheda: pagina frontale parte inferiore



Istruzione per gli operatori schede di produzione

In caso di lavorazioni che richiedano la sfridatura dei fori compilare con la data dove richiesto e riempire le celle "Benestare ora Esito/valore"
Ad es. "OK 15:30" e il campo Addetto con il proprio codice operatore

Data:									
Addetto / Firma									
<input type="checkbox"/> Pulitura CONTROLLI ADDETTO CSN 2 ORE	Benestare ora Esito/ Valore	Controlli ora Esito/ Valore	Controlli ora Esito/ Valore	Controlli ora Esito/ Valore	Controlli ora Esito/ Valore	Controlli ora Esito/ Valore	Controlli ora Esito/ Valore	Controlli ora Esito/ Valore	Controlli ora Esito/ Valore
Data:									
Addetto / Firma									
Controlli usura fustella	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> Da riparare	DATA		FIRMA ADDETTO				
Imballaggio	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> NOX	DATA		FIRMA ADDETTO				
Controlli finali e delibera	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> NOK	DATA		FIRMA RESP. PROD. RESP. QUALITA'				
NOTE					PREDISPOSIZIONE DI IMBALLO				
1 SCATOLA 17 LASTRE - 2 PZ									
PEZZO CON ADESIVO A RIGHE CON FILM BLU									

Compilazione a cura dell'operatore che termina la lavorazione dei bancali in programma,
nel campo FIRMA inserire il proprio CODICE OPERATORE

Figura 34-Istruzioni per utilizzo schede di produzione (Fronte pagina- parte inferiore)

2.1.3 Scheda: pagina posteriore parte superiore



Istruzione per gli operatori schede di produzione



SCHEDA CICLO DI LAVORO E CONTROLLO
 PROTOTYPE PRE-PRODUCTION PRODUCTION

M-PRO-3 Rev.07

PEZZI SCATOLA	270
SCATOLE BANCALE	4
ETICHETTE	NO

PEZZI BANCALE	1080
N. BANCALI	1
SCOTCH	MARRONE

PEDANA	PL002 - 1200x800
SCATOLA	SC016-01 600x800x400
ANON. / CLI.	ANONIMA

PACKING LIST		Controlli come da ciclo di controllo									
BANCALI/SCATOLE	PROGRES.	CONTEGGIO	CONTROLLI IN PROCESS		ORA	BANCALI/SCATOLE	PROGRES.	CONTEGGIO	CONTROLLI IN PROCESS		ORA
1/1	10		OK	NOK							
	17 LS - 2 PZ		OK	NOK							
1/2	10		OK	NOK							
	17 LS - 2 PZ		OK	NOK							
1/3	10		OK	NOK							
	17 LS - 2 PZ		OK	NOK							
1/4	10		OK	NOK							
	17 LS - 2 PZ		OK	NOK							

↓

A sinistra trovate il numero di bancale, a destra il numero della scatola.

↘

Progressivo delle lastre da fustellare per chiudere una scatola, accanto crocettare le lastre a cui si è arrivati

↘

Eseguire controllo orario di conformità

Figura 35-Istruzioni per utilizzo schede di produzione (pagina posteriore- parte superiore)

2.1.4 Scheda: pagina posteriore parte inferiore



Istruzione per gli operatori schede di produzione

Compilare come da esempio: ogni operatore arriva a compilare fino all'orario di fine quando termina la propria attività produttiva. L'operatore successivo che prosegue la lavorazione compila da capo l'orario di inizio.



ADDETTI	DATA	ORA INIZIO	SOSP.	RIPR.	SOSP.	RIPR.	ORA FINE	N. FOGLI A FUSTELLATA	
OPERATORE 1 120 - Marco	23/10/17	15:50	16:10	17:10	15:20 marco		18:00	2	3
OPERATORE 2 121									
OPERATORE 3									
OPERATORE 4									
OPERATORE 5									
OPERATORE 6								TEMPO EFFETTIVO	TEMPO RICHIESTO
OPERATORE 8									50 min

Figura 36-Istruzioni per utilizzo schede di produzione (pagina posteriore- parte inferiore)

Come è possibile osservare dalla figura sopra, nella parte inferiore della scheda è indicato il tempo richiesto per il completamento dell'imballo standard (1 bancale). Il tempo effettivo verrà inserito dal capoturno che effettua la verifica. Tramite questi valori nel capitolo successivo verranno realizzati dei grafici utili per l'analisi dei tempi di produzione.

2.2 Analisi tempi di produzione

Nelle immagini che seguono viene riportata l'analisi dei tempi di due diverse produzioni, analizzando la differenza tra tempi previsti rispetto a quelli rilevati.

I tempi rilevati sono stati ottenuti grazie al modulo presente in fondo alle schede di produzione, compilato dagli operatori coinvolti nella produzione e validato dai capoturno e verificato dallo studente.

Per ogni codice, come si è visto dalle schede di produzione, è presente un imballo specifico che determina la quantità di pezzi presenti in una scatola e la quantità di scatole in un bancale.

Si è deciso di analizzare i tempi fino al completamento di un bancale.

Si è scelto di confrontare solamente produzioni di Fustellatura perché, oltre ad avere un numero molto maggiore di dati da analizzare, si sono ottenuti dati maggiormente ripetibili rispetto ai dati ottenuti analizzando fasi di Stampaggio o Accoppiamento.

I dati riportati nelle schede di produzione sono stati elaborati su Excel e sono stati riassunti da grafici per una migliore leggibilità delle informazioni.

In un secondo momento vengono invece presi in esame i singoli codici e si registrano i tempi medi di produzione di un bancale confrontando le produzioni dei mesi da novembre a febbraio.

2.2.1 Analisi di due produzioni: novembre

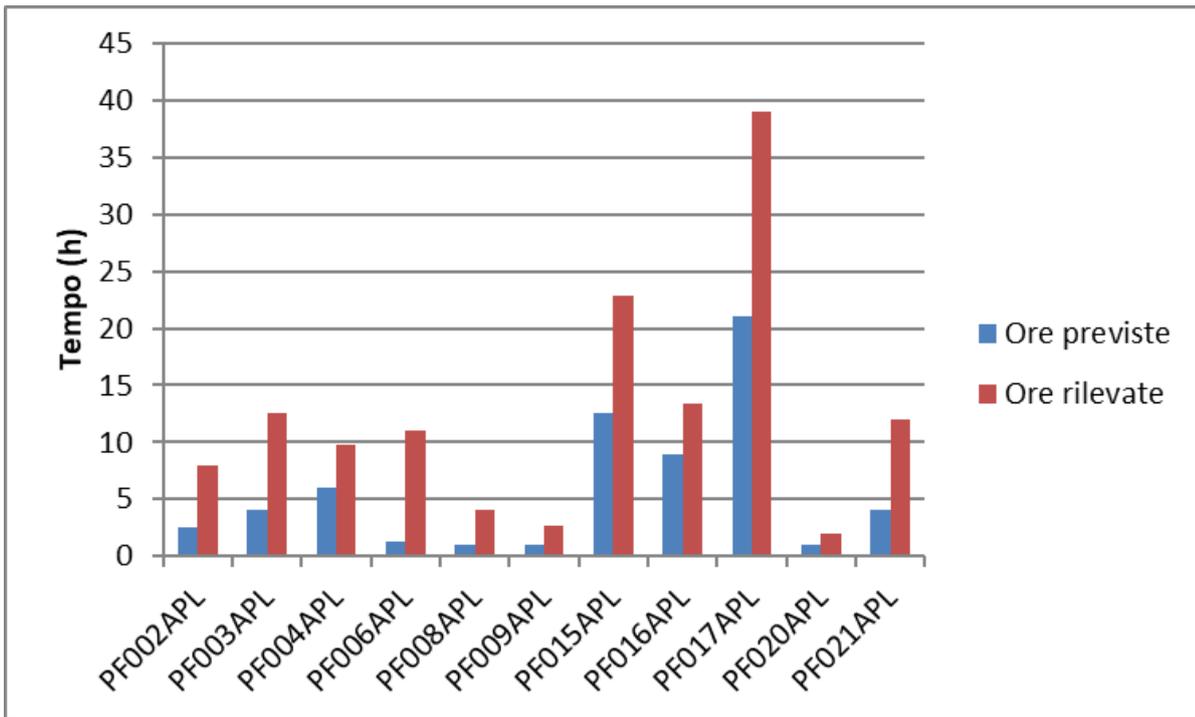


Figura 37 Cliente 1: codici prodotti a novembre

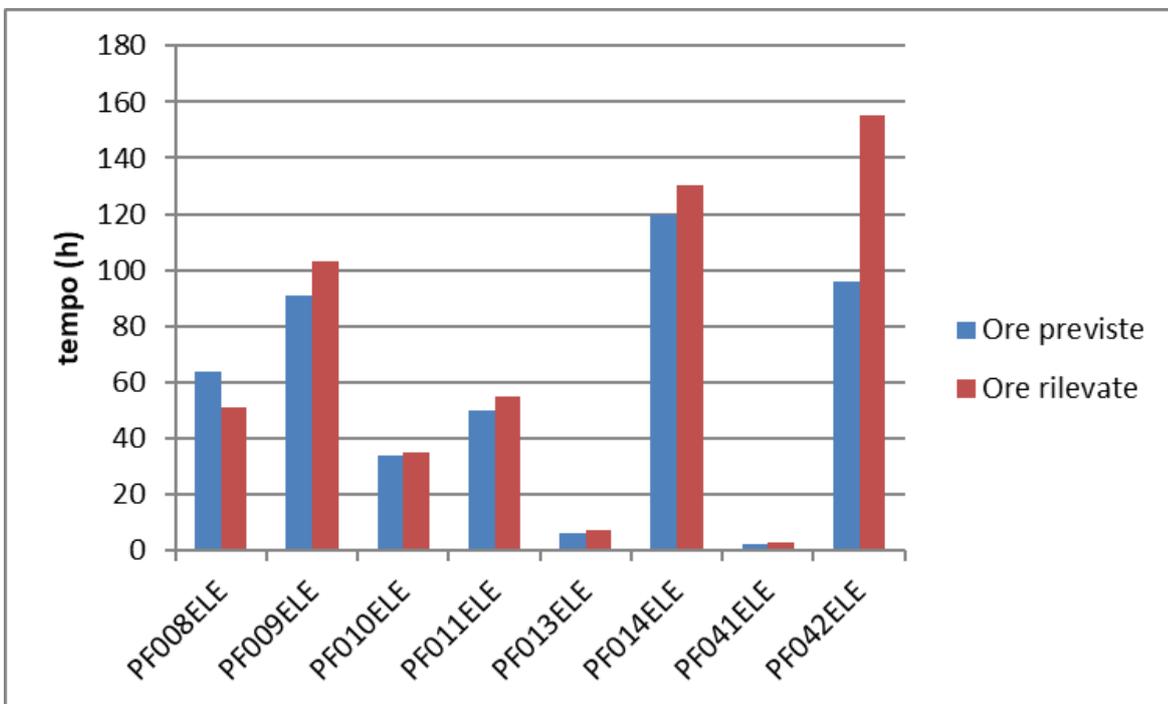


Figura 38 Cliente 2: codici prodotti a novembre

2.2.2 Analisi di due produzioni: dicembre

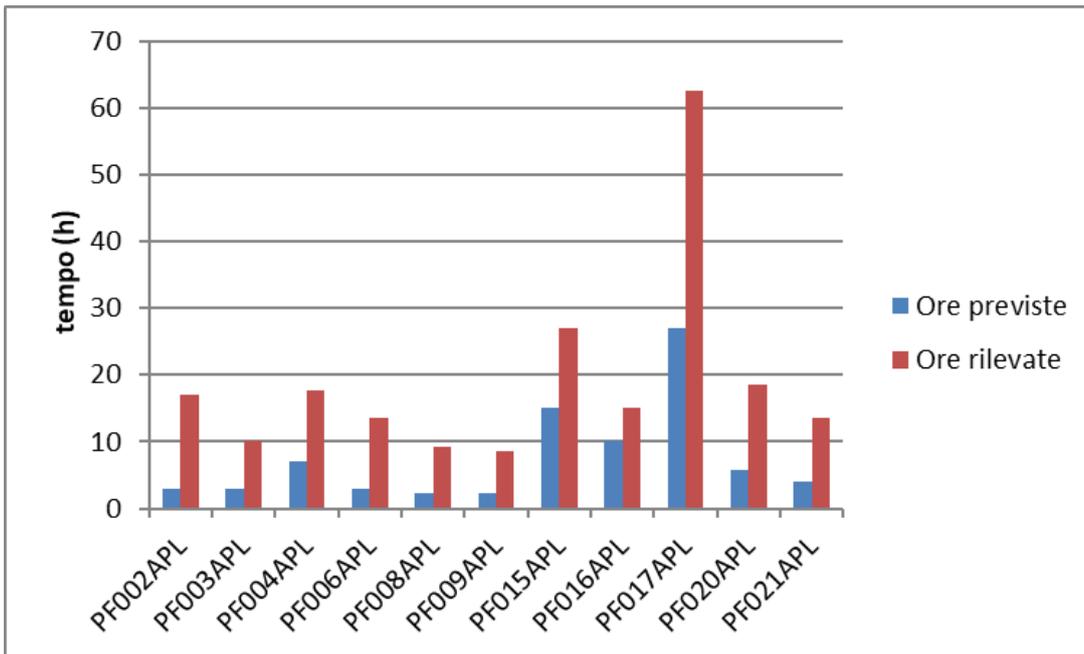


Figura 39 Cliente 1: codici prodotti a dicembre

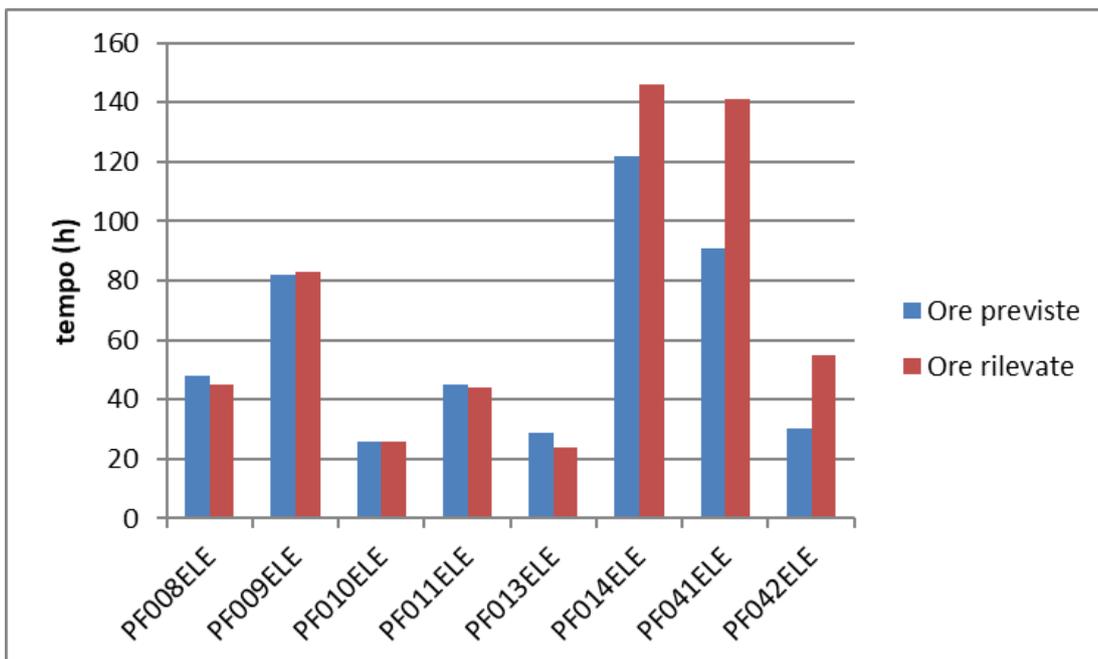


Figura 40-Cliente2: codici prodotti a dicembre

2.2.3 Confronto produzioni: novembre-dicembre

In questo caso sono stati confrontati gli scostamenti tra tempi previsti e rilevati, in percentuale, esaminando le differenze tra le produzioni di novembre e di dicembre, nel particolare dei singoli codici.

Una percentuale di scostamento inferiore o uguale al 100% rappresenta una produzione con tempi rilevati rispettivamente inferiori o uguali a quelli previsti.

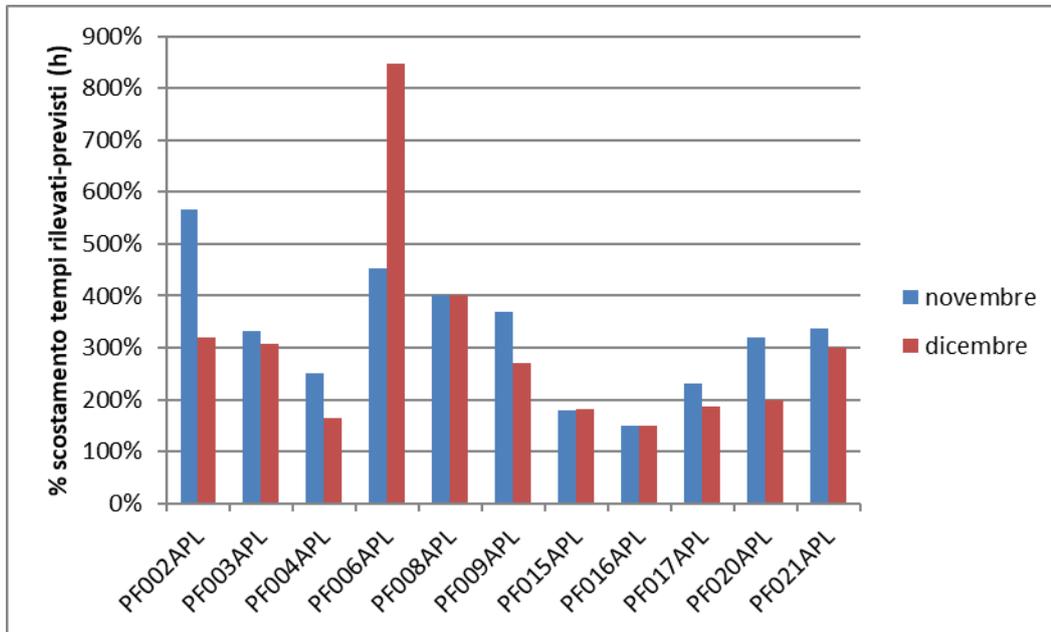


Figura 41-Cliente 1: confronto tempi rilevati novembre-dicembre

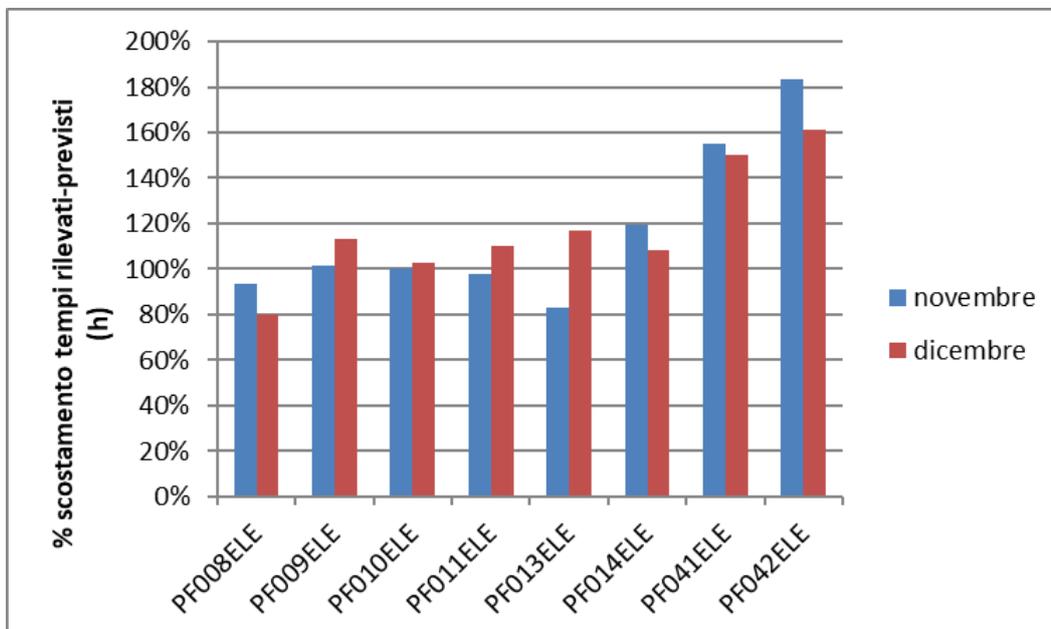


Figura 42-Cliente 2: confronto tempi rilevati novembre-dicembre

2.2.4 Cliente1: Tempo medio produzione di un bancale, confronto mensile

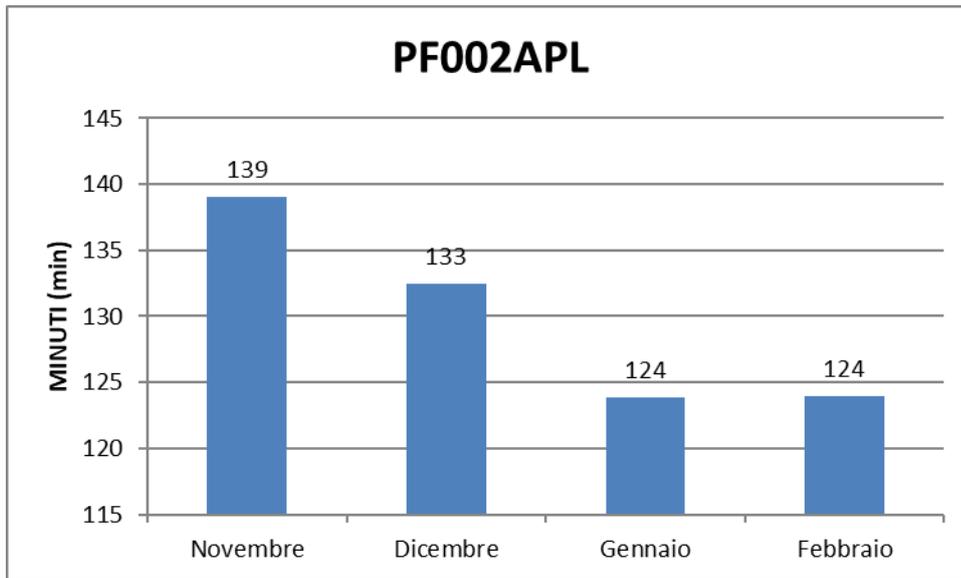


Figura 43-Tempo medio di produzione di un bancale: confronto mensile

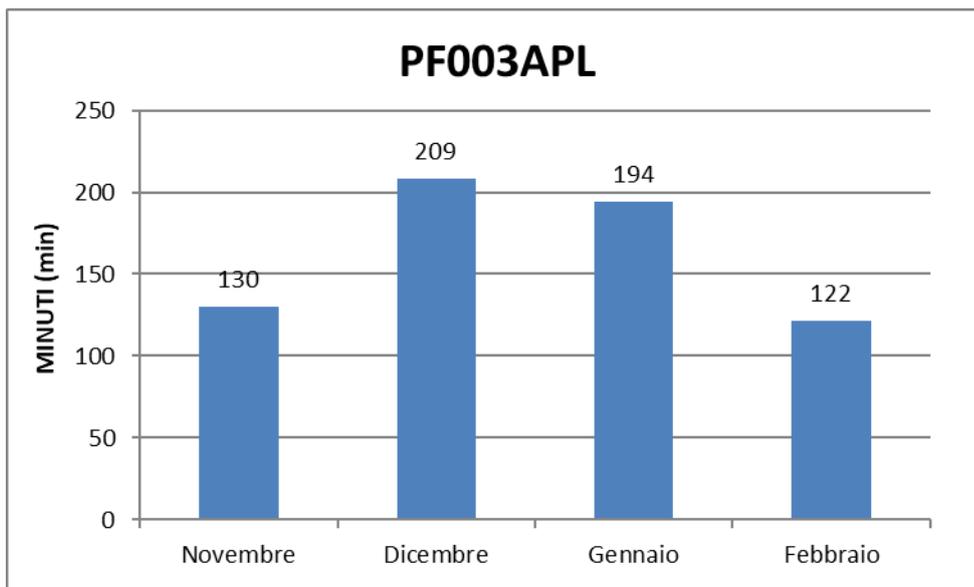


Figura 44-Tempo medio di produzione di un bancale: confronto mensile

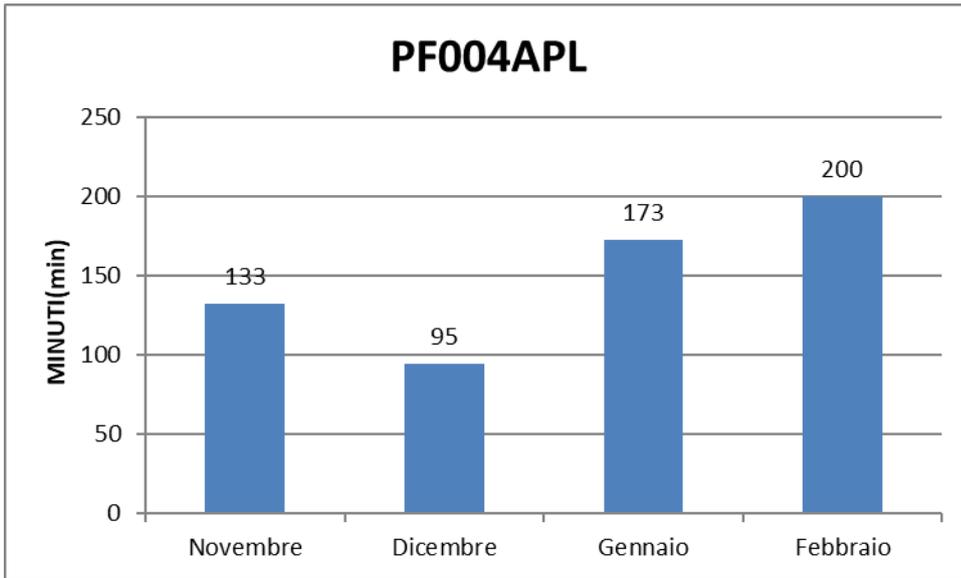


Figura 45-Tempo medio di produzione di un bancale: confronto mensile

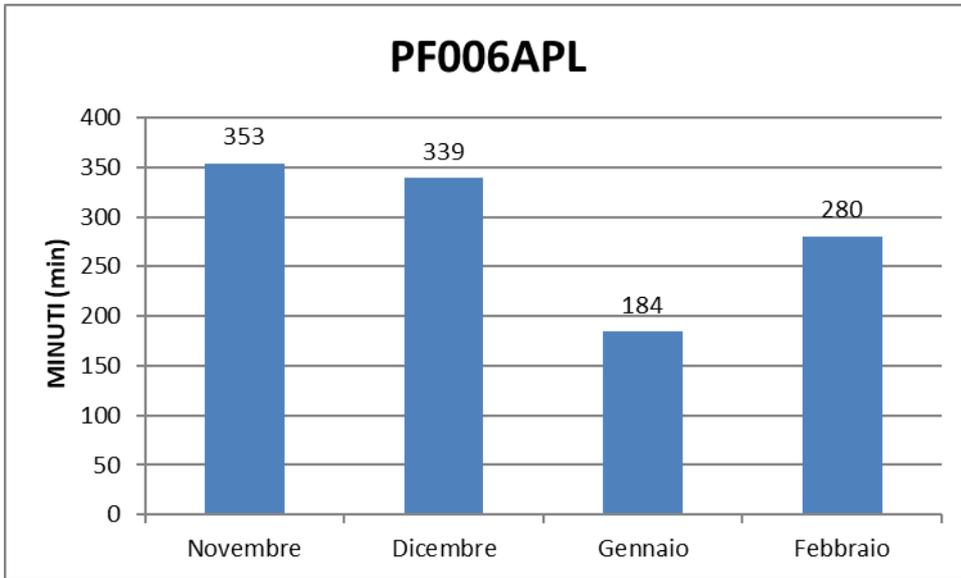


Figura 46-Tempo medio di produzione di un bancale: confronto mensile

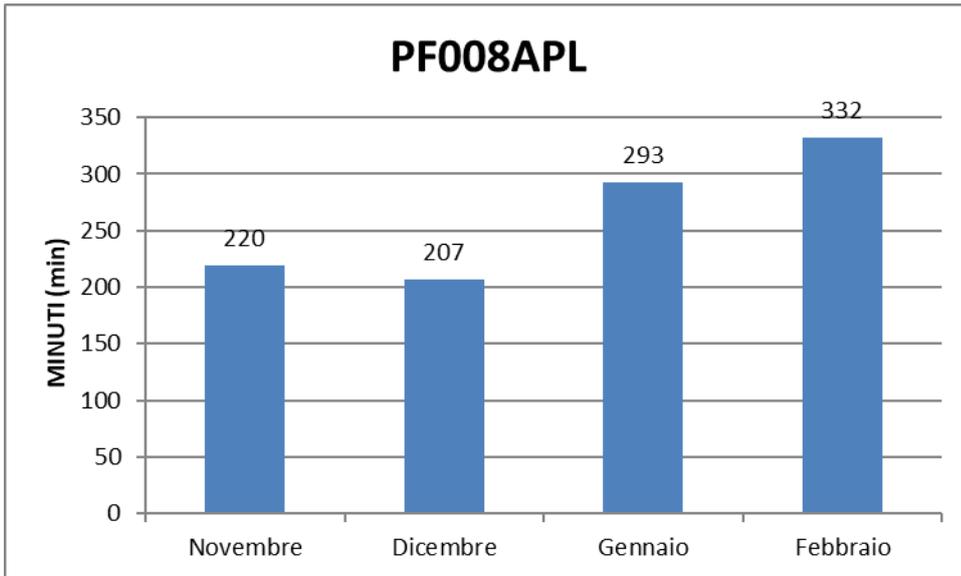


Figura 47-Tempo medio di produzione di un bancale: confronto mensile

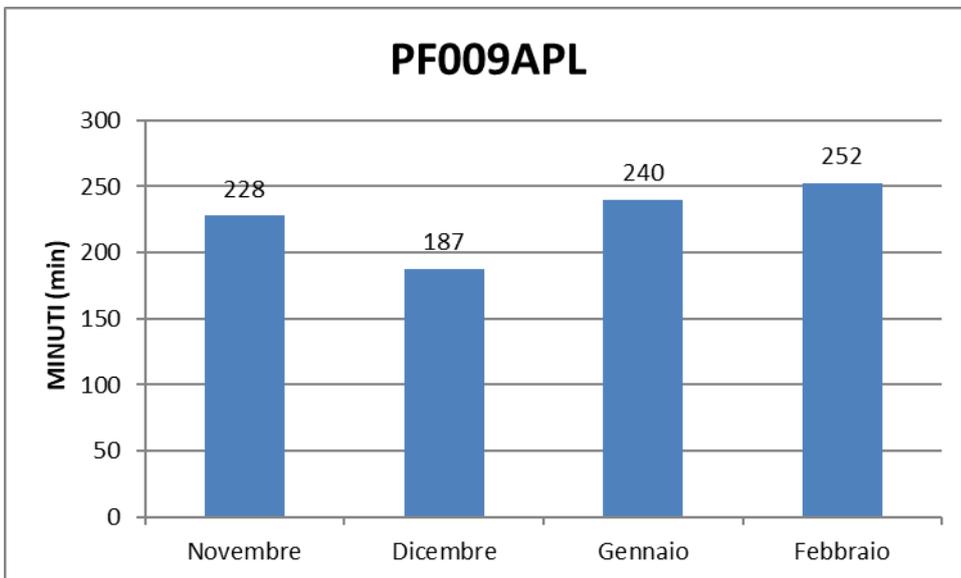


Figura 48-Tempo medio di produzione di un bancale: confronto mensile

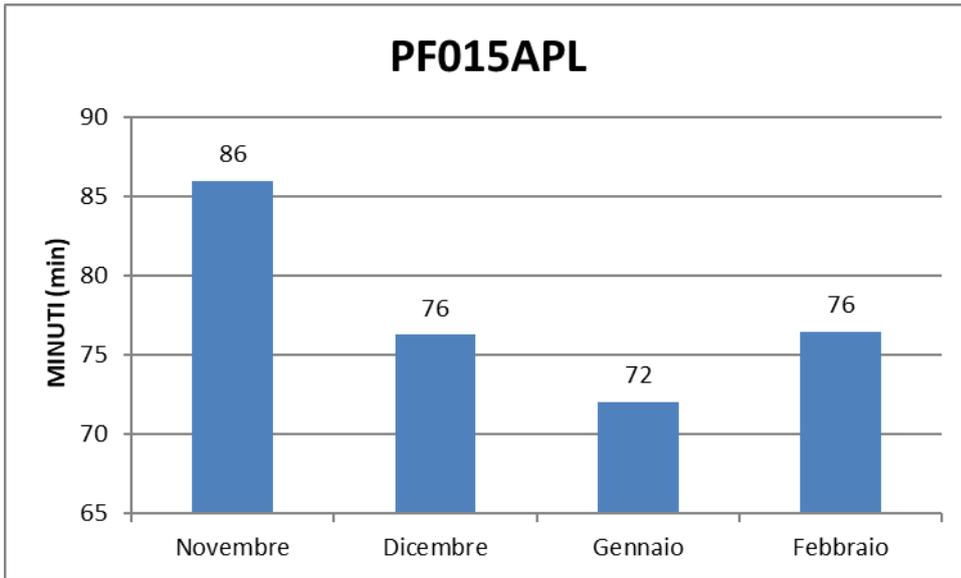


Figura 49-Tempo medio di produzione di un bancale: confronto mensile

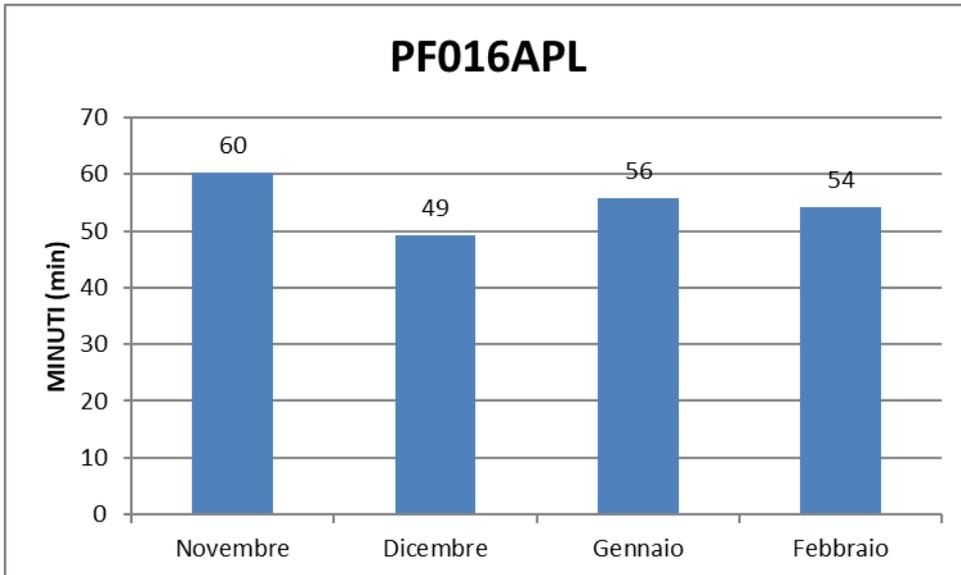


Figura 50-Tempo medio di produzione di un bancale: confronto mensile

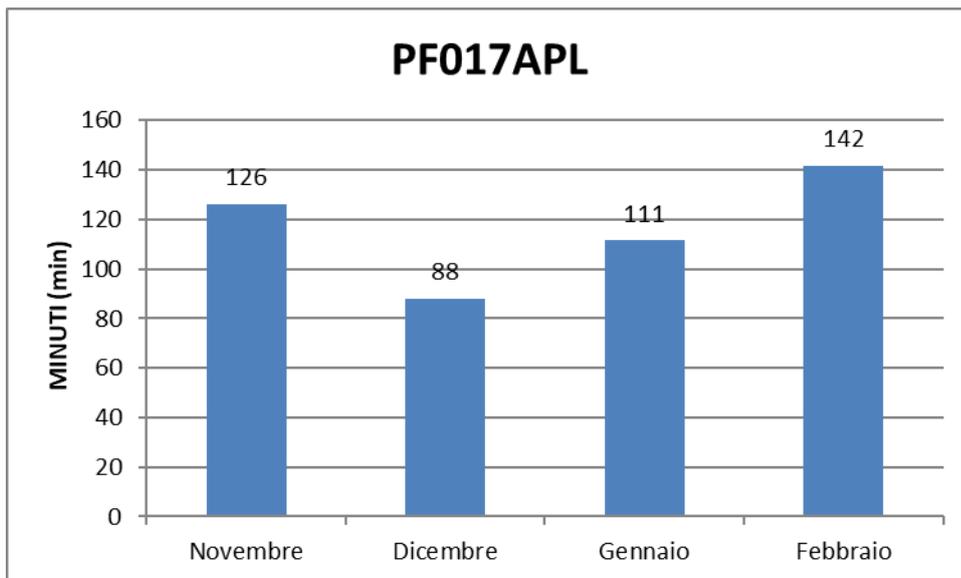


Figura 51-Tempo medio di produzione di un bancale: confronto mensile

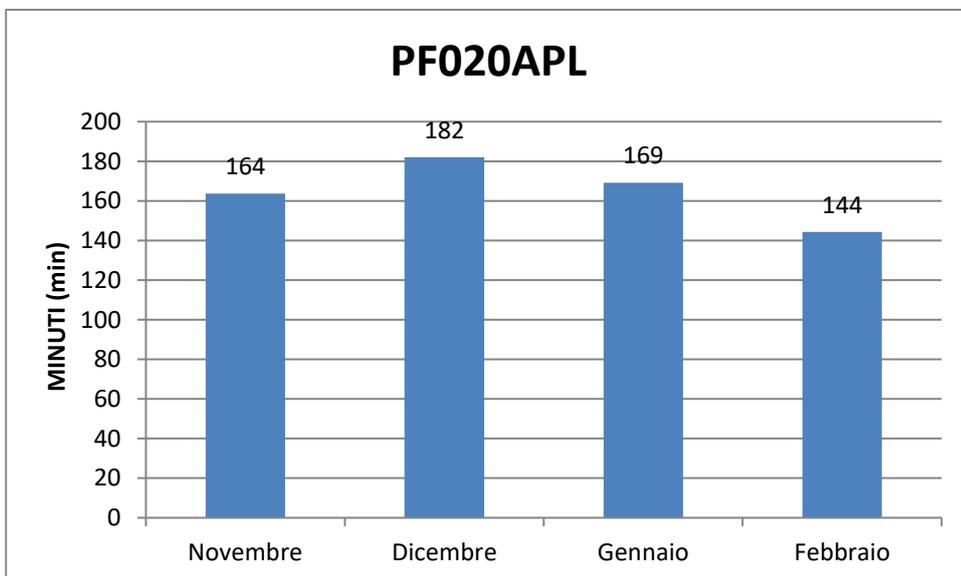


Figura 52-Tempo medio di produzione di un bancale: confronto mensile

Dall'analisi dei tempi medi di produzione di un bancale per i singoli codici esaminati si può evincere che

2.2.5 Cliente2: Tempo medio produzione di un bancale, confronto mensile

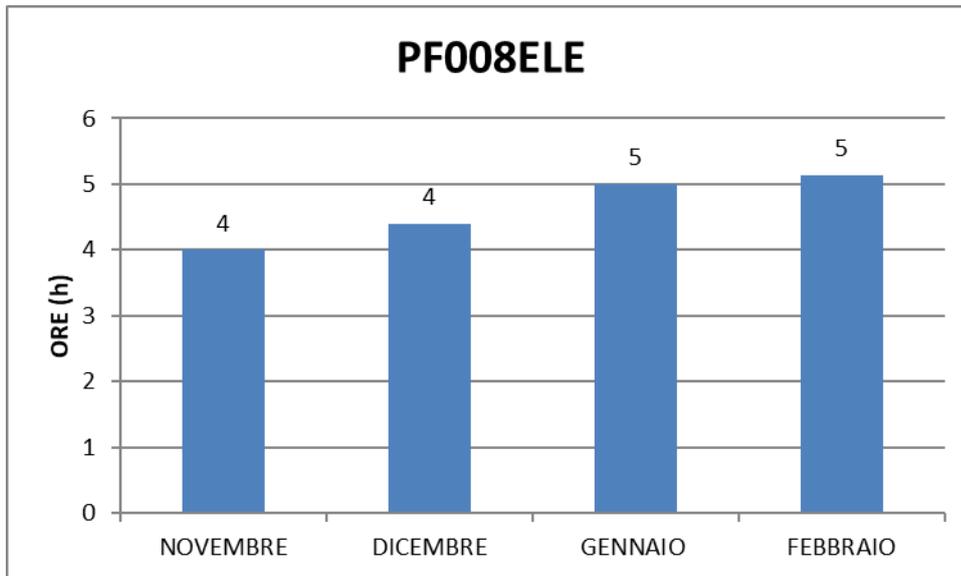


Figura 53- Tempo medio di produzione di un bancale: confronto mensile

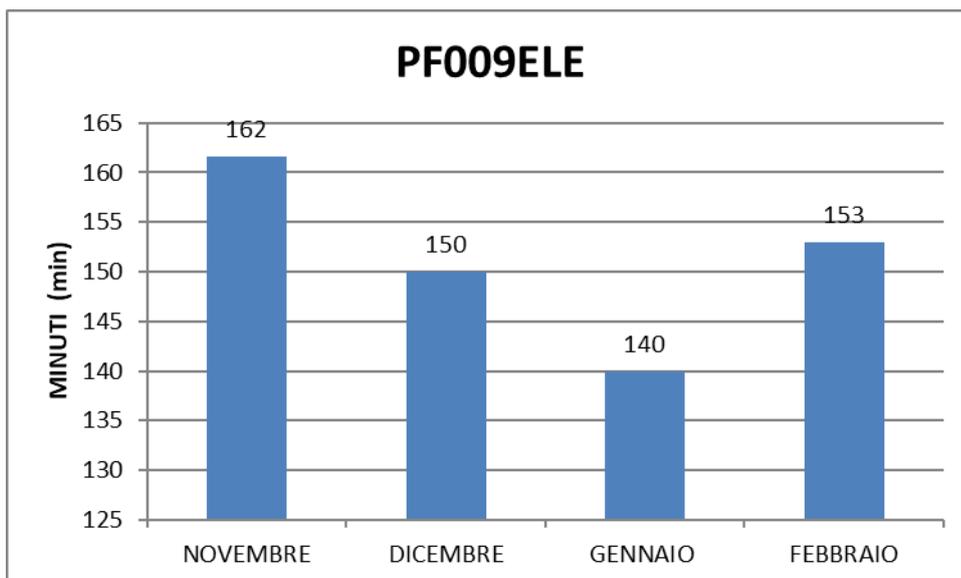


Figura 54- Tempo medio di produzione di un bancale: confronto mensile

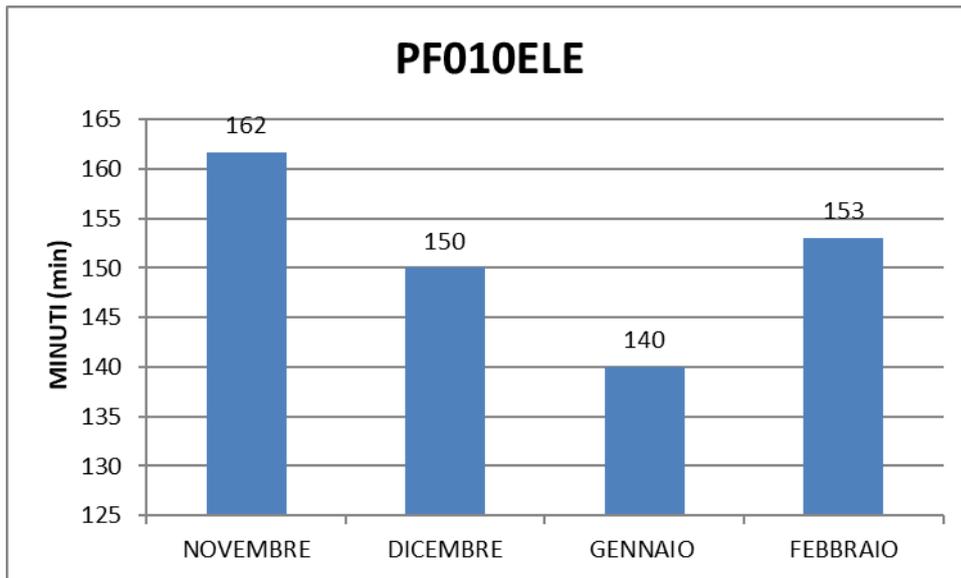


Figura 55-Tempo medio di produzione di un bancale: confronto mensile

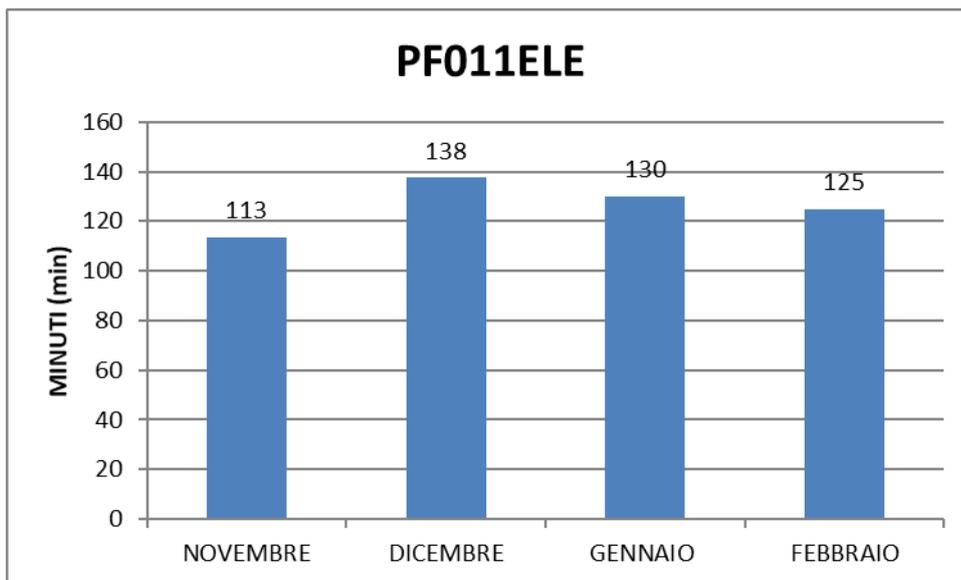


Figura 56-Tempo medio di produzione di un bancale: confronto mensile

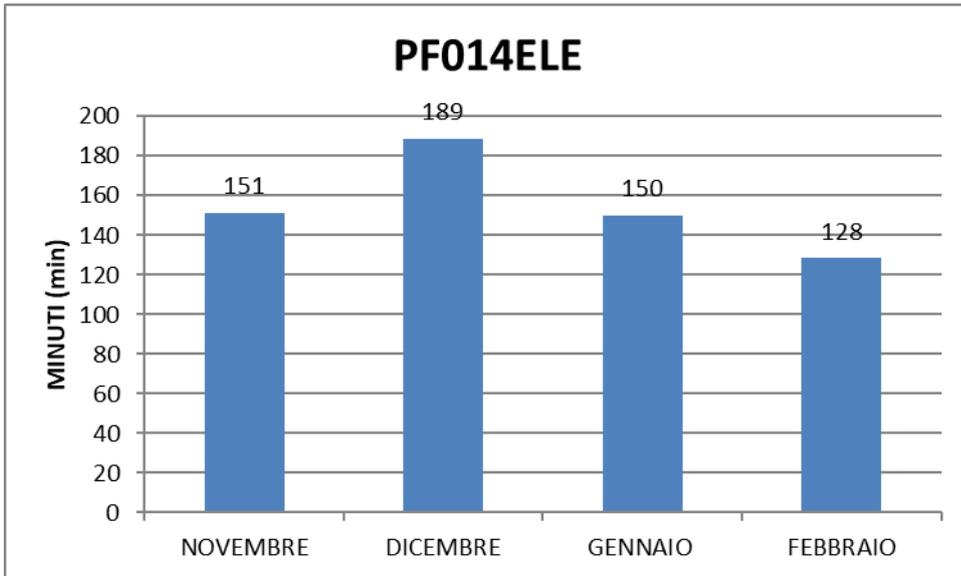


Figura 57-Tempo medio di produzione di un bancale: confronto mensile

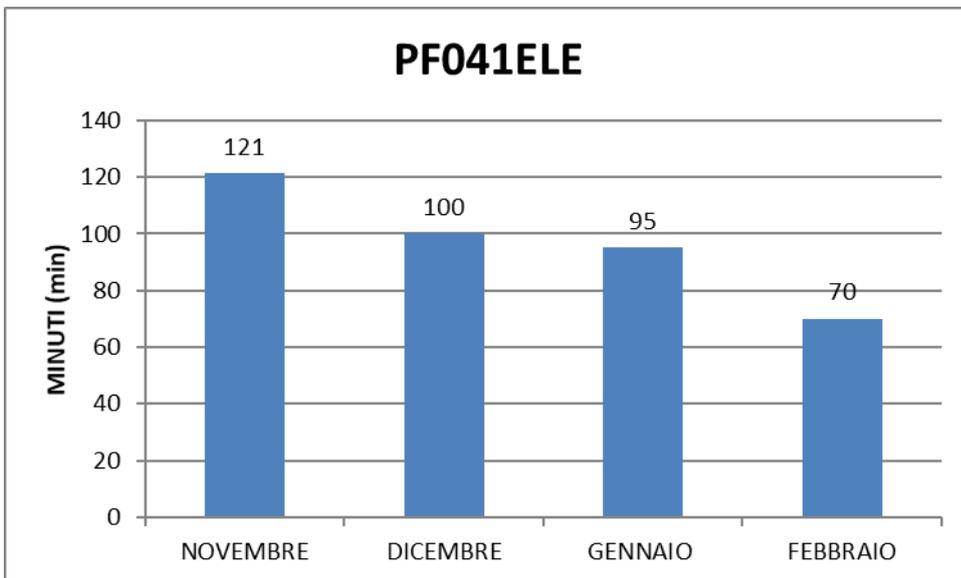


Figura 58-Tempo medio di produzione di un bancale: confronto mensile

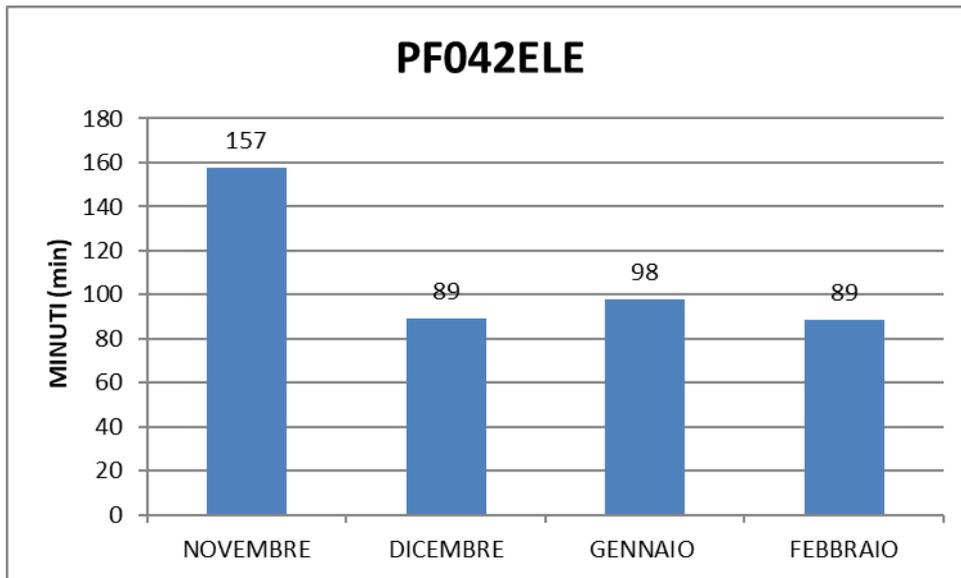


Figura 59-Tempo medio di produzione di un bancale: confronto mensile

3 Gestione della produzione “obiettivo”

Grazie all'introduzione del nuovo software gestionale Factory e delle logiche introdotte dall'industria 4.0 è stato possibile seguire una gestione più innovativa della produzione e dell'azienda in generale.

3.1 Software gestionale FACTORY

Di seguito verranno spiegate le funzionalità del software maggiormente utilizzate durante la gestione della produzione e la logica del sistema gestionale.

3.1.1 Anagrafiche

All'interno del menu riguardante le anagrafiche, si trovano i pannelli necessari per definire la configurazione del sistema.

I dati richiesti sono quelli riguardanti i gruppi, gli operatori, le macchine, i reparti, i calendari, le causali.

Gruppi

attraverso questo pannello, è possibile suddividere gli operatori del sistema in categorie predefinite e, soprattutto, con determinate possibilità d'accesso al sistema.

In questo modo, il responsabile del sistema può inibire alcune funzionalità di Factory o la visualizzazione di dati sensibili ad un gruppo di operatori.

Operatori

Questo pannello mostra una lista con gli operatori già configurati in Factory con Codice, Descrizione, Gruppo, Abilitato e Massimo impiego.

Macchine

I dati presenti su questa pagina sono:

- *Massimo impiego percentuale*: consente di definire, in percentuale, il massimo impiego giornaliero della risorsa al fine di aumentarne o diminuirne la resa lavorativa in disponibilità risorse. La percentuale definita in questo campo aumenterà o diminuirà, rapportato ad ore, la disponibilità giornaliera dell'operatore sulla base della disponibilità del Calendario associato alla risorsa. L'utilizzo del campo è prettamente legato all'utilizzo del modulo opzionale Pianificazione e, in corrispondenza della visualizzazione del Carico Risorse.

- *Costo orario*: consente di definire il Costo Orario della risorsa e, se definito, determinerà il calcolo del costo di produzione a Consuntivo poiché i tempi rilevati dalla risorsa, mediante la Rilevazione dei Tempi, verranno moltiplicati per tale costo.
- *Costruttore*: consente di definire il Costruttore della macchina.
- *Matricola*: consente di definire la matricola della macchina.

Fasi Macchine

In questa sezione è presente l'elenco delle tipologie di lavorazioni che può svolgere la macchina, ogni macchina può essere abilitata per tutte le fasi di lavorazione o solo per alcune, a discrezione dell'amministratore del sistema.

Storici costi Macchine

In questa sezione è possibile definire lo storico delle variazioni di Costo avvenute nel corso dell'utilizzo della risorsa stessa.

Se non viene definito alcun storico all'interno della griglia, l'unico costo utilizzato sarà quello definito nella Pagina Proprietà in corrispondenza del Costo Orario.

L'utilizzo dello Storico Costi è prettamente legato all'attività di consuntivazione poiché nell'esecuzione di un Consuntivo costi è possibile quindi poter eseguire il Calcolo Costi in base al costo Orario standard oppure al Costo Storico.

Calendari

I calendari permettono di definire i giorni e gli orari lavorativi.

Tipicamente sono impiegati per definire la disponibilità giornaliera delle risorse, operatori e macchine, che viene utilizzata in fase di valutazione dell'impegno complessivamente previsto per l'esecuzione delle lavorazioni associate alla risorsa stessa (visualizzazione carico risorse) e per la gestione delle Presenze (cartellini Operatori).

Ogni calendario è caratterizzato da una modello che indica, per ogni giorno della settimana, gli intervalli lavorativi che di norma vengono osservati, e da un insieme di eccezioni. Un'eccezione è un giorno in cui le ore lavorative differiscono da quelle indicate nel modello, o per il numero, oppure per gli intervalli.

La definizione dei Calendari è fondamentale per un corretto utilizzo dei moduli opzionali Pianificazione e Gestione Presenze.

Il calendario generale definisce i giorni e gli orari lavorativi osservati nell'azienda; è la base per la definizione dei calendari propri delle risorse.

Una risorsa può utilizzare direttamente il calendario generale, in alternativa è possibile definire un calendario personalizzato. In quest'ultimo caso viene creata un'immagine del calendario generale, che viene utilizzata come base per la definizione del nuovo. Pertanto, le eccezioni, eventualmente definite nel calendario generale, non hanno effetto sui calendari delle risorse già composti.

Causali

Le risorse (operatori, macchine) dell'impianto possono trovarsi in stati diversi durante le varie fasi di produzione, come ad esempio situazioni di fermo, di attività produttiva, di attrezzaggio ecc.

Per poter osservare memorizzare e classificare i cambiamenti di stato, è pertanto necessario definire un insieme di causali di lavorazione.

I tempi rilevati, distinti per tipologia di causale, permettono quindi, non solo di osservare in Real time lo stato effettivo delle risorse (monitoraggio), ma anche, in fase di consuntivazione, di valutare il rendimento effettivo delle stesse. Quest'ultima attività si dimostra particolarmente interessante per gestire ottimizzazioni strutturali (manutenzione preventiva, nuovi investimenti...) e per modificare la gestione delle risorse stesse (modifica delle mansioni affidate, miglioramento logistica di produzione...).

Ogni causale è caratterizzata da una tipologia, in base alla quale si distinguono i vari tipi di attività di una risorsa: predisposizione della macchina (Attrezzaggio), lavorazione vera e propria (lavorazione produttiva) e le situazioni di fermo (Generico, Imprevisto, Operativo Programmato, Non Operativo Programmato).

Possono essere impiegate per caratterizzare tempistiche proprie dell'operatore (es. pausa mensa, sciopero...), della macchina (es. guasto elettrico o meccanico...) o di entrambi (es. lavorazione produttiva, mancanza pezzi...).

Durante la produzione, inoltre, può essere necessario scartare una certa quantità di prodotto e dichiarare il motivo per il quale si è operato in tal senso.

Al fine di classificare le varie tipologie di scarto e di identificare un insieme possibile di motivazioni, è necessario definire un insieme di Causali di scarto.

Causali di lavorazione

La definizione delle causali, di lavorazione o di fermo, viene realizzata per mezzo del pannello Anagrafica - Causali di Lavorazione. Può essere definita mediante due causali distinte, ciascuna di tipo *Lav. Produttiva*, le

quali differiscono per tipo di risorsa e gestione. Ciò è giustificato dal fatto che la rilevazione dei periodi di attività della macchina può essere automatizzata mentre, in genere, è l'operatore a dichiarare il tipo di attività che sta svolgendo.

È possibile considerare alcune causali di fermo per i guasti e per le pause; queste differiscono anche per la tipologia di causale. Infatti, solitamente i guasti sono da considerarsi imprevisti, mentre le pause sono programmate.

Tra i fermi programmati, una nota a parte meritano quelli operativi nei quali vengono svolte delle attività non direttamente collegate alla produzione di una commessa; un esempio di fermo operativo programmato è la manutenzione ordinaria, durante la quale le risorse continuano a lavorare.

Codice	Descrizione	Tipo	Risorsa	Gest.	Timeout
LAVOP	Lav. Prod. Op.	Lav. Produttiva	Op.	Manuale	-
LAVMAC	Lav. Prod. Mac.	Lav. Produttiva	Mac.	Automat.	10
SETUP	Attrezzaggio	Attrezzaggio	Gen.	Manuale	-
MANCORD	Mancanza ordini	F. Generico	Gen.	Manuale	-
SCIOPERO	Sciopero	F. Non Oper. Progr.	Op.	Manuale	-
BLOCEV	Blocco Elettrovalvola	F. Imprevisto	Mac.	Automat.	15
PAUSAM	Pausa mensa	F. Non Oper. Progr.	Op.	Manuale	-
MANUT	Manut. ordinaria	F. Operativo Progr.	Gen.	Manuale	-

Figura 60 Tabella di definizione delle causali di lavorazione

La tipologia di causale indicata è un'informazione fondamentale, in particolare per la valutazione del rendimento delle risorse. I tempi registrati durante la normale attività di produzione sono infatti ripartiti in base alla tipologia della causale di stato impostata.

Causali di scarto

La definizione delle causali di scarto viene realizzata per mezzo del pannello *Anagrafica - Causali di Scarto*. Il loro scopo è quello di classificare le varie tipologie di scarto per identificare le motivazioni che l'hanno reso necessario.

Unità di misura

La voce *Unità di Misura* del menu *Anagrafiche* permette la gestione da parte dell'utente delle unità di misura utilizzate in Factory.

Grandezze

La voce *Grandezze* del menu *Anagrafiche* permette di accedere al pannello omonimo. Tramite questo pannello si possono inserire le grandezze (altezza, larghezza, diametro ecc.) che sarà poi possibile associare alle famiglie merceologiche.

Famiglie merceologiche

Ad ogni parte è associata una famiglia merceologica, la quale consente di raggruppare le varie parti in insiemi omogenei.

Il sistema contiene già alcune famiglie predefinite, alle quali è possibile aggiungerne di nuove per mezzo del pannello *Anagrafica - Famiglie merceologiche*.

Classi di attrezzaggio

Selezionando dal menu *Anagrafiche* la voce *Classi di attrezzaggio* si apre la maschera che contiene la lista delle classi di attrezzaggio presenti sul database. L'inserimento delle *Classi di attrezzaggio* permette di ottimizzare, durante la pianificazione, le lavorazioni tramite il raggruppamento in serie di quelle che utilizzano attrezzaggi compatibili, risparmiando quindi il tempo di attrezzaggio della macchina su tutte le lavorazioni della serie a parte la prima. Le classi di attrezzaggio da utilizzare dovranno poi essere associate alle fasi della libreria e del ciclo.

3.1.2 Tecnologia

L'insieme di funzioni che permettono di definire gli oggetti da produrre (Parti) e la metodologia di produzione (Cicli e Fasi) costituisce il menu "Tecnologia". Della "Tecnologia" fanno anche parte i materiali, utilizzati nella definizione delle parti.

Tecnologia materiali

Qui sono definiti i vari tipi di materiale di cui possono essere costituiti gli articoli censiti in Factory.

Univocamente identificati dal loro codice alfanumerico, i materiali sono caratterizzati da un peso specifico, da un costo e da una unità di misura.

Il peso specifico è indispensabile per la definizione del peso di un articolo ed è utilizzato all'interno delle famiglie merceologiche.

Il costo del materiale viene utilizzato durante la realizzazione di un preventivo, per la gestione dei costi delle materie prime di fornitura esterna da acquistare.

L'unità di misura permette la definizione automatica della medesima a tutti gli articoli che hanno associato lo stesso materiale.

Cicli e fasi

Il "Ciclo" è l'insieme di attività (fasi) necessarie per produrre un "prodotto finito", un "sottoassieme" o un "componente".

La fase indica l'attività svolta da una o più risorse (operatore o macchina) per effettuare una lavorazione. Il ciclo non è un semplice elenco di fasi, infatti il legame è costruito in modo da definire anche l'ordine cronologico e gli eventuali parallelismi di esecuzione delle singole lavorazioni. Associata alla fase è anche l'informazione relativa al reparto o ai reparti in cui sarà realizzata.

Supponendo di definire la metodologia di produzione di una parte, quale ad esempio la scatola. Il ciclo da seguire per la sua realizzazione comprende semplicemente una fase di "assemblaggio" dei vari componenti.

Più complesso è il ciclo produttivo del corpo della scatola, per cui, a partire dalla lamiera, si dovranno realizzare le seguenti operazioni: cesoiare, punzonare, piegare e saldare.

Tecnologia fasi

Le fasi di libreria sono dei prototipi completamente corredati di informazioni che possono essere utilizzati come modelli in fase di composizione di un ciclo. L'impiego di una fase di libreria non comporta l'utilizzo

diretto della stessa, ma la creazione di una sua immagine. Pertanto, le modifiche apportate ad una fase di libreria non hanno effetto sui cicli già composti.

La gestione delle fasi di libreria avviene per mezzo del pannello *Tecnologia - Fasi*.

Tecnologia cicli

Come già introdotto, il "Ciclo" è l'insieme di attività (fasi), necessarie per produrre un "prodotto finito", un "sottoassieme" o un "componente", legate tra loro dalla sequenza logica ovvero l'ordine in cui devono essere realizzate.

Parti

Le "parti" rappresentano gli elementi fondamentali utilizzati in Factory per definire un articolo da produrre. È una "parte" sia la materia prima sia il prodotto finito che con essa viene realizzato. La distinzione tra le varie tipologie di "parte" è data dagli attributi che esse possono assumere.

Ad ogni prodotto finito è associata una "Distinta base" che rappresenta l'insieme di legami gerarchici tra un articolo e gli elementi che lo compongono.

Le parti si diversificano in prodotti finiti, sottoassiemi, componenti, materie prime, alias. La tipologia vincola la collocazione delle parti in distinta base, infatti, non è possibile che un prodotto finito sia composto a sua volta da prodotti finiti. Allo stesso modo un sottoassieme non può essere composto da prodotti finiti, e un componente può essere solo un insieme di materiali, che non sono ulteriormente scomponibili in entità più elementari. Una tipologia particolare è rappresentata dal tipo alias, tipicamente utilizzato per definire prodotti quali un "kit"; un alias può essere composto da qualsiasi tipologia.

Si può pensare di definire le tipologie in questo modo:

- *Prodotto finito*: un articolo prodotto internamente e destinato alla vendita;
- *Sottoassieme*: un articolo di produzione interna necessario alla produzione di un finito;
- *Componente*: articolo commercializzato ovvero che si acquista e si rivende o singolarmente o assemblato ad un finito. oppure un prodotto interno che però è composto solo di materie prime;
- *Materia Prima*: il materiale che si acquista e si impiega per la produzione dei prodotti interni, cioè il materiale grezzo che può essere rappresentato da lamiera, acciaio oppure legno.

Le parti sono anche caratterizzate da una tipologia di fornitura, che determina la sua provenienza. Si distinguono le seguenti forniture: interna, esterna e conto terzi. Nel primo caso la parte viene prodotta internamente, può quindi ha associata una distinta base; lo stesso vale per le parti conto terzi, dato che sono

realizzate su progetto interno. Le parti di fornitura esterna invece non hanno associata una distinta base in quanto si acquistano già finite.

Supponendo di dover produrre un tavolo; questo è costituito da un ripiano, quattro gambe, un cassetto, 40 viti e una maniglia. Sia il ripiano e le gambe sono costituiti da lamiera.

In questo caso il tavolo è il prodotto finito, è costituito da un insieme di sottoassiemi e componenti, di fornitura interna o esterna. Per i componenti prodotti internamente sono poi indicati i materiali (materie prime) che li costituiscono. D'ogni parte è indicata la quantità necessaria, espressa con l'unità di misura propria dell'oggetto oppure con una unità di misura specifica per la distinta.

Lo schema riportato costituisce la distinta base della parte "tavolo", i valori tra parentesi rappresentano la quantità. Si distinguono ai vari livelli di distinta: prodotti finiti, sottoassiemi, componenti e materiali. Per ogni oggetto (padre) è definibile solo il livello immediatamente inferiore (figli), gli altri livelli derivano automaticamente dalla definizione degli elementi specificati in tale livello.

Un articolo prodotto internamente può avere associati più cicli di lavoro, ossia più metodologie di produzione. Di questi uno è quello "Primario", gli altri sono "Alternativi". È il ciclo "Primario" ad essere utilizzato, salvo diversa indicazione, in fase di produzione del lotto. Anche il ciclo sarà rappresentato nella distinta base.

Tecnologia parti

La gestione delle *Parti* avviene per mezzo del pannello *Tecnologia - Parti*, attraverso il quale è possibile visualizzare, definire, cancellare, stampare le parti, nonché gestire la distinta base associata alle stesse.

Le informazioni presenti in questo pannello sono le seguenti:

- *Fornitura*: può assumere i valori Interna, Esterna, Conto terzi. Da essa dipende il fatto che vengano gestiti i campi relativi al ciclo ed al fornitore.
- *Tipo*: rappresenta la tipologia della parte, valori ammessi sono: Prodotti Finiti, Sottoassiemi, Componenti, Materie Prime ed Alias.
- *Finitura*: contiene la descrizione del tipo di finitura da effettuare sulla superficie. (es. Satinato).
- *Unità di misura*: specifica della parte, può assumere uno dei valori contenuti nella lista e definiti nella relativa anagrafica.
- *Materiale*: indica la tipologia di materiale con il quale è costituita la parte.
- *Peso specifico*: rappresenta il peso specifico del materiale di cui è composta la parte. L'unità di misura standard di questa grandezza è Kg/dm³.

- *Peso*: è il peso della parte. Può essere inserito manualmente o calcolato in automatico in base alla Formula di calcolo definita sulla famiglia della parte oppure partendo dal peso specifico del materiale associato alla parte, dalle dimensioni e dalla famiglia merceologica di appartenenza definiti nella sezione Dimensioni.
- *Costo standard*: il costo standard viene determinato dall'utente, può essere utilizzato per la valorizzazione di Magazzino e nella determinazione dei costi a Preventivo da modulo Preventivi.
- *Costo ultimo*: il costo ultimo, nel caso di parte di fornitura Interna, rappresenta il costo di produzione di una parte. Il valore può essere calcolato in automatico, viene utilizzato per la valorizzazione di Magazzino e per la determinazione dei costi a Preventivo da Preventivi. Nel caso di parti di fornitura Esterna, il costo Ultimo della parte rappresenta il costo di acquisto definito sul Lotto standard del Fornitore preferenziale associato alla parte.
- *Prezzo vendita*: rappresenta il Listino cliente e viene utilizzato all'interno delle Commesse e dei Consuntivi. Nelle Commesse, se si inserisce una riga d'ordine con un prezzo di vendita definita in anagrafica, il valore viene ereditato in corrispondenza del Prezzo Interno. In fase di consuntivo, nella pagina Margine di Guadagno, viene visualizzato il prezzo di vendita e raffrontato al costo di produzione per determinare il Margine di Guadagno.
- *Ciclo principale*: visualizza il ciclo Preferenziale associato alla parte da Cicli.
- *Fornitore pref.*: visualizza il Fornitore Preferenziale associato alla parte da Fornitori.
- *Magazzino Princ.*: visualizza il Magazzino preferenziale associato alla Parte dalla Pagina Magazzini.
- *Locazione Princ.*: visualizza il Magazzino preferenziale associato alla Parte dalla Pagina Magazzini.

Dimensioni Tecnologia parti

La sezione Dimensioni permette di definire la famiglia merceologica (se non definita sarà definita la famiglia Generica di default) ed inserire dimensioni relative ad un articolo.

Questa sezione racchiude le seguenti informazioni:

- *Famiglia Merceologica*: permette di scegliere a quale famiglia merceologica appartiene l'articolo. Con essa si definisce quali sono le dimensioni peculiari per il calcolo del volume e la formula per il calcolo del peso.
- *Dimensioni*: nella tabella vengono visualizzate le grandezze associate alla parte in base alla famiglia merceologica selezionata. Attraverso tale tabella è possibile attribuire un valore ad ognuna delle grandezze.

Magazzini Tecnologia parti

La sezione Magazzini consente di gestire le informazioni relative ai magazzini ed alle locazioni in cui la parte viene immagazzinata:

Le informazioni presenti sono:

- *Scorta minima*: livello minimo di scorta sotto la quale non si vuole scendere a magazzino
- *Scorta massima*: livello massimo di scorta sopra la quale non si vuole andare

La scorta minima e massima vengono visualizzate ed utilizzate nella sezione Disponibilità di Magazzino poiché se la parte di magazzino è sotto scorta, verrà generato in automatico un Fabbisogno/Richiesta di fornitura se la parte è di Acquisto, oppure, se la parte è Interna, una nuova Commessa di Magazzino per soddisfare e reintegrare la scorta minima.

- *Lotto minimo*: per le Parti di Fornitura Interna, quindi di Produzione, rappresenta un lotto minimo economico di produzione, se la parte è di Fornitura Esterna, quindi di Acquisto, rappresenta la quantità minima che si può acquistare.
- *Lotto multiplo*: per le Parti di Fornitura Interna, quindi di Produzione, rappresenta il multiplo del Lotto di Produzione, pur rimanendo fisso il lotto Minimo di produzione, se la parte è di Fornitura Esterna, quindi di Acquisto, rappresenta la quantità multipla, rispetto alla minima, che si può acquistare.

Se la parte è di fornitura Interna, i lotti minimi e multipli vengono utilizzati durante la genera Lotti all'interno di una Commessa, dove l'utente può scegliere se arrotondare la quantità da produrre, presente nella riga d'ordine, al lotto minimo e, conseguentemente, al Lotto multiplo. Se la parte è di fornitura Esterna ed è presente il modulo Forniture, i lotti minimi e multipli possono essere abbinati ad ogni singolo Fornitore associato alla parte (Listino Fornitore).

Documenti Tecnologia parti

La sezione Documenti permette di gestire le informazioni relative a tutti i documenti, disegni, part program associati all'articolo.

Gestione degli scarti

Per una parte, è possibile definire se è gestibile come scarto.

Quando si versa una parte utilizzando la funzione "Versamento" (verrà spiegata nei capitoli successivi) nel menu di "Rilevamento dati" verrà eseguito un prelievo, se abilitato, per tutti i figli di primo livello di distinta

della parte versata. Nel medesimo istante, se ci sono scarti, vengono versati gli scarti sul magazzino/locazione indicati nel configuratore. Il versamento degli scarti è identificato tramite un codice di rintracciabilità dal quale sarà possibile identificare e recuperare i pezzi scartati da una determinata lavorazione.

Azione parti

Nella Toolbar omonima è possibile effettuare le seguenti operazioni:

- *Esplodi Distinta* consente di inserire, visualizzare e modificare la distinta base della parte selezionata sulla lista.
- *Implodi Distinta* permette di implodere la distinta base, cioè visualizzare tutte le parti che contengono, all'interno della distinta base la parte selezionata per l'implosione. L'implosione di distinta visualizza l'intero ramo di distinta partendo dalla parte selezionata.
- *Distinta Base valorizzata* permette di visualizzare la Distinta base dell'elemento/parte selezionata. Nella Distinta base valorizzata vengono mostrati i costi TEORICI/PREVENTIVI della parte, delle lavorazioni e delle parti esterne inserite sulla distinta stessa. Nella finestra di calcolo della distinta valorizzata è possibile decidere se utilizzare, durante il calcolo, il costo ultimo o standard delle parti esterne.
- *Disponibilità di Magazzino* permette di visualizzare le quantità presenti a magazzino, impegnate per la produzione, ordinate ecc.
- *Ricarica costi* permette di ricaricare i costi, i Listini, i Prezzi di vendita, ecc. delle parti in modo massivo in base ad Importi fissi o Percentuali.
- *Calcola Costi* per determinare all'interno dell'anagrafica Parte il costo di produzione da Distinta Base o da Consuntivo.

3.1.3 Produzione

All'interno di questo menu si trovano gli strumenti necessari per definire e controllare la produzione.

In particolare, è possibile definire cosa produrre con il modulo *Commesse*, controllarne l'andamento con il modulo *Avanzamento*, verificare come si è prodotto e con quali costi con il modulo *Consuntivi*, introdurre o modificare dati di produzione con il modulo *Validazione*, avere una rappresentazione grafica dei carichi di lavoro sulle varie risorse con il modulo *Pianificazione* e comporre dei preventivi per i clienti con il modulo *Preventivi*.

Commesse

Per "commessa" si intendono gli ordini dei clienti. Che comprendono gli articoli da produrre, le scadenze e le quantità necessarie per soddisfare gli ordini dei clienti.

Una commessa definisce quindi, l'insieme delle parti che è necessario produrre per un cliente, riferite ad un ordine acquisito, da evadere entro una certa data, con le modalità di realizzazione e le tempistiche previste. Ogni parte è costituita da diversi sottoassiemi necessari per completarla. I "lotti" definiscono i singoli elementi da produrre (siano essi il prodotto finito o gli elementi che lo compongono) corredati dalle fasi di lavorazione interne od esterne necessarie per la loro realizzazione.

In generale, l'insieme delle lavorazioni necessarie per produrre le parti è dedotto dai cicli tecnologici associati agli oggetti.

Per definire una commessa è necessario, in primo luogo, indicare le parti da produrre e la loro quantità. È possibile generare i lotti, facendo in modo di aggiungerli a quelli eventualmente già presenti, o chiedendo al sistema di inserirli eliminando quelli eventualmente già generati.

La lista delle commesse è multiselezione e consente di cancellare, stampare, lanciare in produzione contemporaneamente tutti gli elementi selezionati.

Questa funzionalità mette a disposizione dell'utente vari criteri di ricerca. È possibile specificare un intervallo temporale (di emissione, inizio previsto, fine previsto o consegna), un codice commessa, un riferimento, un committente o un riferimento all'ordine interno. Si possono ricercare commesse già/non avviate in produzione oppure per codice parte, le commesse che contengono un particolare articolo, ecc.

Albero commessa

L'albero presente in Commesse ci permette di poter visualizzare tutti gli articoli da produrre per i diversi livelli di distinta con tutte le lavorazioni associate.

Le varie funzionalità sono:

- Codice e descrizione commessa.
- Parti in ordine, cioè agli articoli Finiti Richiesti, codice, descrizione, quantità richiesta e data consegna.
- Lotti Master e i Lotti Figli cioè tutti gli articoli da mandare in produzione.
- Lavorazioni che andranno effettuate per produrre la parte, sequenza della fase, codice e descrizione.
- Parti di produzione esterna.

Risorse lavorazioni

Questa sezione contiene le informazioni circa le risorse che possono essere impiegate per la realizzazione della singola fase di lavoro, complete di percentuale di impegno e tempo di attrezzaggio:

- N° macchine
- N° operatori
- N° macchine
- N° operatori
- Risorse associate
- Risorse disponibili con codice di descrizione

Istruzioni lavorazioni

Questa sezione contiene le istruzioni operative per l'operatore. Si tratta di un campo di testo in cui poter inserire istruzioni specifiche utili allo scopo mantenere traccia di accorgimenti particolari utili in fase di esecuzione della lavorazione, saranno visualizzabili nei tablet a bordo macchina.

Parti dettaglio lavorazioni

Questa sezione contiene l'elenco delle parti da prelevare non elencate in distinta. Ad esempio utensili per la macchina.

Documenti dettaglio lavorazioni

Questa sezione contiene le informazioni relative a documenti, disegni, part program associati alla lavorazione.

Elenco Parti esterne

Il pannello contiene una lista delle parti di fornitura esterna per la parte selezionata con una serie di informazioni di semplice consultazione.

Esempio di definizione di una commessa

Per chiarire meglio tutti i passaggi effettuati nel creare la commessa, si può pensare a un esempio di produzione di una scatola, supponendo di doverne produrre 100.

Poiché ogni scatola è composta da un corpo e da un coperchio, la produzione di 100 scatole comporterà anche quella di altrettanti coperchi e corpi (parti da produrre).

Per ognuna di queste parti, perché possa essere prodotta, deve essere definito un lotto, che specifichi l'insieme delle lavorazioni da compiere internamente e le parti da impiegare per la produzione.

Si avranno in pratica tre lotti, così definiti:

	Parte	Descrizione	Quantità
<i>Lotto 1</i>	Scatola	Scatola lamiera	100
<i>Lotto 2</i>	Corpo	Corpo della scatola	100
<i>Lotto 3</i>	Coperchio	Coperchio della scatola	100

Figura 61-Produzione scatola: esempio lotti di produzione

Si noti che un lotto rappresenta il prodotto finito da produrre e gli altri due le parti che lo compongono.

	Parte		Descrizione	Quantità
Lotto 1	Scatola		Scatola lamiera	100
	1	Assemblaggio		
Lotto 2	Corpo		Corpo della scatola	100
	1	Cesoiatura		
	2	Punzonatura		
	3	Piegatura		
	4	Saldatura		
Lotto 3	Coperchio		Coperchio della scatola	100
	1	Cesoiatura		
	2	Piegatura		

Figura 62-Produzione scatola: lavorazioni associate ai lotti

Situazione

Questa funzionalità permette, per la commessa selezionata, una visione in dettaglio dei lotti e/o delle lavorazioni che la compongono, unitamente a funzioni di modifica di stati e date.

Il passaggio dello “stato delle Lavorazioni” e conseguentemente dei Lotti da Rilasciato a Pianificato è fondamentale poiché non è possibile aprire una Commessa o Lotto di Produzione se le lavorazioni non hanno lo stato Pianificato. Una lavorazione non può essere Pianificata se non sono presenti le date e le ore di Inizio e Fine Prevista.

Queste possibilità si rivelano di estrema utilità quando si vuole anticipare o posticipare le date di produzione, o quando, per esempio, si rende necessario terminare o sospendere forzatamente una commessa già avviata in produzione.

Lancio in produzione

Attraverso questa funzionalità si effettua il lancio in produzione della Commessa oppure i singoli Lotti di Produzione, stampando la documentazione da distribuire al reparto di produzione come i Fogli di

Lavorazione, le Schede di Produzione oppure i Documenti/Disegni legati alla Commessa, ai Lotti di Produzione e alle singole Lavorazioni.

Con questa funzione lo stato delle lavorazioni, dei Lotti di produzione e la commessa stessa cambieranno di Stato da Pianificato ad Aperto.

L'operazione non è reversibile poiché un lotto Aperto non potrà tornare in Stato Pianificato.

Con l'opzione "Avvio in Produzione" avviene l'apertura dei Lotti di produzione e, conseguentemente, della Commessa mentre con l'opzione (Avvio in produzione) Stampa si attiva un ulteriore pannello di Selezione dei report da stampare per il reparto di produzione.

Aggiorna tempi commesse aperte

Con questa funzionalità è possibile aggiornare i tempi di lavorazione appartenenti ai lotti di produzione presenti in una commessa, in base ai tempi definiti nel ciclo di produzione associati ai lotti al momento della richiesta.

L'aggiornamento può essere applicato a sole alcune commesse in selezione o a tutte commesse presenti sulla griglia.

Termina

È possibile terminare una o più commesse, in base alle commesse selezionate nella griglia.

Verifica materiali

La funzione Verifica materiali consente di verificare o ridefinire le quantità da produrre per i vari lotti, ricalcolando le quantità per i lotti figli e per le parti di fornitura esterna.

Definizioni terminologia adottata per le parti:

- Giacenza: quantità reale presente in magazzino;
- Impegno: quantità prenotata dai lotti delle commesse in essere. Tale impegno viene annullato, a fronte di un prelievo da magazzino o a fronte della chiusura o cancellazione di un lotto;
- Richiesta di fornitura: quantità di materiale per cui è necessario realizzare un ordine in base alle esigenze legate ai lotti in produzione;
- Ordini di fornitura: quantità già richiesta ad un fornitore;
- *Q.tà Teor*: quantità derivante dalla riga d'ordine della commessa;

- *Q.tà Ne.:* quantità necessaria per la parte in oggetto ed è uguale alla quantità nella riga d'ordine per i lotti master e alla quantità necessaria per la produzione del lotto padre, per i lotti figli;
- *Q.tà da Prel:* quantità da prelevare da magazzino;
- *Q.tà da Prod:* quantità da produrre per commessa e per magazzino.

Calcolo della quantità disponibile

- Per le parti di fornitura esterna è calcolata come:

Giacenza +q.tà da Richieste di fornitura non ordinate +q.tà da Ordini a fornitore non consegnata -Impegno

- Per le parti di fornitura interna è calcolata come:

Giacenza +q.tà da lotti di produzione per il magazzino rilasciati o pianificati +q.tà da lotti di produzione per il magazzino aperti non prodotta - impegno

Piani di lavoro

Questo modulo consente di definire dei raggruppamenti di parti tra quelli che devono subire una stessa tipologia di processo, in modo che al lancio in produzione venga generata una sola bolla di lavorazione.

In questo modo si potrà indicare al sistema che una serie di parti, verranno lavorate contemporaneamente e che quindi i costi di attrezzaggio della macchina dovranno essere ripartiti su tutti questi articoli.

Qualora il piano di lavoro sia relativo a fasi eseguibili sulla stessa macchina, il piazzamento dei pezzi può essere ottimizzato tramite gli opportuni nesting. In questi casi le informazioni richieste saranno arricchite da dati aggiuntivi relativi alle modalità di piazzamento da adottare (configurazione del nesting) ed ai formati da utilizzare.

Avanzamento

Attraverso questo modulo è possibile seguire *in tempo reale* l'andamento delle varie commesse avviate in produzione ed è possibile monitorare lo stato di tutte le lavorazioni del sistema.

La lista delle lavorazioni è stata organizzata gerarchicamente per commessa/lotto/lavorazioni secondo la distinta base.

Per ogni lotto di produzione si può verificare in tempo reale lo stato di avanzamento, per mezzo della colonna *% di avanzamento*, che esprime in percentuale la quantità prodotta rispetto alla quantità da produrre.

Una percentuale superiore a 100 significa che la produzione reale è maggiore di quella pianificata. L'utente in questo modo è in grado di *monitorare* l'andamento delle singole commesse lanciate in produzione. I dati

rilevabili da questo pannello sono di estrema importanza e utilità perché forniscono una *situazione reale ed immediata* di tutto ciò che è in produzione, e consentono in questo modo di fare valide previsioni e di valutare l'andamento immediatamente, senza attendere i dati consuntivi. Questa possibilità rende attuabile, se necessario, un'eventuale ed immediata correzione.

Validazione

La validazione è la finestra di gestione dei dati di produzione associati alle bolle di lavorazione.

Queste sono generate in modo automatico quando si avvia in produzione una commessa e raccolgono i dati di una o più lavorazioni (bolle multiple).

Le informazioni che contraddistinguono una *bolla* sono:

- Codice univoco (numerico)
- Tipo: indica se la bolla è associata ad una sola lavorazione (Singola), identificata da commessa, lotto, fase, oppure se è relativa a più lavorazioni omologhe (Multipla)
- Descrizione
- Stato: consente di identificare le operazioni effettuate sulla bolla; può essere uno dei seguenti:
 1. Pianificata, fino a quando non sono state dichiarate operazioni,
 2. Aperta, quando sono già state effettuate delle dichiarazioni, ma si devono ancora produrre delle parti,
 3. Sospesa, quando sono sospese le lavorazioni associate,
 4. Chiusa alla Terminazione di tutte le operazioni.

In questo modulo sono riportate tutte le sessioni di lavoro associate alla bolla, si ha quindi, la possibilità di modificare una sessione già inserita da programma o tramite la rilevazione dati TRD, oppure di crearne una nuova.

Preventivi

I "preventivi" permettono di stimare il costo previsto per la realizzazione di un insieme di parti e attività a loro legate. La stima può divenire più o meno precisa a seconda le specifiche esigenze e delle informazioni fornite dall'utente.

Qualora il preventivo preveda la produzione di più di un articolo, il conteggio dei costi segue il seguente criterio:

- *Costi delle parti*: il valore specificato per la singola parte di acquisto è moltiplicato per la quantità indicata.
- *Costi delle lavorazioni*: il tempo di lavorazione è rapportato alla quantità indicata, mentre il tempo di attrezzaggio è conteggiato una sola volta nel costo complessivo della lavorazione. A questo livello, è da sottolineare la distinzione tra i costi relativi a lavorazioni eseguite internamente o esternamente (conto lavoro): per le prime, influiranno i tempi stimati, per le seconde i costi diretti di fornitura concordati con il fornitore.

In generale, i costi possono essere indicati direttamente nel preventivo, oppure essere dedotti dalle informazioni che, a livello tecnologico (ciclo, distinta base), contraddistinguono la parte.

Si può, in altre parole, indicare liberamente un elenco di costi/quantità di materiali e lavorazioni che si ritengono necessari per produrre l'articolo, oppure utilizzare la distinta base precedentemente definita per la parte e lasciare al gestionale la valutazione del costo finale in base ai componenti della sua distinta ed alle lavorazioni presenti nel suo ciclo di lavoro.

Nella definizione del preventivo, oltre ai costi direttamente connessi alle parti da realizzare, si possono introdurre dei "costi aggiuntivi". In essi, si possono genericamente raggruppare le spese che non sono legate alla produzione, ma che comunque devono essere considerate per ottenere una stima realistica (ad esempio il trasporto che può essere richiesto dal cliente).

In sostanza, un preventivo viene definito indicando, a più livelli, l'insieme di costi componenti.

Nello schema sottostante viene sintetizzata la struttura di un generico preventivo.

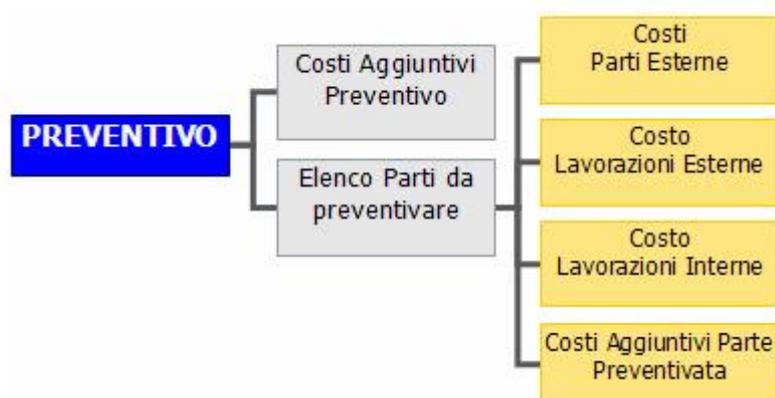


Figura 63- Logica di funzionamento del modulo PREVENTIVO

Riprendendo l'esempio della scatola, nel caso della produzione di 100 scatole.
Per la realizzazione di una scatola sono necessarie le seguenti parti di fornitura esterna:

Parte	Q.tà (Pz)	Costo unitario (€)	Costo (€)
Lamiera_coperchio	1 Pz	11,25	11,25
Lamiera_corpo	1 Pz	11,50	11,50
Cerniera	2 Pz	0,20	0,40
Vite	8 Pz	0,10	0,80
Serratura	1 Pz	0,75	0,75
	Totale:		24,70

Figura 64-Esempio produzione scatola: parti di fornitura esterna

Le lavorazioni necessarie sono:

Fase	Costo Attrezzaggio (€)	Costo Lavorazione (€)	Totale (€)
Assemblaggio	7,50	3,75	11,25
Taglio laser (1)	7,50	3,00	10,50
Piegare (1)	0,00	0,50	0,50
Verniciatura (1)		0,50	0,50
Taglio laser (2)	7,50	1,00	8,50
Piegare (2)	2,50	0,375	2.875
Verniciatura (2)	0,00	0,20	0,20
Totale Parte:	10,00	2,575	12,575

Figura 65-Esempio produzione scatola: costo delle lavorazioni

Il costo complessivo di realizzazione delle 100 parti:

Costo_parti + Costo_Fasi_Lavorazione

dove il costo delle fasi di lavorazione è dato da:

Costo_Attrezzaggio + (Costo_Lavorazioni * Q.tà)

Il preventivo risultante sarà: $24,70 * 100 + 10,00 + 2,575 * 100 = 2737,5 \text{ €}$

3.1.4 Rilevazione dati

La parte riguardante la rilevazione dati riveste una notevole importanza, visto che è tramite questa attività che il sistema ottiene i dati di produzione sui quali è possibile eseguire rielaborazioni utili per i consuntivi.

È da tenere presente che l'immissione dei dati è sempre possibile sia da tastiera che con penna ottica. Inoltre, la descrizione che in seguito verrà fatta circa l'interfaccia utente e il suo uso è del tutto analoga a quella che si trova per terminali dedicati di raccolta dati in ambiente DOS (TRD), vista l'identità dei pannelli in uso e delle modalità operative richieste.

Sia in manuale, sia con terminale o con penna ottica, all'immissione dei dati il sistema esegue sempre un controllo di congruità su ciò che viene immesso. Avverte cioè immediatamente l'utente quando viene compiuta una operazione errata.

Inoltre, da configurazione, è possibile far eseguire al terminale controlli particolari (ad esempio, sul numero di lavorazioni che un operatore può attivare contemporaneamente), oppure configurarlo in modo che proponga automaticamente all'operatore alcuni valori di default durante l'esecuzione di attività standard. Tutto questo è utile per dare all'utenza uno strumento chiaro, semplice e immediato, che offra facilitazioni per eseguire dichiarazioni di produzione, di solito viste come un onere impegnativo per chi è direttamente assorbito dai problemi operativi della produzione.

Le attività richieste/disponibili per la dichiarazione dei dati di produzione sono le seguenti: Inizio, Fine, Pausa/Ripresa, Prelievi, Versamenti, Termine, Informazioni/Disegni, Monitoraggio.

Monitoraggio

Questa attività consente di avere un elenco delle sessioni di lavoro attive.

Le informazioni presenti in questo modulo sono le seguenti:

- *Bolla*: bolla di lavorazione
- *Data/Ora Inizio*: data e ora di inizio sessione
- *Nodo*: nodo da cui è stata avviata la sessione
- *Tipo Lav.*: tipo della lavorazione
- *Causale*: causale corrente
- *Tipo Ris.*: tipo della risorsa (Operatore, Macchina)
- *Operatore*: operatore che ha iniziato la sessione
- *Macchina*: macchina associata alla sessione
- *Commessa*: codice della commessa

- *Lotto*: lotto di lavorazione
- *Fase*: fase di lavorazione
- *Descrizione fase*: da utilizzare come filtro per reparto
- *Codice Parte*: codice della parte in lavorazione
- *Descrizione parte*: descrizione della parte in lavorazione
- *Descrizione operatore*: descrizione degli operatori

Inizio

Questa fase rappresenta il momento iniziale in cui l'operatore comincia a fornire al sistema le informazioni riguardanti la produzione.

Il pannello che appare richiede le informazioni di base per comunicare al sistema che qualcuno sta iniziando a fare qualche operazione con una determinata macchina.

Se la macchina non viene indicata, Factory comincia a conteggiare i tempi relativamente al solo operatore. Se viene dichiarata anche la macchina, è possibile attivare un doppio conteggio (sia sulla macchina che sull'operatore separatamente) o un solo conteggio sulla macchina (mantenendo comunque l'informazione di chi ha fatto tale dichiarazione). Il codice operatore, quindi, è sempre un dato richiesto, per tener traccia di chi ha eseguito la dichiarazione o, comunque, di colui relativamente al quale si vuol tenere il riferimento. Lo stato indica la causale di evento con la quale si inizia la lavorazione; ad esempio, se si decide di iniziare un conteggio di tempi su una lavorazione per la quale l'operatore sta eseguendo una riparazione su una macchina guasta, per il primo si indicherà una causale specifica di operatore, indicante "riparazione", per la macchina si indicherà una causale di *fermo imprevisto*, indicante il tipo di guasto, se conosciuto.

Pausa / Ripresa

Il pannello richiede la causale della pausa o della ripresa della lavorazione. Questo pannello serve per rilevare i tempi non lavorativi all'interno della lavorazione (es. pausa pranzo ecc..).

Tale dichiarazione viene applicata su tutte le sessioni (iniziate su macchina e/o operatore) che soddisfano i dati indicati a pannello.

Ad esempio, se viene indicato solo il codice nodo, il sistema aggiorna lo stato relativo a tutte le lavorazioni aperte su quel nodo. Se viene indicato solo il codice operatore, saranno modificati gli stati di tutte le lavorazioni aperte da tale operatore, e se è definito anche il nodo, delle lavorazioni aperte dall'operatore sul

nodo, e così via. Dopo la conferma, viene chiesta una conferma definitiva, per permettere eventuali ripensamenti.

Le informazioni richieste, se si utilizza la penna ottica o comunque un dispositivo di lettura codice a barre, sono fornite semplicemente *strisciando* il codice (in seguito *BarCode*) stampato, nelle fasi precedenti, da Factory (stampa bolle di lavorazione, ad esempio).

È sempre possibile, posizionando il cursore sul campo richiesto e cliccando, selezionare, o solamente consultare, la voce desiderata. Questo metodo di scelta o visualizzazione è sempre presente sui pannelli che, anche in seguito, troveremo nell'ambito della rilevazione dei dati.

Dopo aver inserito e confermato i dati richiesti, il sistema chiede all'utente se vuole dichiarare i tempi solo per la macchina. Dopo la scelta, appare all'utente un pannello informazioni contenente notizie sulla lavorazione selezionata.

Nel caso qualcuno tenti per errore di utilizzare una macchina in uso per un'altra lavorazione, il sistema avverte che la macchina è già impegnata. Come già citato, per gli operatori si può scegliere se imporre la stessa restrizione, se dare solo un avvertimento o se permettere di aprire più lavorazioni contemporaneamente. In questo caso, il sistema si preoccupa di inizializzare, in tutte le attività di produzione, il codice operatore richiesto con il codice dell'ultimo che ha eseguito operazioni: ciò per accelerare le attività di dichiarazione.

Inoltre, il sistema verifica che le macchine utilizzate siano abilitate all'esecuzione del tipo di lavorazione. Per l'operatore, tale vincolo è settabile da configurazione.

Fine

Da questo pannello l'utente dichiara la fine della lavorazione precedentemente aperta. È importante tenere presente che questo pannello è esclusivamente dedicato alla dichiarazione della fine *parziale* della lavorazione in oggetto, o, meglio, della conclusione della sessione operativa aperta con l'attività di *Inizio*.

Può presentarsi, per esempio, il caso di un operatore a cui era stato richiesto di produrre 100 parti su un totale di 200 e che le altre 100 debbano essere prodotte da un altro operatore. Quando il primo operatore finirà le sue 100 parti dichiarerà finita la parte di lavorazione alla quale era stato destinato, anche se in effetti la fase di lavorazione non è ancora terminata. Oppure, può capitare di non riuscire a produrre completamente la quantità prevista in giornata: in tal caso, sarà necessario chiudere la lavorazione relativa e riapirla la mattina successiva.

Versamento rilevazione dati

Appena visualizzato, il pannello chiede all'utente di dichiarare se il versamento debba essere eseguito per la *produzione* o per il *magazzino*.

Evidenziando solamente la prima opzione (*produzione*) sarà dichiarato un versamento della parte, relativo solo alla produzione.

Nel caso entrambe le opzioni siano evidenziate, il pannello consentirà di movimentare anche il magazzino, registrando un versamento in produzione e uno contestuale in magazzino.

È importante sottolineare che, se una lavorazione non è stata abilitata a versamento, sarà possibile eseguire solamente un versamento a magazzino.

La selezione della tipologia del versamento (*Produzione - Magazzino*) causa l'abilitazione/ disabilitazione dei campi non necessari.

Nel caso la lavorazione sia abilitata al versamento per la produzione, in automatico viene mostrato il codice della parte che può essere versata, la quantità prevista, la quantità realmente versata e quella scartata fino a questo istante.

L'operatore deve introdurre la quantità versata, ed una eventuale quantità scartata con relativa causale.

Nel caso di versamento a magazzino, può indicare un magazzino/locazione, una causale ed un riferimento (utile alla rintracciabilità).

Nel caso di lavorazione esterna è possibile richiedere la gestione automatica del magazzino associato al fornitore della lavorazione. In questo caso è richiesto il codice di una causale di magazzino.

Qualora si voglia gestire la dichiarazione dei tempi in modo manuale, è possibile configurare il sistema, in modo da dichiarare contestualmente al versamento i tempi impiegati per la lavorazione, per mezzo di due campi: un tempo totale e un tempo al pezzo.

Prelievo rilevazione dati

Come per i versamenti, anche per i prelievi è possibile dichiarare se devono essere considerati validi solo ai fini della produzione o anche del magazzino. Nel caso dei prelievi è però senz'altro prevalente il caso in cui nel pannello sia registrato un prelievo da magazzino.

L'utilizzo del pannello è simile al precedente, si dovrà prima scegliere per cosa prelevare (produzione o magazzino) ed in seguito dichiarare la parte in oggetto e il magazzino da cui proviene. È possibile sia movimentare la distinta della parte indicata, che in caso di lavorazione esterna richiedere la gestione

automatica del magazzino associato al fornitore della lavorazione. In questo caso è richiesto il codice di una causale di magazzino.

È possibile effettuare un prelievo multiplo tramite il check "Multiplo" presente in Trd-Prelievo. Abilitando questo check viene visualizzata una griglia che conterrà, una volta selezionata la bolla di produzione, l'elenco di tutte le parti da prelevare da distinta e le parti prelevate non previste. Per ogni parte sarà possibile selezionare il magazzino locazione da cui prelevare e la relativa rintracciabilità se necessario. Tramite il pulsante aggiungi è possibile inserire parti non previste alla lista di prelievo. Alla conferma del prelievo verranno gestite tutte le parti aventi quantità da prelevare.

Note di produzione

È possibile definire le note di produzione relative ad una data sessione/bolla di lavorazione.

La schermata mostra la nota di produzione corrispondente alla sessione identificata dai dati inseriti e consente di modificarla, cancellarla o crearla in caso prima non fosse presente. Il contenuto delle liste visualizzate dal tasto *Lista* è sensibile ai valori già inseriti in modo da ridurre la possibilità di errore durante l'inserimento.

Informazione / Disegni

Con questa opzione l'operatore ha la possibilità di richiamare in qualsiasi momento tutte le informazioni disponibili per la lavorazione in oggetto. Attraverso il tasto **F2-Disegno...** può anche essere richiamato il disegno associato in precedenza alla parte oggetto della lavorazione. Tramite la pressione di *F4-Precedente* o *F6-Successiva* viene visualizzata la lavorazione precedente o successiva appartenente allo stesso lotto.

Tale funzione è molto importante, poiché permette all'operatore di richiamare in qualsiasi momento (quindi anche durante la lavorazione stessa), informazioni utili alla corretta lavorazione del pezzo in oggetto.

Terminazione

Per terminare completamente una lavorazione, un lotto o una commessa (in modo irreversibile) si utilizza questo pannello.

Dopo aver inserito l'operatore e la lavorazione e aver confermato, il sistema chiede se la terminazione debba essere eseguita anche se sono aperte delle sessioni sulla/e lavorazione/i coinvolte dalla terminazione richiesta. La scelta di terminazione su un lotto o sull'intera commessa, essendo una attività a cui prestare

attenzione (soprattutto perché irreversibile), non è abilitata su TRD in ambiente DOS, e richiede una ulteriore conferma.

Entrata

La transazione “Entrata” permette di effettuare l’entrata a seguito di una sospensione di lavoro, ad esempio per pausa pranzo o per permesso. Utilizzando questa modalità è possibile riprendere tutte le lavorazioni precedentemente sospese dall’esecuzione della transazione “Uscita”.

La funzione è strettamente legata alla Gestione Presenze, in questo caso se opportunamente configurata con il cartellino Operatore, la transazione Entrata, gestendo opportunamente gli arrotondamenti e flessibilità definiti in Configura Presenze, esegue una timbratura sul Cartellino Presenze.

Uscita

La transazione “Uscita” permette di effettuare l’uscita a seguito di una sospensione di lavoro, ad esempio per pausa pranzo o per permesso. Utilizzando questa modalità è possibile sospendere tutte le lavorazioni aperte dell’operatore.

4 Nuove procedure digitali introdotte

4.1 Procedure 4.0 riguardanti gli Operatori:

Il badge è strettamente personale e non va ceduto a nessuno e neppure lasciato incustodito. L'eventuale smarrimento va segnalato immediatamente alla Direzione.

Tutte le volte che si inizia a lavorare su un macchinario è obbligatorio accendere il tablet (se questo fosse spento), autenticarsi utilizzando il badge personale con codice a barre e confermare di essere muniti degli appositi dispositivi di protezione individuale.

Dopo essersi autenticati occorre dare avvio alla lavorazione cliccando su INIZIO e quindi tramite pistola acquisire il codice a barre della fase interessata sul cartellino CICLO DI LAVORAZIONE, controllare che il numero di fase (numeri della colonna "N° Fase") sia corretto e cliccare su LAVORAZIONE.

Se oltre alla fase principale si esegue anche una fase associata (Per esempio: marcatura, foratura su trapano a colonna, maschiatura manuale...) è necessario cliccare su ASSOCIA FASE e selezionare la fase da associare. A questo punto il sistema inizia a contare il numero di pezzi prodotti e cliccando su INFO si può controllare in qualsiasi momento che tutti i dati inseriti siano corretti.

Quando il fermo macchina si prolunga oltre un tempo stabilito, in automatico si apre la finestra di CAUSALIZZAZIONE FERMO e prima di riprendere la lavorazione è obbligatorio selezionare con precisione dalla lista il motivo del fermo:

PAUSA OPERATORE:

Tra le possibili cause di fermo macchina è indicata anche la PAUSA OPERATORE: con questo termine non si intende la PAUSA PRANZO!

Se si sovrappongono più fermi macchina prolungati, le pagine di CAUSALIZZAZIONE FERMO si sommano una sull'altra e bisognerà comunque indicare tutte le causali.

Quando si termina il proprio turno o si sospende per la pausa pranzo è obbligatorio cliccare sul tasto FINE.

Infine, bisogna cliccare sempre su CAMBIO OPERATORE per tornare alla schermata iniziale, quando si riscontrano differenze è obbligatorio segnalarlo al proprio Responsabile.

In caso di OPERAZIONI MANUALI effettuate su macchine manuali, al TERMINE del proprio turno o prima della pausa pranzo è necessario recarsi su uno dei 2 tablet dedicati (uno si trova vicino al collaudo e l'altro vicino all'ufficio amministrativo) e dopo essersi autenticati con badge personale occorre selezionare la macchina utilizzata (per esempio: trapano a colonna, maschiatrice, pressa...), la fase tramite codice a barre e poi inserire manualmente il numero di pezzi lavorati buoni e di scarto.

Il tasto VERIFICA ISPETTIVA è riservato al personale del collaudo autorizzato.

L'operatore che, a termine giornata, spegne il macchinario deve anche spegnere il tablet.

Ogni operatore almeno una volta a turno deve pulire il tablet, la custodia metallica del tablet e la pistola barcode con un panno pulito e umido.

Per quanto riguarda i responsabili:

Il badge è strettamente personale e non va ceduto a nessuno e neppure lasciato incustodito. L'eventuale smarrimento va segnalato immediatamente alla Direzione.

Tutte le volte che si incomincia ad eseguire un piazzamento macchina è obbligatorio accendere il tablet (se questo fosse spento), autenticarsi utilizzando il badge personale con codice a barre e confermare di essere muniti degli appositi dispositivi di protezione individuale.

Dopo essersi autenticati occorre dare avvio al piazzamento cliccando su INIZIO e quindi tramite pistola acquisire il codice a barre della fase interessata sul cartellino CICLO DI LAVORAZIONE, controllare che il numero di fase (numeri della colonna "N° fase") sia corretto e cliccare su PIAZZAMENTO.

Se oltre alla fase principale si esegue anche una fase associata (Per esempio: marcatura, foratura su trapano a colonna, maschiatura manuale...) è necessario cliccare su ASSOCIA FASE e selezionare la fase da associare.

A questo punto il sistema inizia a contare il tempo impiegato per il piazzamento e cliccando su INFO si può controllare in qualsiasi momento che tutti i dati inseriti siano corretti.

Quando si termina il piazzamento o si sospende per la pausa pranzo è obbligatorio cliccare sul tasto FINE e subito dopo CAMBIO OPERATORE. Il sistema durante il piazzamento non conta i pezzi prodotti. Pertanto, occorre inserire l'esatto numero di pezzi BUONI ed eventualmente indicare il numero di SCARTI se ne sono stati fatti. Infine, bisogna cliccare su CAMBIO OPERATORE per tornare alla schermata iniziale.

Il tasto VISUALIZZA ALLEGATI viene utilizzato per trasmettere documenti (disegno, scheda di autocontrollo...) legati alla commessa in produzione.

Il tasto VERIFICA ISPETTIVA è riservato al personale del collaudo autorizzato. Il collaudatore (quando un altro operatore è autenticato in lavorazione) può eseguire la verifica cliccando sul tasto apposito e dopo essersi autenticato con badge può compilare i vari campi dedicati.

L'operatore che, a termine giornata, spegne il macchinario deve anche spegnere il tablet.

Ogni operatore almeno una volta a turno deve pulire il tablet, la custodia metallica del tablet e la pistola barcode con un panno pulito e umido.

4.1.1 Istruzioni operative

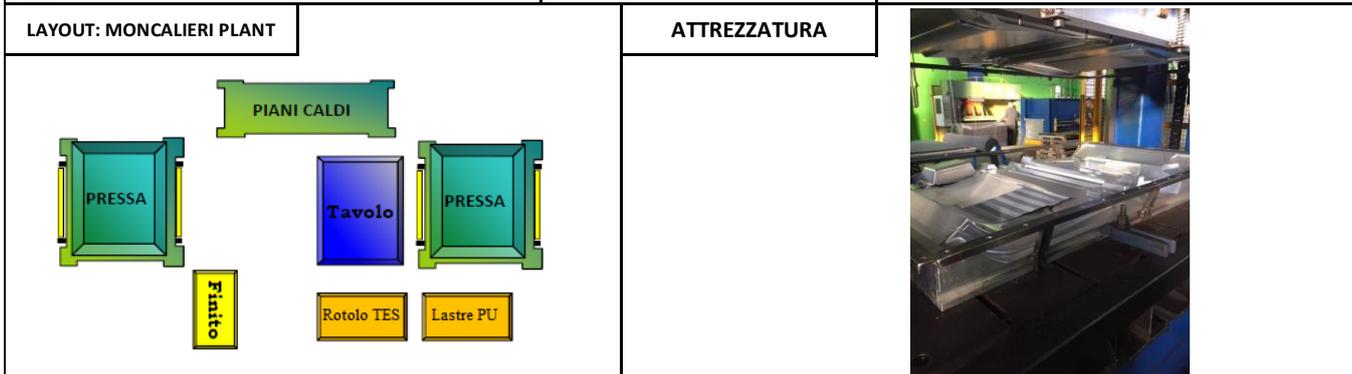
Nell'immagine sotto è possibile vedere un esempio di istruzioni operative fornite nel caso della produzione di uno stampato, per la precisione di un sottotetto automotive.

Questa immagine è direttamente e sempre disponibile sui tablet a bordo macchina, sono soprattutto utili per i nuovi operatori che arrivano in reparto o che per la prima volta svolgono quella particolare lavorazione (anche se operatori inesperti vengono sempre affiancati da personale più esperto, in modo da formare una squadra equilibrata).

In particolare, nelle istruzioni è possibile osservare la presenza di:

- Disposizione geometrica della postazione di lavoro, dei semilavorati, delle MP, il piano di appoggio, e il luogo di deposizione del PF, rispetto a quelli che sono i vincoli fissi dati dalle presse e dai piani caldi.
- Una foto della attrezzatura che si andrà ad utilizzare, in particolare la disposizione dello stampo montato sulla pressa.
- Il materiale da utilizzare e la quantità necessaria.
- I controlli da effettuare prima e dopo la lavorazione.
- I settaggi dei macchinari utilizzati: temperatura e ciclo del forno, pressione della pressa e ciclo di stampaggio.
- Un riassunto delle varie fasi di lavoro, con le indicazioni sulle procedure da seguire e le accortezze necessarie.

Le istruzioni hanno lo scopo di mettere l'operatore nelle condizioni di lavoro più serene possibile, si cerca di dare poco spazio all'interpretazione per limitare al minimo gli errori.



Sequenza di lavoro stampaggio		
Codice	MATERIALE DA UTILIZZARE	SETTAGGIO
TES0001075	Descrizione Tessuto con colla	1) Temperatura forno: 240 °C 2) Ciclo forno: 160 s 3) Tonnellaggio pressa: 200 t 4) Ciclo stampo 65 s
PES0001325	N. Fogli stampata Poliestere 1	
CONTROLLI		VERSO LASTRE
A inizio lavorazione verificare correttezza del materiale Sul pezzo finito verificare assenza di pieghe sul tessuto, bruciature e attivazione colla		FORNO: TES SU STAMPO: TES SU



 Stendere il TES sopra una lastra di PES	 Tagliare il TES sul lato della lastra in modo che il TES copra tutta la lastra di PES. Stendere bene il TES in modo da non formare pieghe sull'accoppiato	 Inserire la lastra nello stampo	 Rimuovere il pezzo dallo stampo e impilare il pezzo finito verificando che non vi siano pieghe sul tessuto o bruciature
			 Imballare su una pedana, fasciare e apporre barcode

Figura 66- Istruzioni operative di lavorazione: esempio di STAMPAGGIO

4.1.2 Controllo funzionamento macchine tramite tablet

Quando l'installazione dei tablet a bordo macchina è stata completata in tutti i reparti, è stata creata una tabella settimanale di controllo di funzionamento per tenere un registro dei problemi presentati dai macchinari e il reale sfruttamento di questi. In questo modo è possibile individuare la frequenza delle problematiche riscontrate e valutare che tipo di provvedimenti prendere a riguardo.

Nella figura sotto si possono vedere 2 problemi riscontrati.

- 26 novembre: sulla calandra si sono verificate delle pieghe nell'adesivo a causa di un errato montaggio del rotolo di adesivo sul supporto della macchina.
- 28 novembre: il display digitale nel forno mostra un messaggio di errore con codice E12, in questo caso si trattava di un malfunzionamento delle termocoppie che sono state sostituite.

CONTROLLO FUNZIONAMENTO A BORDO MACCHINA 11/2019						
POSTAZIONI		S48				
		25-nov	26-nov	27-nov	28-nov	29-nov
1	Automatica	ok	ok	ok	ok	ok
2	Fustellatrice	ok	ok	ok	spenta	ok
3	Fustellatrice	spenta	ok	ok	ok	ok
4	Fustellatrice	ok	ok	ok	ok	ok
5	Fustellatrice	ok	ok	ok	ok	spenta
7	Pressa	spenta	spenta	ok	ok	ok
8	Forno	ok	spenta	ok	problema E12	ok
9	Forno	ok	ok	ok	ok	ok
10	Pressa	ok	ok	ok	ok	ok
11	Plotter	ok	ok	ok	spenta	ok
12	Calandra	ok	problema pieghe	ok	ok	ok

Figura 67 Tabella controllo funzionamento macchine

4.2 Quick e inventario digitale

Un software che verrà implementato nel prossimo futuro sarà Quick, più precisamente una web app, direttamente collegato con il magazzino virtuale del gestionale Factory e quindi il suo database.

Tramite questo nuovo strumento sarà possibile registrare i vari movimenti di magazzino che concernono la merce in ingresso e in uscita, si riuscirà a tener traccia in maniera “digitale” dei diversi lotti di materiale in modo tale da risalire univocamente al lotto eventualmente difettoso o che comunque ha causato una non conformità.

Questo software viene fornito insieme ai diversi palmari dotati di lettore barcode, garantendo uno strumento veloce e affidabile per il magazziniere e carrellisti che movimentano la merce.

Il software verrà sfruttato appieno quando si svolgerà l’inventario di magazzino permettendo una notevole semplificazione e velocizzazione delle operazioni.

5 Conclusioni e principali risultati

Al termine delle numerose attività svolte in Acustica Industriale di cui si è trattato in questo lavoro può essere utile riassumere i principali risultati ottenuti, l'esperienza maturata e ciò che è stato possibile imparare dalle attività svolte.

Osservando con sguardo critico le informazioni e procedure si è visto che le opportunità che l'azienda può sfruttare per una maggiore implementazione di un sistema produttivo avanzato risiedono nella possibilità di sfruttare le macchine di nuova generazione per monitorare in maniera più capillare i processi (simulazione di processi, monitoraggio delle attività, manutenzione predittiva), ed estendere la condivisione delle informazioni con i propri clienti e fornitori al fine di ottimizzare l'intera catena logistica.

La condivisione delle informazioni all'esterno dell'azienda implica però una maggiore attenzione agli aspetti legati alla sicurezza dei dati: ad oggi la cyber security ed il forte tasso di innovazione tecnologica nel mercato delle lavorazioni meccaniche sono le maggiori fonti di minaccia, ma possono trasformarsi in opportunità di crescita se gestite in maniera corretta.

Con i nuovi dati ottenuti e grazie al lavoro svolto è stato possibile completare i database aziendali sulle proprietà dei materiali, aggiornare le modalità riguardanti di utilizzo dei file di gestione/organizzazione della produzione e dell'uso corretto dei tablet da parte degli operatori, le procedure annesse.

Questo ha richiesto e richiederà del tempo vista la difficoltà nell'interiorizzare procedure completamente nuove e mai sperimentate in precedenza.

Il lavoro svolto ha permesso di individuare dei punti migliorabili nell'organizzazione della produzione e in particolare è stato creato un file chiamato "Pianificazione Preliminare", si tratta di un foglio di calcolo, che inseriti quantitativi da produrre di una serie di articoli (i più ricorrenti in azienda) è in grado di elaborare i dati e fornire al pianificatore informazioni utili sui materiali da utilizzare, tempi di produzione, imballi e ingombri necessari, numero di operatori e postazioni consigliati.

L'analisi riguardante i tempi di produzione degli articoli esaminati ha portato all'individuazione di punti critici, quali difetti ricorrenti, debole compatibilità di alcuni operatori con particolari lavorazioni, questo esame è quindi riuscito a far emergere difficoltà che al momento sono state migliorate.

In merito all'esperienza digitale dell'impresa, ad oggi sono presenti le competenze necessarie per intraprendere un processo di transizione digitale; in particolare le competenze già presenti nell'azienda sono relative a Processi digitali evoluti: integrazione orizzontale/verticale, simulazione di processo e Interfaccia uomo – macchina. Sono inoltre presenti Soft Skills come la capacità di problem solving e la capacità di creare e gestire team multidisciplinari dedicati a specifici progetti.

Le aree in cui l'azienda ritiene di dover incrementare le proprie competenze sono la manifattura avanzata (robotica), l'analisi dei dati (Big Data Analytics) e intelligenza artificiale.

Alla luce di questa programmazione, l'azienda intende acquisire nuovo personale con competenze specifiche in Reti digitali, architetture IT e CLOUD (network manager, web analyst) e Sicurezza informatica.

Bibliografia

- [1] Annalisa Magone, Tatiana Mazali, Industria 4.0. Uomini e macchine nella fabbrica digitale, 2016
- [2] Marina Pezzoli, Soft skills che generano valore. Le competenze trasversali per l'industria 4.0, 2017
- [3] Giovanni Graziadei, Gestione della produzione industriale. Strumenti e applicazioni per il miglioramento della performance, 2004
- [4] Hoepli, Ingegneria per la gestione della produzione, 2014
- [5] Raffaele Campanella, Manuale di organizzazione della produzione, 2008
- [6] McGraw-Hill Education, Programmazione e controllo della produzione, 2016
- [7] Filippo Cangialosi, Conoscere le materie plastiche e i parametri della pressa, 2013
- [8] Angelo Gennaro, Materie plastiche: testing fisico-meccanici. Guida per la valutazione e la scelta dei materiali, 2008
- [9] Richard E. Gustavson, Production Systems Engineering: Cost and Performance Optimization, 2010

Ringraziamenti

Un grazie ad Acustica Industriale S.r.l. e a tutti i suoi lavoratori per avermi concesso l'opportunità di svolgere questo lavoro. Ho trovato nell'azienda un ambiente stimolante in cui ho potuto applicare i concetti imparati durante lo studio e acquisire nuove competenze.

Ringrazio a tutti coloro che mi hanno aiutato in questi mesi, seguendomi in ogni fase di questo percorso, in particolare il tutor aziendale Edoardo Forzese e i membri dei reparti di produzione, logistica, pianificazione, gestione aziendale e acquisti.

Vorrei ringraziare il prof. Luca Iuliano, il cui aiuto è stato fondamentale per svolgimento del lavoro.

Infine, ringrazio tutta la mia famiglia, Giorgia e i miei amici che mi hanno sempre sostenuto in questi anni al Politecnico.