



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA
Dipartimento di Ingegneria Industriale DII

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dell'Energia Elettrica

Titolo tesi

Implementazione di un smart TPM nelle linee di trafilatura di
Aristoncavi

Relatore

Prof. Fabrizio Dughiero

Correlatore

Ing. Nicola Tessaro

Laureando
Bastianello Stefano
1127800

Anno Accademico 2017/2018

INDICE

Sommario

INTRODUZIONE.....	9
CAPITOLO 1.0. ARISTONCAVI SPA. DESCRIZIONE DELL'AZIENDA.....	13
1.1 L'AZIENDA.....	13
1.2. I PRODOTTI E IL MERCATO ARISTONCAVI.....	15
1.3. LE CERTIFICAZIONI DI ARISTONCAVI.....	19
1.4. IL PROCESSO ARISTONCAVI.....	21
1.4.1. Sbozzatura e stagnatura.....	22
1.4.2. Trafilatura.....	24
1.4.3. Trefolatura e Cordatura.....	25
1.4.4. Produzione ed estrusione della gomma.....	27
1.4.5. Riunitura.....	28
1.4.6. Estrusione delle resine.....	29
1.4.7. Armatura, schermatura, nastratura.....	30
1.4.8. Confezionamento.....	31
1.4.9. Osservazioni sul processo.....	32
CAPITOLO 2.0. TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE. TRATTAZIONE TEORICA.....	35
2.1. CENNI STORICI SULLA TPM.....	35
2.2. CONCETTO DI TPM.....	36
2.3. GLI OTTO PILASTRI DEL TPM.....	36
2.4. LE SEI GRANDE PERDITE DEGLI IMPIANTI.....	40
2.5. VALUTAZIONE DELL'EFFICIENZA GLOBALE DELL'IMPIANTO.....	41
2.6. IMPLEMENTAZIONE DEL TPM.....	43
CAPITOLO 3.0. LO STUDIO DELLA LINEA SBOZZATURA-STAGNATURA DI ARISTONCAVI.....	51
3.1. LA SBOZZATURA.....	52

3.2.1. PREPARAZIONE DELLA VERGELLA	52
3.2.2. LO SBOZZATORE SYNCRO.	53
3.2. LA STAGNATURA.	55
3.3. INFUSTATORE.	58
3.4. EVAPORATORE-CONCENTRATORE SOTTOVUOTO.	60
CAPITOLO 4.0. LA LINEA DI TRAFILATURA MF 24 FILI DI ARISTONCAVI.	63
4.1. PROCESSO DI TRAFILATURA.	63
4.1.2. <i>Lubrificazione durante il processo di trafilatura.</i>	65
4.1.3. <i>Processo di ricottura.</i>	66
4.2. LA TRAFILA DELLE 24 FILI SAMP.	67
4.2.1 <i>Lubrificazione Samp 24 fili.</i>	69
4.2.2 <i>Forno ricottore Samp.</i>	70
4.2.3 <i>Sensitivo.</i>	72
4.2.4 <i>Bobinatore Samp.</i>	73
CAPITOLO 5.0. IL TPM APPLICATO ALLE LINEE SBOZZATURA STAGNERIA- TRAFILATURA.	75
5.1. LO SCENARIO INIZIALE.....	75
5.2. PERCHÉ LA TPM È COSÌ IMPORTANTE.....	76
5.3. IMPLEMENTAZIONE DELLA MANUTENZIONE AUTONOMA.	77
5.4. IMPLEMENTAZIONE TPM LINEA STAGNATURA-SBOZZATURA.	77
5.4.1. <i>Lo stato iniziale della linea Stagnatura-Sbozzatura.</i>	77
5.4.2. <i>Piano di manutenzione linea Stagnatura-Sbozzatura.</i>	78
5.5. IMPLEMENTAZIONE TPM LINEA TRAFILA SAMP 24 FILI.	82
5.5.1. <i>Lo stato della linea Samp prima dello sviluppo del TPM.</i>	82
5.5.2. <i>Piano di manutenzione linea Samp 24 fili.</i>	84
5.6. ANALISI DELLA GESTIONE A MAGAZZINO DEI COMPONENTI DI RICAMBIO.	92
5.7. ADDESTRAMENTO DEL PERSONALE.	94
5.8. PERSONALE COINVOLTO NELL'IMPLEMENTAZIONE DEL TPM.....	95
5.9. OBIETTIVI.	96
CAPITOLO 6.0. NOTE SULLA SICUREZZA.	99
6.1. ISTRUZIONE OPERATIVA SBOZZATURA-STAGNATURA.	100
6.2. ISTRUZIONE OPERATIVA 24 FILI SAMP.	103

CAPITOLO 7.0. INDUSTRY 4.0 UN BUON STRUMENTO PER MIGLIORARE IL	
TPM.....	107
7.1. BREVE INTRODUZIONE DI INDUSTRY 4.0.....	107
7.2 INDUSTRY 4.0 IN EUROPA.....	109
7.3 ARISTONCAVI 4.0.....	110
7.4 TPM IN ARISTONCAVI 4.0.....	111
CAPITOLO 8.0. CONCLUSIONI E RISULTATI.....	113
BIBLIOGRAFIA.....	115

Sommario

La tesi qui presente ha come obiettivo quello di descrivere in modo dettagliato l'implementazione di un lean production, quale è il Total productive maintenance (TPM), in un reparto dell'azienda Aristoncavi. Il problema iniziale riguardava due linee di lavorazione del rame che sono: la Stagnatura Neumann e la Trafilatura Samp 24 fili. Quest'ultime sono essenziali per l'azienda perché da esse partono le varie fasi di lavorazione. Lo stato iniziale di queste linee era assai precario, la manutenzione effettuata scarsa e i guasti e rotture frequenti. Gli operatori non erano sufficientemente preparati e la manutenzione interveniva solo dopo il presentarsi del guasto creando fermi che si ripercuotevano nella produzione con un riscontro economico notevole. Mediante il TPM si è dunque cercato di ottenere una massima efficienza e quindi affidabilità dell'impianto, al fine di ridurre i costi sostenuti nell'intero ciclo di vita dell'impianto. Attraverso la manutenzione produttiva, che prevede il coinvolgimento operativo di tutto il personale aziendale, sono stati ridefinite le mansioni di ogni singolo individuo. Essenzialmente i fattori principali che hanno permesso un miglioramento sono stati: l'introduzione della manutenzione autonoma con la formazione e l'addestramento del personale, il miglioramento delle prestazioni del servizio di manutenzione, svolgimento di progetti per il miglioramento continuo. L'approccio TPM porta a risultati concreti in termini di efficienza dopo circa tre anni; ciò nonostante dopo la messa in pratica del sistema produttivo si è notato un considerevole miglioramento dell'indice OEE con la conseguente riduzione di costi e sprechi.

Introduzione

Questa tesi si basa sul lavoro svolto all'interno dell'azienda Aristoncavi produttrice di cavi per applicazioni speciali ovvero resistenti all'acqua, al fuoco, alle alte temperature, all'olio, ecc. Lavorando su commessa, non avendo quindi un magazzino e producendo un numero di items estremamente elevato, Aristoncavi ha bisogno di macchinari efficienti e versatili. La maggior parte delle linee di produzione risultano vecchie e anticate e i fermi a causa di guasti sono molto frequenti, pertanto i costi di produzione sono anch'essi notevoli essendo che in buona parte sono dati dai fermi macchina. I guasti più importanti ed economicamente più rilevanti sono da riscontrarsi nelle due linee più vecchie nonché le due linee da dove si parte con la lavorazione del rame per la produzione del cavo e sono la Stagnatura Neumann e la Trafilatura Samp 24 fili. Nella sbazzatura-stagnatura, una sorta di trafilatura del rame con successiva stagnatura, la vergella subisce dei passaggi forzati attraverso delle matrici (filiere) con dei fori di diametro progressivamente decrescente che ne riducono la sezione. Il rame in uscita da questa lavorazione è detto sbazzato ed ha una sezione circolare ed un diametro di 2 millimetri. All'interno delle linee di sbazzatura viene poi eseguito il processo di stagnatura del rame. Ciò avviene mediante il passaggio dello sbazzato in uscita dalle trafile attraverso una vasca, in cui lo stagno viene applicato come rivestimento anticorrosivo per via elettrolitica. Lo sbazzato da 2 mm subisce un ulteriore riduzione di diametro attraverso una lavorazione di *trafilatura* vera e propria mediante la trafilatura Samp 24 fili. Il processo è del tutto analogo al precedente e realizza in continuo lunghi fili con una sezione circolare ed un diametro che va da 0,50mm a 0,20 mm. Il filo è trainato lungo la linea da un avvolgitore finale e da più anelli di tiro posti tra una filiera e l'altra e compie alcuni giri attorno ad ogni anello di tiro in rotazione per diminuire la tensione di trafilatura. La temperatura del filo aumenta durante la lavorazione a causa dell'attrito, dello slittamento sugli anelli e dell'elevata velocità a cui viene trafilato. L'uso di un lubrificante adeguato è indispensabile per ridurre l'attrito, per attenuare il riscaldamento del filo, per diminuire l'usura delle filiere e per ridurre un'eventuale asportazione di materiale o di rivestimento dal filo. In seguito ai molteplici passi di trafilatura, il filo incrudito subisce una ricottura attraverso un forno per ripristinare le proprietà meccaniche ed elettriche di partenza. Le due linee appena descritte sono fondamentali per l'azienda. La mancata produzione, una rottura o un guasto in uno di questi macchinari può provocare ritardi a catena sulle altre linee. Per queste motivazioni si è pensato ad implementare l'approccio del TPM ovvero manutenzione totale produttiva che per definizione è un sistema produttivo che mira al raggiungimento della massima efficienza aziendale. I problemi principali, che si sono cercati di risolvere e implementare, sono essenzialmente gli otto pilastri del TPM ovvero: un miglioramento

specifico dei macchinari, la gestione start-up degli impianti, la manutenzione autonoma, la manutenzione programmata, la manutenzione per la qualità, la formazione ed addestramento, il TPM negli uffici e la gestione della sicurezza e dell'ambiente. Per poter implementare questo approccio, ci siamo basati sul libro: *“Introduction to TPM: Total Productive Maintenance”* scritto dal padre fondatore del TPM ovvero Seiichi Nakajima, inoltre basandosi sul libro: *“Autonomous maintenance in seven steps”* è stato possibile descrivere l'implementare un piano di manutenzione autonoma. Applicare e far funzionare un piano TPM necessita la conoscenza in modo approfondito del tipo di macchinario che si ha di fronte. Il lavoro svolto nei mesi di tesi è stato rivolto a tre aspetti principali:

1. Lavoro preliminare di smontaggio virtuale della macchina. Per poter implementare un piano di TPM è necessario conoscere le varie parti della macchina, studiandone le caratteristiche e evidenziandone i punti deboli. Questo passaggio è fondamentale in quanto, solo scomponendo la macchina in quella che può essere definita una sorta di distinta base, possiamo notare quali sono le parti che sono più soggette a guasti e quindi procedere ad un piano di manutenzione preventiva che miri ad allungare la vita dei vari componenti. Con questo lavoro abbiamo strutturato la distinta base della macchina e creato una lista di possibili pezzi di ricambio necessari all'operatore di manutenzione.
2. Redazione di un piano di manutenzione programmata con suddivisione dei compiti tra operatore e manutentore.
3. Analisi della gestione a magazzino dei componenti di ricambio.

L'obiettivo è quello di implementare una manutenzione preventiva, e ove possibile predittiva, in queste linee in modo tale da minimizzare guasti, fermi e tempi morti. Poiché la quasi totalità dei prodotti di Aristoncavi passa attraverso queste linee, si ritiene strategico ridurre le perdite di efficienza che possono causare una mancata produzione con pesanti conseguenze in termini di valore versato e di lead time. Le operazioni di manutenzione sono state suddivise in base alla loro frequenza di effettuazione in: giornaliere, settimanali, mensili, trimestrali, semestrali, annuali. Si è basata tale suddivisione sullo storico dei guasti, valorizzando in ogni caso i suggerimenti degli operatori più esperti. Si ottiene così una chiara suddivisione delle mansioni che coinvolge contemporaneamente ma parallelamente sia l'operatore di macchina che il personale di manutenzione. Per poter migliorare e implementare la conoscenza della linea da parte degli operatori, è stato creato un manuale dell'operatore per entrambe le linee dove al suo interno sono descritte e spiegate tutte le funzionalità delle linee. L'operatore se necessita di una breve spiegazione o di un chiarimento può usufruire liberamente del manuale trovando al suo interno tutte

le informazioni utili. Inoltre sono riportate le operazioni che regolarmente deve condurre l'operatore prima dell'avvio della linea, i rabbocchi e i controlli da effettuare e il controllo qualità sul prodotto in uscita.

Nell'uso di macchinari ed impianti industriali, occorre essere consapevoli che le parti meccaniche in movimento (rotatorio e lineare), le parti elettriche a tensione elevata, eventuali parti ad alta temperatura, possono essere causa di gravi danni a persone o cose. Sono state pertanto riassunte tutte le operazioni che i responsabili per la sicurezza degli impianti devono vigilare.

Successivamente si è cercato di fare un passo verso il futuro andando ad analizzare Industry 4.0 e come questo strappo industriale possa essere d'aiuto per il TPM. Con Industry 4.0 come nel TPM sarà ancora centrale la figura dell'operatore che però, con la sua conoscenza, potrà concentrarsi di più su attività a valore aggiunto essendo supportato dalle tecnologie digitali. Questa tecnologia fa in modo di passare da TPM ad un smart TPM, irrobustendo i tradizionali pilastri del TPM, rilasciando le potenzialità di manutenzione predittiva. Avendo la possibilità di recuperare parametri importanti dalla linea è possibile controllare e monitorare lo stato di salute del macchinario e con la raccolta dei dati in modo intensivo e continuativo al fine di ridurre sprechi difetti e downtime avendo obbiettivo comune ai due approcci lean quello di aumentare l'OEE.

Il contenuto della tesi si struttura quindi nel seguente modo:

- Capitolo 1: un'introduzione all'azienda Aristoncavi, composta da una descrizione generale della storia, dei prodotti, del mercato e delle certificazioni dell'azienda, seguita poi dalla descrizione del processo di lavorazione.
- Capitolo 2: fornisce una dettagliata descrizione teorica del Total productive maintenance. Esso costituirà la base teorica per comprendere il lavoro svolto in Aristoncavi e contiene una panoramica dei principali concetti su cui si basa la manutenzione produttiva ed è un sistema che mira al raggiungimento della massima efficienza aziendale.
- Capitolo 3: ha lo scopo di dare una descrizione abbastanza dettagliata e approfondita della linea Sbozzatura-Stagnatura. Questa linea è una delle più importanti all'interno della fabbrica essendo fondamentale per i processi successivi. La prima fase del processo di trasformazione del rame parte proprio da qui, dove il rame in vergella arriva con un diametro di otto millimetri e successivamente viene sbozzato e poi stagnato.
- Capitolo 4: con questo capitolo vogliamo descrivere accuratamente il processo di trafilatura del filo di rame. Mediante la linea di trafilatura Samp MF 24 il filo di rame rosso o stagnato viene trafilato in modo tale da ottenere capillari con diametri: 0,148, 0,202, 0,248, 0,308, 0,40, 0,50

mm. A seconda del tipo di cavo, dalle norme CEI e quindi della sezione da ottenere ogni diametro del capillare è adatto per la produzione di un determinato tipo di sezione del cavo.

- Capitolo 5: in questo capitolo introduciamo il concetto di TPM nelle linee sopra descritte. L'obiettivo è quello di svolgere una manutenzione preventiva, e ove possibile predittiva, in modo tale da minimizzare guasti, fermi e tempi morti.
- Capitolo 6: è una illustrazione delle note sulla sicurezza. Sono elencate i principali rischi e tutte le istruzioni operative di sicurezza.
- Capitolo 7: descrive il nuovo strappo portato da Industry 4.0 e l'aiuto che quest'ultimo potrà portare per l'implementazione di uno smart TPM.
- Capitolo 8: una serie di considerazioni e conclusioni finali riportando in oltre i risultati ottenuti.

Capitolo 1.0.

ARISTONCAVI Spa. Descrizione dell'azienda.

Questo capitolo ha il semplice scopo di presentare l'azienda Aristoncavi Spa, produttrice di cavi elettrici e situata a Brendola (Vicenza), in cui si è svolto l'intero lavoro di tesi. Si inizierà con un cenno storico relativo allo sviluppo dell'impresa, per poi proseguire con una spiegazione qualitativa e generale dei prodotti che Aristoncavi oggi fornisce sul mercato e con una panoramica delle certificazioni di Qualità che essa possiede (e che sono uno dei suoi punti di forza). Il capitolo termina con un argomento più consistente, riguardante il processo Aristoncavi, ossia una descrizione delle varie lavorazioni e attività che vengono svolte nella Produzione aziendale per ottenere i prodotti finiti.

1.1 L'azienda.



Figura 1.1. Logo Aristoncavi Spa.

Aristoncavi nasce nel 1958 nel comune di Brendola (Vicenza). Nel 1968 l'azienda viene acquisita dall'attuale proprietà, la famiglia Destro, che converte l'azienda nella esclusiva produzione di cavi elettrici. Dal 1998 una merchant bank entra in azienda con una quota minoritaria, ma nel 2006 la famiglia riacquisisce la totale proprietà del pacchetto azionario. Negli anni si è sviluppata dai 1.600 mq di superficie fino agli attuali 35.000 mq (Fig 1.2.) a seguito di una recente espansione e riallocazione di reparti produttivi e magazzini, suddivisi in due aree produttive focalizzate sulla produzione di cavi elettrici per diverse tipologie di applicazione.



Figura 1.2. Veduta della sede Aristoncavi di Brendola.

Oggi è uno dei principali produttori indipendenti di cavo elettrico con isolamento in gomma, in bassa e media tensione. E' leader in alcuni segmenti di mercato nel settore dei cavi per applicazioni speciali. Negli ultimi anni l'azienda ha investito specificatamente nello sviluppo tecnologico rafforzando l'area tecnica e puntando particolarmente sulla Ricerca e Sviluppo per la realizzazione di cavi per impiego nei settori industriali e del terziario. Si è dotata di apparecchiature specifiche all'avanguardia, di laboratorio e produzione per poter mettere a punto e produrre cavi ad alto contenuto tecnologico per differenti tipi di applicazione. Da sempre sensibile ai temi legati all'assicurazione qualità, Aristoncavi ha progressivamente investito in risorse umane per potenziare il proprio sistema Qualità, certificato sin dal 1995, e ne ha già ottenuto l'aggiornamento secondo l'ultima edizione della norma UNI-ENISO 9001:2000, più comunemente nota come VISION 2000. Nel 2008 si è aggiunta anche la certificazione ambientale secondo la UNI14001.

Si riporta in modo sintetico una cronologia

1958 - Nascita di Aristoncavi.

1968 - Destro Nereo rileva l'azienda; 12 dipendenti; 1.600 mq.

1970 - Costruzione delle nuove linee di estrusione della gomma.

- 1973** - Inizio produzione di cavi speciali grazie all'apporto di apparecchiature e tecnici specializzati.
- 1975** - Aristoncavi acquista le trafile vicentine.
- 1983** - Costruzione di nuove linee di estrusione gomma.
- 1985** - Nuovo impianto di riunitura, cordatura e armatura stabilimento AC per una superficie totale di 10.000 mq.
- 1993** - Inaugurazione della sala prove per il collaudo della Media Tensione.
- 1995** - AC ottiene la certificazione 9002.
- 1996** - Nuovo reparto per le mescole in gomma.
- 1997** - Ampliamento dello stabilimento
- 1998** - Aristoncavi compie 40 anni.
- 2001** - Il cavo Drincable vince il premio Intel Design Award 2001.
- 2003** - La certificazione del sistema AC aggiornata secondo la nuova norma UNI EN-ISO 9001:2000 (VISION 2000).
- 2004** - Riorganizzazione reparto produzione conduttori.
- 2005** - Ampliamento e ottimizzazione dei laboratori R&S. Apertura dell'ufficio di Dubai.
- 2006** - Ampliamento dello stabilimento a 28.000 mq coperti: con il nuovo magazzino e il nuovo reparto spedizioni.
- 2007** - Nuova linea di riunitura e nuova linea di estrusione gomma.
- 2008** - L'azienda festeggia il 50° della fondazione finanziando il nuovo impianto di illuminazione del Museo del 700 di Ca' Rezzonico a Venezia. AC ottiene la certificazione ISO 140001.
- 2009** - Ampliamento dello stabilimento a 35.000 mq coperti; spostamento del reparto Trafile. Apertura dell'ufficio di Singapore.
- 2012** - Apertura dell'ufficio di Shanghai
- 2015** - Apertura dell'ufficio di Santiago del Cile

1.2. I prodotti e il mercato Aristoncavi.

Le principali categorie di prodotti realizzati dall'azienda sono le seguenti: cavi per distribuzione di energia in bassa tensione (fino a 0,6/1 kV), per le diverse tipologie di utilizzo previste da norme italiane, europee, internazionali, isolati in gomma e materiali termoplastici; cavi per distribuzione di energia in media tensione (fino a 18/30 kV), isolati in gomma etilpropilenica EPR e ad alto modulo HEPR, schermati e armati secondo le diverse normative italiane, europee ed internazionali; cavi per applicazioni speciali. Cavi di Bassa e Media Tensione specificatamente studiati e sviluppati

per risolvere particolari esigenze di applicazione del cliente. In relazione alle diverse caratteristiche costruttive e quindi le diverse tipologie di impiego, si può individuare un'altra possibile classificazione: cavi resistenti al fuoco a alle alte temperature in grado di sopportare le temperature di incendio e quindi garantire il funzionamento degli impianti di sicurezza, senza l'emissione di gas tossici e/o corrosivi . Tra questi il FAHRENHEIT 50200-22 (Fig 1.3.) il primo cavo ad essere approvato secondo la nuova norma europea EN 50200;

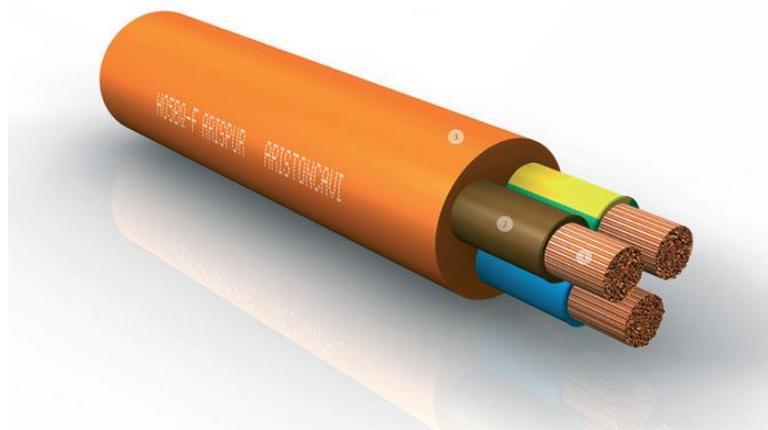


Figura 1.3. Cavo FAHRENHEIT 50200-22.

cavi per applicazioni gravose, in grado di sopportare stress meccanici (trazione, flessione, abrasione, usura), condizioni atmosferiche (umidità, raggi ultravioletti), attacchi chimici (oli, idrocarburi, ambienti corrosivi).

Tra questi il cavo URSUS (Fig. 1.4.), specificatamente studiato per tamburi avvolgicavo di gru e apparecchiature per la movimentazione portuale;



Figura 1.4. Cavo URSUS.

cavi resistenti ai liquidi, in grado di funzionare correttamente in ambienti liquidi, aggressivi e non, senza compromettere le proprie caratteristiche elettriche e meccaniche; nel caso del cavo DRINCABLE (Fig. 1.5.), studiato specificatamente per l'utilizzo in acqua potabile, la particolare mescola della guaina è chimicamente neutra nei confronti dell'acqua stessa, garantendole la potabilità.



Figura 1.5. Cavo DRINCABLE.

L'azienda oggi esporta i suoi prodotti in circa 50 paesi in tutto il mondo, con una quota export del 65%. L'Europa rappresenta il primo mercato estero, ma i prodotti dell'azienda arrivano anche in aree molto lontane, come i paesi dell'Estremo Oriente, l'Australia e il Sud America. Come per la maggior parte delle imprese di quel tempo, all'inizio dell'attività le vendite erano praticamente concentrate sul mercato domestico. Agli inizi degli anni 2000 la quota export rappresentava solo un 28% del fatturato, ma negli ultimi anni l'esportazione è stata un obiettivo primario della strategia dell'azienda, che continua a investire in tale direzione, mirando in particolare ai segmenti ad alto contenuto tecnologico dei mercati emergenti. Nel 2006 è stata aperta una filiale negli Emirati Arabi, a Dubai, per gestire e sviluppare i mercati del Middle East e nel 2009 è stata aperta la filiale di Singapore per i paesi dell'Estremo Oriente.

Con i suoi prodotti, Aristoncavi ha contribuito alla realizzazione di molte opere importanti, fra le quali:

GALLERIE: Monte Bianco (Fig. 1.6.), Frejus, Cisa, Valsassina/Lecco, autostrada Messina-Palermo, autostrada Salerno-Reggio Calabria, autostrada Torino-Bardonecchia, autostrada della Valdastico, Tunnel ferroviario del Brennero, Bilbao, Pajares/Leon, Vielha Juan Carlos/Barcellona (Spagna),

Manabi (Ecuador);

OSPEDALI: S. Lucia, Forlanini (Roma), S.Maria della Pietà (Nola/ Napoli), Miguel Servet/Saragozza (Spagna);

AEROPORTI: Venezia, Genova, Torino, Firenze, Milano-Malpensa, Palma di Maiorca, Heathrow, Atene, Bahrein;

PORTI: Bilbao, Valencia, Vigo (Spagna), Pireo/Atene (Grecia), Yachting Club Costa Smeralda (Italia), Yachting Club Singapore (Singapore), Gas Terminal Doha (Qatar);

METROPOLITANE: Milano, Torino, Roma, Copenhagen, Oslo, Stoccolma, Caracas, Dubai (Fig 1.8.);

TEATRI - CENTRI CONGRESSO - STADI: Auditorium, Palazzo dello sport, Stadio Olimpico (Roma) (Fig 1.7.), La Fenice (Venezia), Stadio Comunale, Stadio Delle Alpi, Auditorium (Torino), Hermitage (S.Pietroburgo), Centro Sportivo Lezama (Athletic Bilbao); Torre Repsol (Madrid);

IMPIANTI INDUSTRIALI: Impianto desalinizzazione e produzione energia (Qatar), oleodotto di Sonatrach, (Algeria), Centrale Idroelettrica (Sierra Leone), Impianto trattamento zolfo (Colombia);

VARIE: Corte d'Appello (Roma), Pista di bob/Olimpiadi invernali Torino 2006, Palazzo Regione Lombardia (Milano), Fiera di Barcellona, Base Nato (Aviano), Impianto illuminazione Canale dei Petroli (Venezia), Acceleratore Sincrotrone (Trieste), Impianti generazione e distribuzione energia (Cuba), Sottostazione di trasformazione (Abu Dhabi), Cern (Ginevra).



Figura 1.6. Galleria del Monte Bianco.



Figura 1.7. Stadio Olimpico.



Figura 1.8. Metropolitana di Dubai.

1.3. Le certificazioni di Aristoncavi.

Assicurare la qualità è un impegno che da sempre Aristoncavi mantiene con i propri clienti. Con l'avvento delle norme ISO serie 9000, questo impegno è stato certificato nel 1995 da CSQ, leader fra gli enti di certificazione del settore elettronico ed elettrotecnico, la cui attestazione è riconosciuta in ambito internazionale attraverso la rete IQNET. Nel 2003 la certificazione del Sistema Qualità è stata aggiornata secondo l'ultima edizione delle norme UNI-EN-ISO 9001:2000 (Fig. 1.9.), più comunemente nota come VISION 2000. Inoltre, già dalla propria nascita Aristoncavi disponeva di una propria sala prove e collaudi a tutela della garanzia della qualità del prodotto fornito al cliente. Oggi come allora, test elettrici e dimensionali atti a verificare la funzionalità del cavo, vengono effettuati sul 100% della produzione. Verifiche sulle prestazioni del cavo (previste dalle norme tecniche applicabili o richieste dal cliente) vengono condotte costantemente sulla produzione quotidiana; inoltre, quando richiesto, la sala prove è a disposizione per svolgere collaudi finali sul materiale in collaborazione con il cliente.

La strumentazione con cui vengono condotti i test sui cavi è posta sotto controllo mediante verifiche periodiche la cui riferibilità a campioni primari riconosciuti e certificati è garantita dalla collaborazione di Aristoncavi con i principali centri accreditati di taratura nazionale (SIT). I rapporti che l'impresa mantiene da lunga data con significative realtà aziendali quali ENEL, Ferrovie dello Stato, Telecom Italia, AEM, delle quali è fornitore qualificato, testimoniano concretamente che Aristoncavi ha fatto della qualità un proprio standard produttivo. Anche in campo internazionale Aristoncavi cerca un riscontro della qualità dei propri prodotti: il marchio tedesco VDE applicato al cavo NSGAFO-U e quello britannico WRAS applicato al cavo Drincable (prodotto speciale idoneo

all'uso in acqua potabile), testimoniano l'attitudine dell'azienda a ricercare nuove forme di certificazione delle prestazioni del proprio prodotto per garantirle nel modo più trasparente al cliente.

La qualità del prodotto è attestata anche direttamente dal cliente: l'omologazione ENEL dei cavi RG7H1R 12/20 KV, RG7H1RX 12/20 KV e ARG7H1RX 12/20 KV, ottenuta nel 1999 dopo due anni di test sul prodotto, e l'omologazione AEM dei cavi FG7OG7H2R 0,6/1KV e RG7OCR, ne sono la dimostrazione più evidente. La forte spinta verso lo sviluppo di cavi per applicazioni speciali e verso i mercati mondiali, indirizza l'obiettivo primario dell'azienda verso la fidelizzazione dei clienti e la personalizzazione dei prodotti. Tale obiettivo porta inequivocabilmente al miglioramento della competitività e dell'efficienza dell'azienda, ponendo particolare attenzione alla tutela ambientale ed al rispetto della sicurezza. In tale direzione Aristoncavi si è attivata ed ha ottenuto nel dicembre 2008 la certificazione del proprio SISTEMA DI GESTIONE AMBIENTALE secondo la norma ISO 14001:2004 (Fig 1.9.-1.10.) Si tratta di un'ulteriore dimostrazione del costante impegno dell'azienda, che nell'ottica del miglioramento continuo, ha anche ottenuto la certificazione doganale AEO (Operatore Economico Autorizzato), che permette una maggiore rapidità delle procedure alle frontiere, il trattamento prioritario nelle spedizioni e quindi il miglioramento dei rapporti con le Dogane e la Clientela.



Figura 1.9. e 1.10. Le certificazioni di Aristoncavi.

Oltre che dimostrare l'applicazione dei principi della qualità attraverso la propria organizzazione, Aristoncavi vuole offrire la massima garanzia di qualità direttamente sul prodotto. Da qui nasce la collaborazione con l'Istituto Italiano del Marchio di Qualità (IMQ), che ha portato negli anni a certificare la qualità di 29 tipologie di cavo elettrico.

1.4. Il processo Aristoncavi.

Aristoncavi si occupa della produzione e vendita di cavi, di cui si può osservare una sezione generica in Figura 1.11.

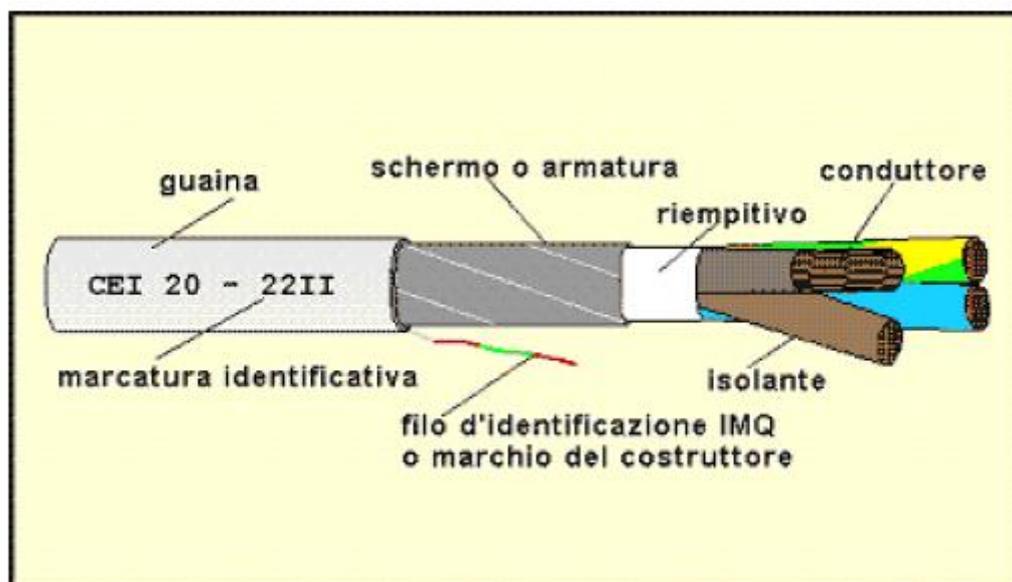


Figura 1.11. Sezione generica di un cavo elettrico.

I cavi prodotti dall'azienda hanno varie applicazioni, ma la loro realizzazione parte sempre dall'elemento iniziale della produzione aziendale: il rame. Esso è un metallo dalla conducibilità elettrica e termica elevatissime, superate solo da quelle dell'argento; è molto resistente alla corrosione (per via di una patina aderente che si forma spontaneamente sulla superficie, prima di colore bruno e poi di colore verde o verde-azzurro) e non è magnetico. È facilmente lavorabile, estremamente duttile e malleabile; può essere facilmente riciclato e i suoi rottami hanno un alto valore di recupero. Per questo motivi tale elemento si presta altamente ad essere un conduttore di elettricità nei cavi. Il rame è una materia preziosissima per tutte le aziende che producono cavi. La sua quotazione ha subito molte oscillazioni negli ultimi anni: esso si aggira sui 6700 \$/tonnellata (Settembre 2017).

I tipi di lavorazione che Aristoncavi esegue per ottenere il prodotto finito sono i seguenti:

- Sbozzatura;
- Stagnatura;
- Trafilatura;
- Trefolatura e cordatura;
- Produzione della gomma;
- Estrusione della gomma;
- Estrusione resine;
- Riunitura cavi;
- Schermatura/armatura/nastratura;
- Confezionamento (o bobinatura).

1.4.1. Sbozzatura e stagnatura.

Il processo produttivo in Aristoncavi può partire da diversi livelli di trasformazione fisica del rame. La forma più basilare con cui esso può fare il proprio ingresso in azienda è la vergella (Fig. 1.12). La vergella (secondo le norme UNI EN 10079 1994) è una barra di acciaio semilavorato, comunemente a sezione circolare, avente diametro superiore a 5 mm, avvolta in matasse e ottenuta per laminatura a caldo. Viene prodotta in varie sezioni: circolare, semitonda, esagonale, quadrata, ottagonale (UNI EN 10079, 1994). Nel caso Aristoncavi, la vergella di rame ha di norma una sezione circolare ed un diametro di 8 mm e viene acquistata esternamente dall'azienda.



Figura 1.12. Vergella di rame.

L'unica lavorazione che l'azienda effettua a partire dalla vergella è la sbozzatura, una sorta di trafilatura preliminare. Essa consiste in un processo di formatura che prevede un cambiamento nella

forma della vergella di partenza attraverso la deformazione plastica dovuta all'azione di forze impresse da attrezzature e matrici. Nella lavorazione di sbozzatura la vergella subisce dei passaggi forzati attraverso delle matrici (filiere) con dei fori di diametro progressivamente decrescente che ne riducono la sezione (Fig.1.14.). Il rame in uscita da questa lavorazione (eseguita da una macchina detta appunto sbozzatore, Fig. 1.13.) è detto sbozzato ed ha una sezione circolare ed un diametro di 2 millimetri. All'interno delle linee di sbozzatura è possibile eseguire anche il processo di stagnatura del rame. Ciò avviene mediante il passaggio dello sbozzato in uscita dalle trafilere attraverso una vasca, in cui lo stagno viene applicato come rivestimento anticorrosivo per via elettrolitica. Anche in caso di stagnatura lo sbozzato finale avrà uno spessore di circa 2 millimetri (strato di stagno compreso) e, come nel caso del rame rosso, verrà raccolto in uscita dall'impianto all'interno di cesti metallici, sotto forma di matassa (Fig. 1.15.). In sintesi, sono due i tipi di semilavorati che si possono ottenere da questo processo: lo sbozzato di rame rosso (non stagnato) e lo sbozzato di rame stagnato.



Figura 1.13. Sbozzatore.

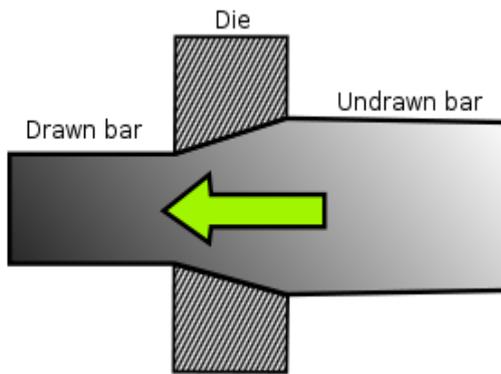


Figura 1.14. Passaggio attraverso filiera



Figura 1.15. Cesti per sbizzato.

1.4.2. Trafilatura.

Lo sbizzato da 2 mm subisce un'ulteriore riduzione di diametro attraverso una lavorazione di trafilatura vera e propria. Il processo è del tutto analogo al precedente e realizza in continuo lunghi fili con una sezione circolare ed un diametro che va da 0,50mm a 0,20 mm. Il filo è trainato lungo la linea da un avvolgitore finale e da più anelli di tiro posti tra una filiera e l'altra e compie alcuni giri attorno ad ogni anello di tiro in rotazione per diminuire la tensione di trafilatura (Fig. 1.16). La temperatura del filo aumenta durante la lavorazione a causa dell'attrito, dello slittamento sugli anelli e dell'elevata velocità a cui viene trafilato. L'uso di un lubrificante adeguato è indispensabile per ridurre l'attrito, per attenuare il riscaldamento del filo, per diminuire l'usura delle filiere e per ridurre un'eventuale asportazione di materiale o di rivestimento dal filo. In seguito ai molteplici passi di trafilatura, il filo incrudito subisce una ricottura attraverso un forno per ripristinare le proprietà meccaniche ed elettriche di partenza. In Aristoncavi la lavorazione di trafilatura viene effettuata su impianti che realizzano più fili in parallelo (modalità multifilo, Fig. 1.16.). I fili in uscita dal processo sono avvolti su bobine (dette bobine multifilo, Fig. 1.17.).



Figura 1.16. Trafile in una multifilo.



Figura 1.17. Bobine di rame multifilo.

1.4.3. Trefolatura e Cordatura.

Le bobine di multifilo sono spesso destinate alle lavorazioni successive di trefolatura e cordatura, che consistono nell'avvolgimento a spirale di due o più multifilo di rame per formare sezioni come quella in Figura 1.18. Per realizzare un trefolo o una corda, le bobine multifilo devono essere avvolte in parallelo su un'unica bobina dopo che il multifilo è passato attraverso uno stampo, che genera la sezione sotto riportata. Ogni trefolo/corda è realizzato con un avvolgimento in senso orario oppure antiorario. L'avanzamento del multifilo è forzato dall'avvolgitore su cui è montata la bobina a valle della linea, in cui viene raccolto l'output di lavorazione (Fig. 1.19.). In base al

diametro dei conduttori utilizzati e della quantità di bobine in parallelo usate, il trefolo/corda avrà un determinato passo. In Aristoncavi è presente una distinzione tra i trefoli e le corde: mentre i primi sono realizzabili solo a partire da rame multifilo su delle macchine chiamate trefolatrici, le seconde si possono realizzare a partire da rame multifilo, trefoli o corde stesse e sono realizzati per la maggior parte su macchine cordatrici (Figura 1.20.) (alcune vengono prodotte sulle trefolatrici).



Figura 1.19. Avvolgitore per trefolatura.

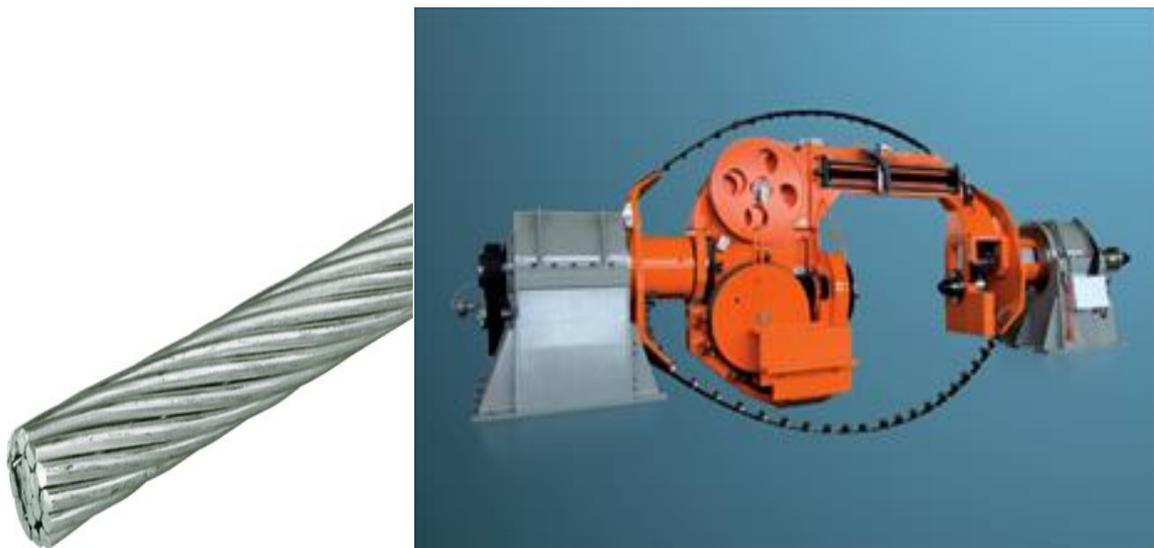


Figura 1.18. Corda di rame stagnato.

Figura 1.20. Macchina cordatrice.

1.4.4. Produzione ed estrusione della gomma.

Generalmente, l'anima di un cavo è composta dal conduttore sotto forma di corda o trefolo di rame, rivestita da un isolante. Questo isolante è fatto con una miscela di gomma. Aristoncavi utilizza diversi tipi di mescole come isolanti. Ciascuna di queste è prodotta internamente all'azienda in un formato detto fetta (striscia di gomma). La fetta è l'output della fase di produzione della gomma, che l'azienda effettua internamente. La gomma viene utilizzata per realizzare l'isolamento dell'anima tramite il processo di estrusione della gomma, che avviene su impianti il cui elemento principale è l'estrusore.

In generale, l'estrusione è un processo di deformazione plastica che consente di produrre pezzi a sezione costante. Un esempio di linea di estrusione della gomma è mostrato in Figura 1.21. Nel caso Aristoncavi, l'estrusione della gomma consiste essenzialmente nel forzare per compressione una miscela, allo stato pastoso, a passare attraverso una sagoma (filiera) che riproduce la forma esterna dell'isolante che si vuole ottenere. La gomma estrusa è cava, in quanto riveste il conduttore. Quest'ultimo, infatti, attraversa l'estrusore durante il processo (svolgendosi da una bobina a monte dell'impianto), entrandovi tramite un'altra sagoma, detta punzone. Il punzone, accoppiato alla filiera, delimita nella testa dell'estrusore un volume che la miscela è forzata a riempire, per poi fuoriuscire insieme al conduttore riempiendo l'area di sezione rimanente tra il conduttore e il diametro interno della filiera. All'uscita dalla matrice il materiale viene sottoposto a vulcanizzazione e raffreddato in vasche d'acqua, per poi essere avvolto su una bobina avvolgitrice a valle. La compressione del materiale a monte della testa dell'estrusore è ottenuta attraverso una vite, che spinge il materiale verso la testa di estrusione. L'avanzamento del cavo isolato lungo l'impianto è forzato dall'avvolgitore a valle e da uno o più caterpillar posti lungo la linea.



Figura 1.21. Esempio di linea di estrusione della gomma.

Una variante del processo di estrusione è la coestrusione della gomma in cui si lavorano contemporaneamente materiali diversi, che escono dalla matrice accoppiati, cosicché si ottengono, ad esempio guarnizioni con un'anima rigida (che funge da supporto) e una parte esterna morbida (che garantisce una buona ermeticità). In questo caso, sul conduttore si creano due estrusi, l'uno sopra l'altro. Questa variante è ottenibile interponendo tra la coppia punzone-filiera un terzo stampo (quella a contatto con il conduttore) dall'estrusione esterna. La coestrusione solitamente viene effettuata come seconda cui il punzone è attraversato dall'isolamento finale del cavo. Essa richiede l'uso contemporaneo di due estrusori.

1.4.5. Riunitura.

Nel caso in cui il prodotto finale sia rappresentato da un cavo multipolare, le anime isolate ottenute con la prima estrusione della gomma devono essere sottoposte al processo di riunitura (Figura 1.22.). La riunitura è un processo del tutto analogo alla cordatura, con la differenza che essa riguarda l'unione con avvolgimento a spirale di anime isolate e non di rame nudo. Per questo motivo, spesso gli impianti che si occupano della riunitura di anime di occupano anche di cordatura. Anche in questo caso, ogni riunito è realizzato con un avvolgimento in senso orario oppure antiorario e, a seconda del diametro delle anime utilizzate e delle loro quantità, avrà un determinato passo.

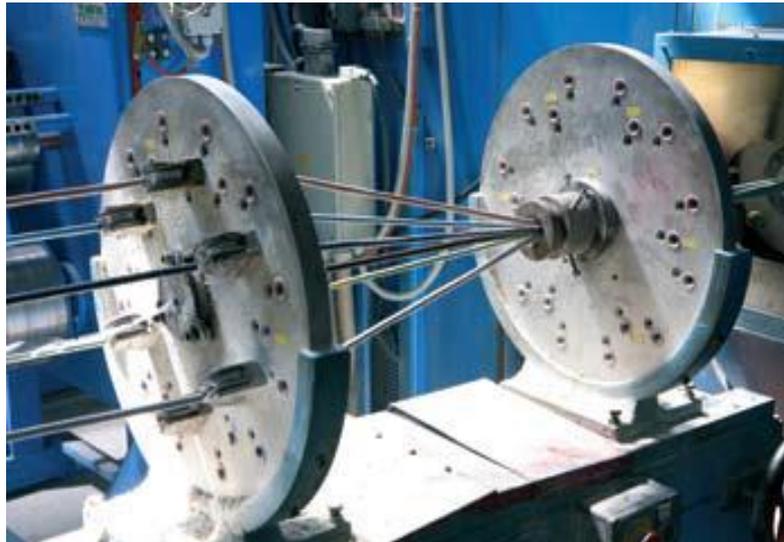


Figura 1.22 Riunitrice.

1.4.6. Estrusione delle resine.

In alternativa all'estrusione della gomma, per creare l'isolamento finale di un cavo l'azienda può ricorrere al processo di estrusione delle resine. Esso è analogo a quello che riguarda la gomma, ma all'interno dell'azienda viene effettuato su impianti dedicati (Fig. 1.23.) e separati da quelli che utilizzano la gomma. Aristoncavi fa uso principalmente di quattro tipi materiali per realizzare l'isolamento in questo processo:

- poliuretano termoplastico;
- polivinilcloruro (PVC);
- resina termoplastica atossica M1;
- silano.

Tali materiali vengono versati sotto forma di granuli (Fig. 1.24.) all'interno di tramogge comunicanti con l'estrusore a vite. Quest'ultimo si trova ad alta temperatura e porta il materiale allo stato pastoso, pronto per passare attraverso gli stampi. A differenza dell'estrusione della gomma, l'estrusione della plastica non richiede una fase di vulcanizzazione, bensì di un semplice raffreddamento della guaina in uscita dall'estrusore passando attraverso delle vasche d'acqua. Una volta raffreddato, il cavo è avvolto su una bobina finale dotata di avvolgitore, a valle dell'impianto, il quale ha anche il ruolo di trainare l'intero semilavorato attraverso la linea.



Figura 1.23. Linea di estrusione delle resine.



Figura 1.24. Granuli termoplastici.

1.4.7. Armatura, schermatura, nastratura.

Per quanto riguarda le lavorazioni di schermatura, armatura e nastratura, esse riguardano l'utilizzo di nastri o fili fatti con materiali metallici, come il rame (schermatura) e l'acciaio (armatura), oppure riguardano l'utilizzo di nastri di tessuto-non-tessuto TNT, poliestere o vetromica (nastratura). L'armatura (Fig. 1.25.) è impiegata per apportare una maggiore protezione meccanica al cavo (in genere maggiore resistenza al tiro e allo schiacciamento). La schermatura (Fig. 1.26.) è impiegata per ridurre i disturbi elettrici provenienti dall'esterno. La nastratura con

materiali non metallici (Fig 1.27.) viene utilizzata, a seconda del materiale, per fornire una certa protezione meccanica o un migliore isolamento. Armatura e schermatura in un cavo si possono solitamente individuare appena al di sotto dell'isolante più esterno del cavo. La nastratura, invece, può anche essere effettuata sulle singole anime di rame nudo.

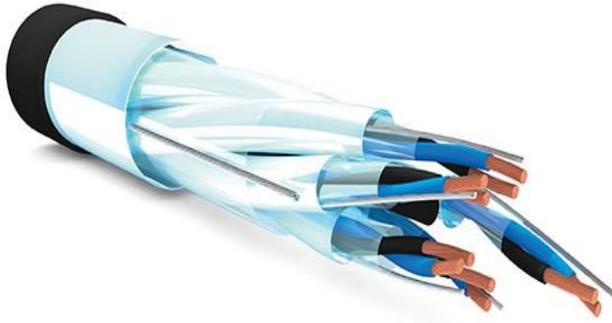


Figura 1.25. Cavo armato.



Figura 1.26. Cavo schermato.



Figura 1.27. Nastratura.

1.4.8. Confezionamento.

L'ultimo processo che avviene in Aristoncavi prima dell'uscita del prodotto finito è il confezionamento. È fondamentalmente la fase più semplice all'interno dell'azienda. Essa consiste nel confezionare i metri di cavo prodotto richiesti dal cliente, avvolti inizialmente su un bobinone di grandi dimensioni, in più bobine di dimensioni ridotte (Figura 1.28.). Ciascuna bobina conterrà una

pezzatura di prodotto finito corrispondente a quella richiesta dal cliente stesso e sarà imballata, per poi essere immagazzinata in attesa della spedizione.



Figura 1.28. Bobina di cavo confezionato.

1.4.9. Osservazioni sul processo.

Ovviamente, ogni prodotto finito realizzato in Aristoncavi ha il proprio particolare flusso di lavorazioni attraverso l'azienda, quindi le possibili sequenze di produzione che coinvolgono le lavorazioni appena viste sono svariate. Per dare un'idea dei possibili percorsi produttivi che avvengono, si può osservare la Figura 1.29.

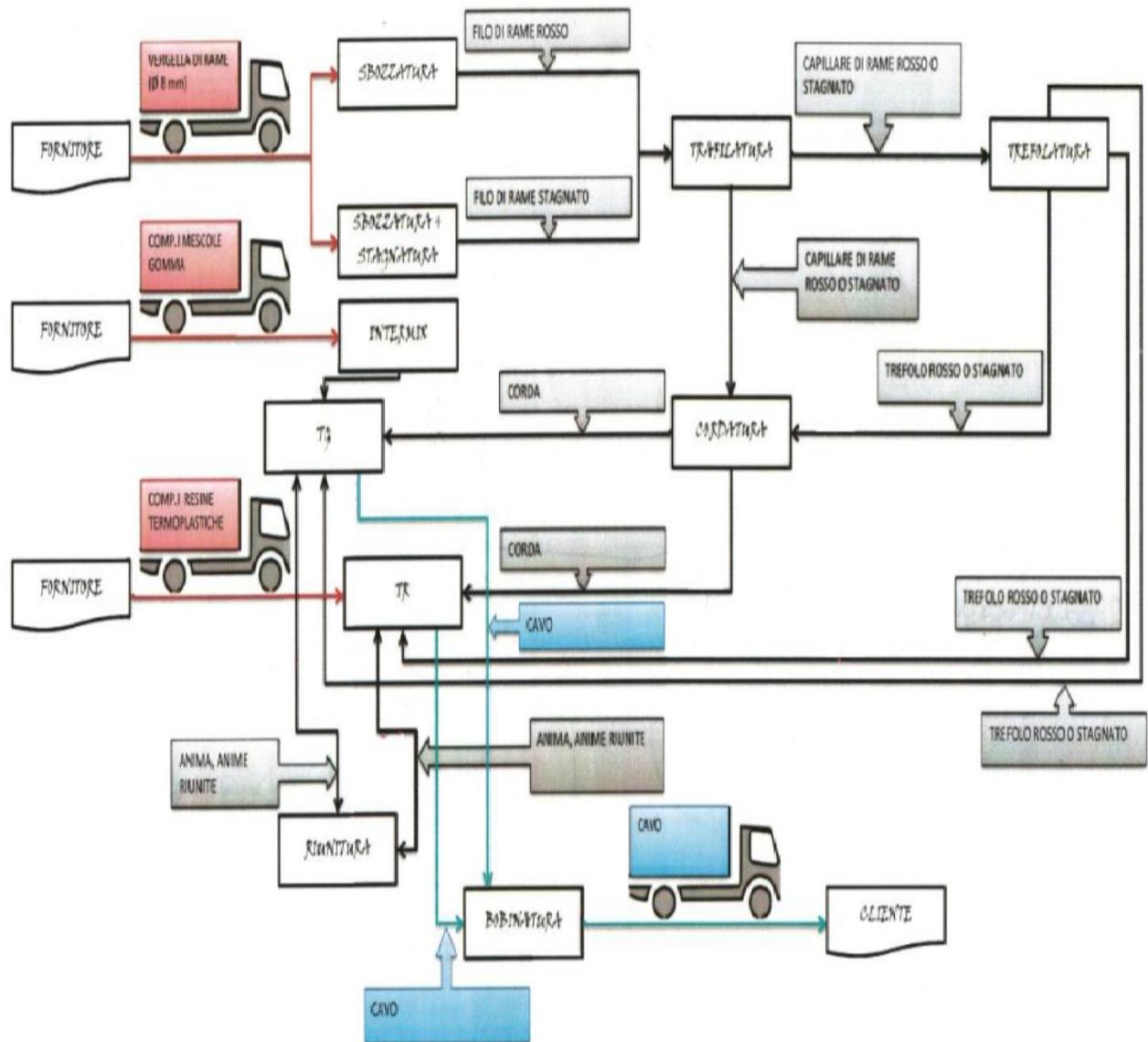


Figura 1.29. Flussi produttivi in Aristoncavi.

Le lavorazioni sopra citate sono realizzate da vari centri di lavoro all'interno dell'azienda, che vengono elencati nella seguente tabella (Tabella 1.30).

TG80	linea estrusione gomma	1.01 Reparto TG
TG90	linea estrusione gomma	1.01 Reparto TG
TG100	linea estrusione gomma	1.01 Reparto TG
TG120	linea estrusione gomma	1.01 Reparto TG
TG130	linea estrusione gomma	1.01 Reparto TG
TG140	linea estrusione gomma	1.01 Reparto TG
TG160	linea estrusione gomma	1.01 Reparto TG
INTERMIX	miscelatore gomma	1.02 Reparto Intermix
C400	cordatrice	1.03 Reparto Cordatura
C600	cordatrice	1.03 Reparto Cordatura
MTO1600	cordatrice-riunitrice	1.03 Reparto Cordatura
MTS1600	cordatrice-riunitrice	1.03 Reparto Cordatura
B1250	cordatrice	1.03 Reparto Cordatura
B1600	cordatrice-riunitrice	1.03 Reparto Cordatura
R800	riunitrice	1.03 Reparto Cordatura
DRUM TW	riunitrice	1.03 Reparto Cordatura
BACK-UP1	bobinatrice	1.03 Reparto Cordatura
BACK-UP2	bobinatrice	1.03 Reparto Cordatura
BOB 400 (MULINELLA)	bobinatrice	1.03 Reparto Cordatura
TR110	linea estrusione resine	1.04 Reparto TR
TR120	linea estrusione resine	1.04 Reparto TR
TR130	linea estrusione resine	1.04 Reparto TR
BOB EFAF-2500-2600V-2600N	bobinatrice	1.05 Reparto Confezionamento
MB1	matassatrice	1.05 Reparto Confezionamento
B630 1 "1"	trefolo bitorsa	1.06 Reparto TV
B630 2-3 "2" "3"	trefolo bitorsa	1.06 Reparto TV
B800 V "4"	trefolo bitorsa	1.06 Reparto TV
B800 N "6"	trefolo bitorsa	1.06 Reparto TV
B800 L 2-6 "7" "8"	trefolo bitorsa	1.06 Reparto TV
B800 L 1 "5"	trefolo bitorsa	1.06 Reparto TV
ACKERMAN	bobinatrice	1.03 Reparto Cordatura
T45	sbozzatore Cu rosso	1.06 Reparto TV
SYNCRO+SNE	sbozzatore + stagnatore	1.06 Reparto TV
MF 24 F	trafila a 24 fili	1.06 Reparto TV
MF 12 F	trafila a 12 fili	1.06 Reparto TV

Tabella 1.30. Linee presenti in Aristoncavi.

Capitolo 2.0.

TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE. Trattazione teorica.

Questo capitolo fornisce una dettagliata descrizione teorica del Total productive maintenance. Esso costituirà la base teorica per comprendere il lavoro svolto in Aristoncavi e contiene una panoramica dei principali concetti su cui si basa la manutenzione produttiva ed è un sistema che mira al raggiungimento della massima efficienza aziendale. Il riferimento utilizzato per la stesura di questo capitolo è il libro di testo di Nakajima Seiichi, *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*, ISBN 091-529-9232.

2.1. Cenni Storici sulla TPM.

È una delle tecniche produttive giapponesi, maturate nel ventennio '60-'80 presso la Toyota Motor Corporation e poi sviluppatesi in tutte le principali aziende giapponesi.

Il "padre" riconosciuto del TPM è Seiichi Nakajima (Fig 2.1.), dapprima direttore tecnico in Toyota e quindi fino alla fine degli anni ottanta consulente presso JMA e JIPM.



Figura 2.1. Seiichi Nakajima.

Nakajima si interessò sin dai primi anni cinquanta alle conoscenze sviluppate negli Stati Uniti in tema di manutenzione preventiva, di affidabilità e manutenibilità degli impianti, di *life cycle cost* ed altro. Nippondenso è stata la prima azienda ad introdurre una manutenzione preventiva nel 1960. Nippondenso che già seguiva la manutenzione preventiva aggiunse una manutenzione autonoma fatta dagli operai. Questa manutenzione preventiva con la manutenzione autonoma culminò nel

Productive maintenance che ha come obiettivo quello di azzerare guasti e difetti grazie alla manutenzione preventiva realizzata da tutti gli addetti attraverso piccoli gruppi di attività.

Più recentemente nel 1984, Nakajima venne in Italia in occasione del 1° Congresso Mondiale della Manutenzione, organizzato a Venezia da AIMAN, Associazione Italiana di Manutenzione. Durante il congresso illustrò il TPM fra lo stupore dei presenti. Le prime esperienze di TPM in Italia furono fatte dalla FIAT Auto a partire dal 1985 con la Japan Management Association Consultants (oggi JMAC Europe).

2.2. Concetto di TPM.

Il significato di TPM è:

- Manutenzione: attività finalizzata al mantenimento dell'efficienza degli impianti nel tempo,
- Produttiva: che persegue l'obiettivo di migliorare la produttività degli impianti,
- Totale: attraverso il coinvolgimento attivo di tutto il personale.

Il TPM mira ad ottenere tempi di consegna brevi per fornire prodotti di alta qualità, a basso costo. Ciò avviene "snellendo" i processi mediante l'eliminazione di ogni spreco/attività che non aggiunge valore nei vari flussi aziendali. E' strutturato in pilastri, ciascuno dei quali finalizzato all'eliminazione di un insieme di perdite nel rispetto degli obiettivi prefissati mediante l'utilizzo di opportuni metodi di miglioramento. Nell'evoluzione industriale, la manutenzione ha assunto particolare importanza, incidendo in termini sempre più significativi sulla competitività industriale, attraverso la ricerca di una più stretta collaborazione tra le parti coinvolte nel processo produttivo. La TPM ha proprio nella Manutenzione Autonoma l'attività fondamentale sulla quale costruire e consolidare ogni successivo progetto di miglioramento. Secondo la norma UNI la manutenzione produttiva o TPM, è l'insieme di azioni volte alla prevenzione, al miglioramento continuo e al trasferimento di funzioni elementari di manutenzione al conduttore dell'entità, avvalendosi del rilevamento di dati e della diagnostica dell'entità da mantenere.

2.3. Gli otto pilastri del TPM.

Il TPM, per raggiungere gli obiettivi suoi propri, è strutturato nei seguenti otto pilastri (Fig 2.3.):

- Miglioramento specifico dei macchinari, comprende tutte quelle azioni che massimizzano l'efficienza globale dell'impianto e che contribuiscono ad eliminare le cause che sono all'origine delle perdite di produzione.
- Manutenzione autonoma, pone la responsabilità delle attività di manutenzione di base nelle mani degli operatori e lascia il personale di manutenzione con più tempo per poter dedicarsi a mansioni di manutenzione più complesse. Realizzando queste attività di manutenzione, i lavoratori diventano più responsabili verso il loro lavoro e le fasi di arresto sono ridotte perché non c'è bisogno di aspettare il personale di manutenzione in quanto possono correggere semplici problemi che possono verificarsi di volta in volta. La manutenzione autonoma ha vantaggi sia per i lavoratori che per l'organizzazione in quanto: gli operatori diventano più responsabili; i livelli di competenza dei lavoratori aumentano; le macchine operano al loro livello ottimale poiché la manutenzione di base, come la pulizia e la lubrificazione, vengono effettuate più regolarmente; i problemi vengono individuati e corretti prima di uscire dal controllo che conducono ad una forte rottura delle apparecchiature; il personale tecnico è liberato per effettuare attività di manutenzione di livello superiore su apparecchiature sensibili e critiche, riducendo così il tempo di inattività del sistema. Ci sono sette passi per implementare e consolidare la manutenzione autonoma. I primi tre riguardano l'eliminazione delle cause di deterioramento forzato, mentre nei passi quattro e cinque i team leaders istruiscono gli operatori circa le procedure di ispezione con cui si dovranno ridurre i guasti ed aiutano il personale di produzione a comprendere i meccanismi di funzionamento delle macchine e del processo. Infine, i passi sei e sette sono ideati per diffondere e sviluppare i concetti riguardanti le attività della manutenzione autonoma attraverso la standardizzazione dei sistemi e dei metodi. La tabella in figura 2.2. riporta oltre ai passi per la completa realizzazione, i concetti più importanti per ognuno di essi.

STEP	OBIETTIVI
Ispezione e pulizia iniziale	Eliminazione completa di sporco e macchie soprattutto sulla parte principale degli impianti. Lubrificazione e serraggi. Scoperta degli inconvenienti degli impianti e relativo ripristino.
Eliminazione delle fonti di contaminazione e dei luoghi non accessibili	Prevenzione di sporco e macchine. Miglioramento dei posti di difficile accesso per pulizia e lubrificazione. Riduzione dei tempi di pulizia e lubrificazione.
Creazione degli standard di lubrificazione e pulizia	Elaborazione di standard in modo da svolgere pulizia, lubrificazione e serraggi in tempi brevi
Condurre l'Ispezione Generale dell'impianto	Formazione delle competenze tecniche per l' ispezione seguendo il manuale delle ispezioni. Individuazione delle piccole imperfezioni attraverso l'implementazione dell'ispezione
Sviluppare l'Ispezione Generale dell'impianto	Ispezionare, rivedere e migliorare il processo produttivo mediante l'utilizzo di liste di controllo per l'ispezione autonoma
Sistematicizzare la Manutenzione Autonoma	Standardizzazione delle voci di gestione nei vari reparti e creazione di un sistema completo di mantenimento.
Completa realizzazione della manutenzione autonoma	Registrazione regolare dell'analisi MTBF seguendo la politica aziendale, lo sviluppo degli obiettivi e le attività di miglioramento Analisi e miglioramento degli impianti

Figura 2.2. Passi per l'implementazione autonoma

- **Manutenzione programmata;** è la pianificazione delle attività di manutenzione basate sul comportamento osservato di macchine come i tassi di guasto e le rotture. Pianificando queste attività intorno a tali metriche, il ciclo di guasti e rotture si riduce così si ha una maggiore durata di vita delle macchine. Ci sono molteplici vantaggi con la manutenzione programmata: programmando costantemente le attività di manutenzione, il numero di guasti diminuisce progressivamente e aumenta quindi la capacità di attività produttive; le funzioni di produzione possono continuare con le loro attività ininterrotte perché conoscono esattamente quando la manutenzione avrà luogo; la manutenzione viene eseguita quando l'area di produzione non è molto occupata; gli investimenti di capitale in macchinari sono ridotti in quanto l'attrezzatura viene utilizzata con il massimo potenziale; pezzi di macchina costose non devono essere tenute in inventario in quanto è possibile controllare meglio le varie categorie di parti.

- Formazione ed addestramento, sviluppo delle competenze manutentive tra gli operatori, sia attraverso formazione frontale che tramite affiancamento e coaching. Questo è fondamentale per un corretto apprendimento degli approcci del TPM altrimenti possono essere fraintesi dal personale che può causare risultati disastrosi per l'azienda.
- Gestione dello start up dei macchinari; la fase di avviamento degli impianti è una delle più critiche dal punto di vista delle procedure di manutenzione ed eventuali errori o malfunzionamenti trascurati in questa fase possono compromettere l'intero ciclo di vita dell'impianto. Uno dei motivi principali è dettato dal fatto che durante l'avviamento di un impianto si presta poca attenzione anche alle più basilari procedure di manutenzione e di conseguenza si corre il rischio che tali disattenzioni diventino routinarie per il personale. In secondo luogo, questa fase è particolarmente delicata perché evidenzia tutti i possibili difetti provenienti da una errata progettazione o costruzione dell'impianto: è utile stringere una certa collaborazione tra lo staff di manutenzione e l'ufficio tecnico per superare il prima possibile questi ostacoli in modo da evitare problemi in futuro. Per questi motivi la TPM prevede che venga stilato un piano di lavoro ben strutturato ed organico per gestire lo start –up degli impianti e un team di lavoro composto da esperti di manutenzione, progettazione e dell'ufficio tecnico.
- Manutenzione per la qualità, migliorare la qualità dei prodotti attraverso la progressiva riduzione dei difetti dovuti all'anomalo funzionamento di attrezzature ed impianti.
- TPM negli uffici, risalire alle cause di scarsa efficacia delle attività amministrative, utilizzando le tecniche di analisi dei processi di business e la creatività di piccoli gruppi di lavoro. La TPM richiede ovviamente la collaborazione dell'intera azienda, incluso l'intero staff amministrativo, che supporta la produzione con attività di tipo organizzativo e causa indirettamente un incremento della produttività. Per concretizzare questa azione di supporto è necessario che l'amministrazione si dimostri disponibile a calarsi nella realtà aziendale e non soltanto dal punto di vista gestionale.
- Sicurezza ed ambiente, gestione della sicurezza, della salute e dell'impatto ambientale attraverso la riduzione dei rischi basata sui comportamenti.

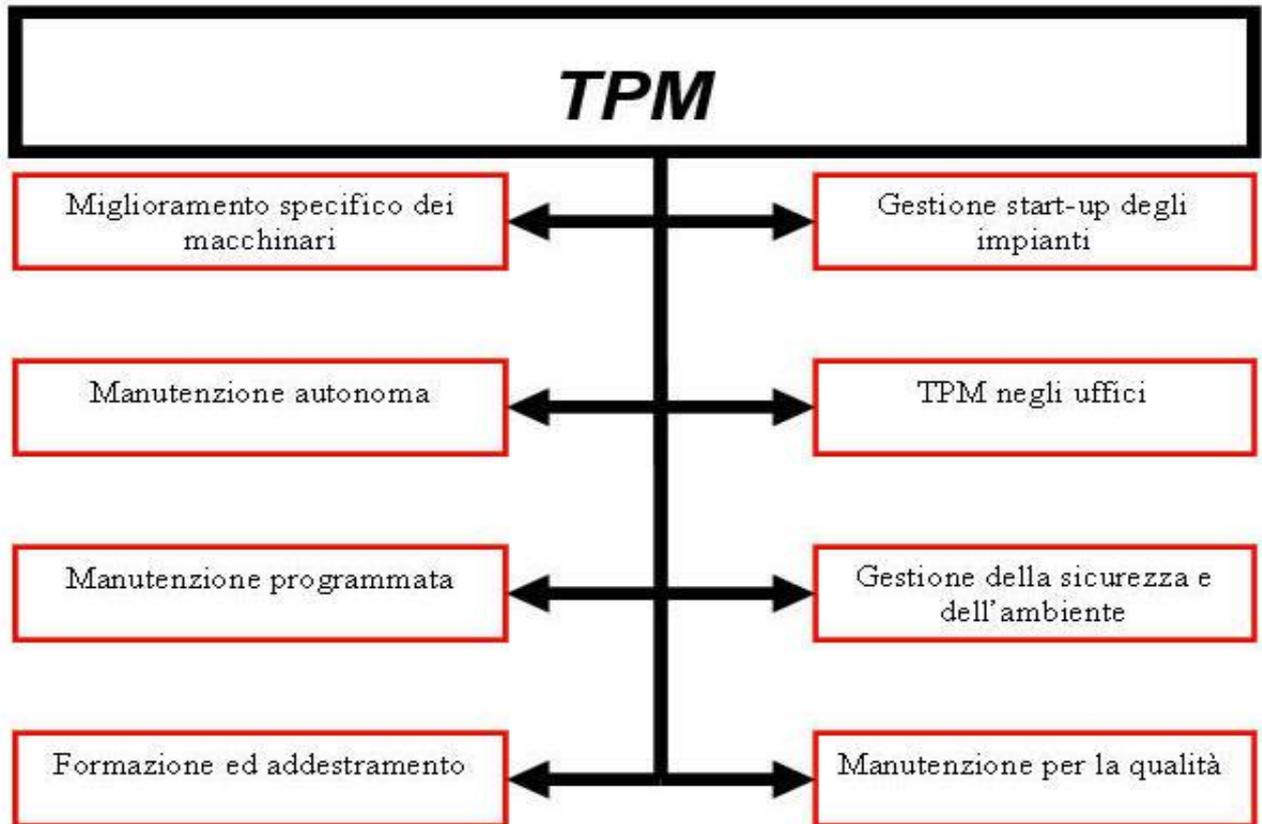


Figura 2.3. Gli otto pilastri del TPM

2.4. Le sei grande perdite degli impianti.

La finalità concreta di tutta l'attività di TPM è quella di ottenere la eliminazione di tutte quelle cause che impediscono agli impianti industriali di funzionare al massimo delle loro potenzialità. Con buona approssimazione, sono principalmente sei le cause che riducono in maniera rilevante l'efficienza produttiva degli impianti e in genere sono chiamate "le 6 grandi perdite degli impianti".

Esse sono:

- Perdite per guasti;
- Perdite per gli attrezzaggi e regolazioni;
- Perdite per microfermate e funzionamenti a vuoto;
- Perdite per riduzione di velocità;
- Perdite per difetti e riparazioni;
- Perdite di resa all'avviamento.

Per semplicità possiamo suddividerli in tre diverse categorie: perdite di tempo, perdite di velocità e perdite dovute a difettosità fisiologiche.

Della prima categoria fanno parte le perdite che impediscono all'azienda di usufruire dei propri impianti per il tempo prestabilito, come accade per le operazioni di attrezzaggio e di messa a punto dei macchinari, ma in particolar modo per le perdite causate dai fermi produttivi generati da guasti imprevisti.

Le perdite di velocità comprendono le perdite per riduzione di velocità dell'impianto e quelle dovute alla presenza di microfermate congenite e non eliminabili: la presenza di queste ultime non permette ad un generico impianto di lavorare alla velocità programmata causando un calo della produttività. Per quanto riguarda le perdite per riduzione di velocità, si verificano quando si vuole aumentare la velocità dell'impianto ed inevitabilmente si ottiene una precisione inferiore nelle lavorazioni e quindi prodotti non conformi.

Perdite dovute a difettosità fisiologici possono essere considerati gli scarti che produce un impianto, ovvero quella frazione di prodotti che non rispondono alle specifiche tecniche e qualitative richieste dal cliente e che quindi non generano reddito. A queste vanno aggiunte anche le cosiddette "teste" e "code" di produzione, ovvero frazioni di materiali non conformi perché di transizione nel cambio del lotto di produzione: sono le perdite di resa dell'avviamento che insieme alle perdite per difetti completano il quadro.

2.5. Valutazione dell'efficienza globale dell'impianto.

Per valutare tale efficienza è necessario poter:

- Misurare le prestazioni degli impianti;
- Indirizzare le azioni migliorative;
- Monitorare l'efficacia delle iniziative intraprese.

Tale indicatore che tiene conto dello stato di salute del macchinario è detto: efficienza globale dei macchinari (OEE).



Figura 2.4. OEE

L'OEE (Fig 2.4.) è una metrica di supporto che misura quanto è produttivo un processo contro la produttività prevista di tale processo e costituisce una componente forte del programma TPM che deve essere misurato a intervalli regolari. È composto da tre importanti metriche che si legano bene agli obiettivi generali di un programma TPM. Le tre componenti dell'efficacia complessiva dell'attrezzatura metrica sono:

- Disponibilità che è una misura della percentuale di tempo che un pezzo di attrezzature o un processo è disponibile per il lavoro produttivo. L'obiettivo di questa metrica è quello di garantire che non ci siano ripartizioni e tempi di inattività oltre i tempi di inattività già programmati.
- La prestazione misura quanto bene un processo eseguito contro gli obiettivi impostati e espone le perdite di velocità che possono sorgere durante l'esecuzione di un processo produttivo
- La qualità è una misura della percentuale di buone parti che provengono da un processo contro tutte le parti prodotte. Si occupa della velocità di difetto e della capacità di un processo di produrre una buona qualità la prima volta senza la necessità di rielaborare.

Il monitoraggio di OEE è importante perché, facendo così, si può sapere se il programma TPM funziona come previsto, nonché l'effetto di qualsiasi attività di miglioramento. L'OEE si può calcolare come:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilità pratica} * \text{Efficienza prestazioni} * \text{Indice di qualità}$$

Con Disponibilità pratica si intende:

- Perdite per guasti;

- Perdite per attrezzaggio e regolazioni;

Per Efficienza prestazioni abbiamo:

- Microfermate;
- Perdite di velocità;

L'indice di qualità invece tiene conto di:

- Perdite per difetti e riparazioni;
- Perdite all'avviamento.

L'indice OEE inferiore all'85-88% indica la presenza di criticità da correggere in modo tempestivo, soprattutto nei casi di trend negativo. C'è da considerare che prima dell'avvio di un programma TPM questo indice solitamente assume valori intorno al 50%, mentre i *TPM Awards* sono consegnati alle aziende che arrivano all' 87%-90% di efficienza globale. Il vantaggio più importante legato all'impiego dell'OEE, consiste nel fatto che una rilevazione costante dell'indicatore mostra in maniera rapida quali sono i veri colli di bottiglia in azienda e quali sono le priorità da affrontare. Il solo modo per ottenere elevati valori dell'OEE è quello di ridurre le inefficienze.

2.6. Implementazione del TPM.

Affinché l'implementazione del Total Productive Maintenance produca i risultati desiderati, occorre sviluppare un programma che generalmente si articola in 4 fasi:

- Studio di Fattibilità,
- Pianificazione,
- Implementazione,
- Consolidamento.

Il grafico in figura 2.5. descrive le principali attività che compongono la maggior parte dello sforzo di implementazione del TPM. Il piano di implementazioni impiega circa 3 a 5 anni per essere completato. Quella che segue è una breve descrizione di ciascuna delle attività di implementazione del TPM:

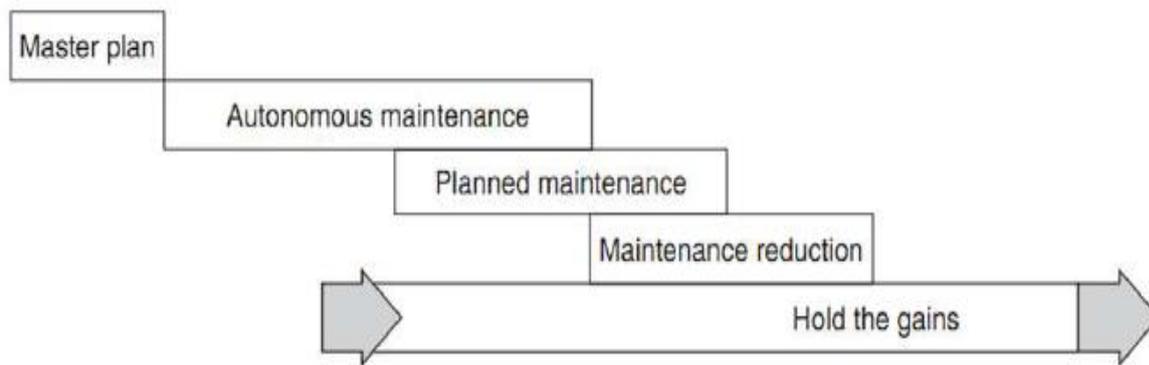


Figura 2.5. Implementazione TPM

Master Plan

Il team del TPM, insieme con la produzione, la gestione della manutenzione ed i rappresentanti sindacali determina l'obiettivo del programma TPM. Le attrezzature selezionate e la loro sequenza di attuazione sono determinate in questa fase. Vengono raccolti dati relativi alle prestazioni di base e si stabiliscono gli obiettivi del programma.

Manutenzione autonoma

Il team viene addestrato nei metodi e negli strumenti del TPM e nei controlli visivi. Gli operatori dell'impianto si assumono la responsabilità per la pulizia e l'ispezione delle loro attrezzature e svolgono attività di manutenzione di base. Il personale addetto alla manutenzione addestra gli operatori su come eseguire la manutenzione principale di routine, e tutti sono coinvolti nello sviluppo delle procedure di sicurezza. Gli operatori iniziano a raccogliere i dati per determinare le prestazioni dell'impianto (misure TPM).

La manutenzione autonoma ha essenzialmente due obiettivi principali. Dal punto di vista umano, motiva l'operatore ad accrescere le proprie conoscenze in luce di nuovi ruoli ben definiti. Dal punto di vista lavorativo, stabilisce un ambiente di lavoro pulito dove ogni singolo oggetto o strumento è facile da trovare a colpo d'occhio. Il termine "knowledgeable operator" non indica che l'operatore deve avere la capacità di risolvere i problemi cioè essere alla pari della manutenzione bensì, enfatizza che un importante aspetto sono le capacità dell'operatore di rilevare segni di perdite o di presunti guasti futuri. L'implementazione di un piano di manutenzione autonoma si può dividere in sette steps che sono: pulizia iniziale, contromisure per eliminare perdite, pulizia e lubrificazione standards, ispezione generale, la standard manutenzione autonoma, l'assicurarsi un processo di qualità e infine la supervisione autonoma.

Step 1: Pulizia iniziale si riferisce a tutti gli sforzi che mirano a rimuovere completamente sporco, polvere, grasso, fango e frammenti nelle attrezzature e nelle linee di produzione. Non solo i managers e gli operatori di produzione, ma tutti i dipendenti sono coinvolti nel miglioramento dell'area di lavoro, come la manutenzione, l'ingegneria di processo e il controllo qualità. La pulizia iniziale mira ad esporre e eliminare problemi che erano nascosti. Con una linea produttiva pulita è facile verificarne problemi o perdite che prima venivano mascherate dalla sporcizia. Questo approccio permette di aumentare le chance di eliminare difetti nascosti, vibrazioni anormali, rumore, odori e sovra-riscaldamento. Essendo che i difetti sono più semplici da rilevare, diventa possibile intervenire e riparare in modo rapido e prima che il danno si aggravi. Avendo più persone che possono svolgere mansioni di pulizia o manutenzione o di controllo, per poter implementare lo step 1, è necessario dover far comunicare tutti questi soggetti in modo chiaro e corretto. E' dunque necessario porre un pannello a bordo macchina (activity board) dove si andranno a scrivere le varie comunicazioni riguardanti lo stato di salute del macchinario. Nel pannello l'operatore dovrà andare a scrivere tutte le attività effettuate, i trend e le performance del macchinario, suggerimenti per il miglioramento della linea, errori e guasti. I suggerimenti annotati dall'operatore sono una cosa estremamente importante da tener conto, questo perché è l'operatore che conoscendo la linea è in grado, con la sua esperienza, di suggerire apposite modifiche future che andranno a migliorare la linea. Lo step 1 si può generalmente suddividere in appropriati substeps a seconda della tipologia di azienda e di produzione. L'operatore deve essere istruito opportunamente sulle operazioni che deve svolgere sempre tenendo presente e seguendo le norme di sicurezza vigenti. E' essenziale che la pulizia si concentri essenzialmente sull'area più soggetta a contaminazione. Con la pulizia, l'area perennemente sporca, potrebbe portare alla luce problemi che prima erano stati trascurati. Generalmente diversi guasti seri vengono scoperti mediante lo step 1 che solitamente è un passo che si tende a trascurare ma di vitale importanza.

Step 2: Per poter mantenere uno stato di pulizia le contaminazioni devono essere eliminate alla radice trovando delle contromisure per l'eliminazione delle perdite. In questo step è importante che l'operatore abbia un'idea di come la macchina lavori in modo tale da poter sviluppare dei meccanismi per ridurre o meglio per rimuovere le perdite. L'obiettivo delle contromisure non mira solamente a ridurre perdite e migliorare la pulizia, ma è anche quello di insegnare e far apprendere all'operatore il meccanismo presente all'interno del macchinario. L'operatore, avendo in testa una vaga idea di come è costituita la linea, è in grado di capire e prevenire future perdite e guasti, inoltre conoscendo i punti deboli potrà evitare di far funzionare la macchina in modo da metterla sotto sforzo. Quando una fonte di perdita viene trovata, due tipi di azioni devono essere svolte. La prima

cerca di ridurre la perdita direttamente dalla fonte, la seconda mira alla modifica o ad un apparecchio che porti la pulizia della zona in modo semplice e senza una gran perdita di tempo. Essenzialmente possiamo distinguere tre tipologie di contaminazioni. La prima è dovuta dal contatto continuo tra le varie parti meccaniche che necessitano dunque di lubrificanti, all'usura di parti meccaniche che provocano polverini vari oppure provengono dalle vernici che si rimuovono dal macchinario. La seconda contaminazione riguarda tutte quelle contaminazioni provenienti dall'ambiente esterno che possono entrare in contatto con il macchinario e sporcarlo. L'ultima invece riguarda l'ambiente, dove è posizionata la macchina e quindi tutto quello sporco proveniente dal tipo di ambiente esterno.

Step 3: pulizia e lubrificazione standards. Con lo step 3 si cerca di effettuare una generale pulizia superficiale in modo tale da mettere in risalto le parti da lubrificare specialmente nelle aree più nascoste e sporche della macchina. La lubrificazione nello step 3 è assegnata all'operatore anche se generalmente sono operazioni che vanno svolte dalla manutenzione o dal dipartimento produttivo. Con il TPM però questa mansione è affidata all'operatore che in base alla sua esperienza riesce a percepire la necessità di dover lubrificare e ingrassare giunti meccanici, inoltre lo responsabilizza maggiormente rendendolo più partecipe e più motivato nella produzione. Certamente l'operatore deve essere formato ed addestrato per poter effettuare questo compito cercando. Oltre alle caratteristiche di viscosità dei grassi e oli bisogna prestare attenzione a non eccedere con la lubrificazione altrimenti si crea una sorgente di contaminazione che andrà a provocare sporco. Essenzialmente per quanto riguarda l'addestramento del personale possiamo classificare vari substeps: educare per una corretta lubrificazione, identificare i punti di rabbocco e le superfici da ingrassare, allocare il percorso di lubrificazione, settare un tentativo di lubrificazione standard, stimare gli intervalli di lubrificazione, settare il tipo di lubrificante, identificare la sorgente di contaminazione, un piano per rimediare alle perdite, rilevare i componenti danneggiati e reinstallare i componenti consumati in casa fossero usurati. Sostanzialmente, seguendo questi substeps, si cerca di lubrificare in modo corretto e mirato un tipo di linea, facendo sì che l'eccessivo consumo di lubrificante accendi virtualmente un campanello dall'allarme che porti ad intuire che qualche meccanismo o guarnizione possa essere danneggiata o logora.

Step 4: Per ispezione generale si intendono tutte quelle operazioni di controllo delle parti elettriche, parti meccaniche, tubazioni idrauliche e pneumatiche. L'operatore, dopo essere stato formato riguardo alla struttura e alle funzioni della linea, dovrebbe riuscire a valutare eventuali difetti o problemi e risolverli. Se dovesse riscontrare malfunzionamenti seri ed importanti ha il compito di avvisare tempestivamente l'intervento della manutenzione. L'operatore è dunque educato per

svolgere semplici ispezioni e basilari operazioni di manutenzione. Solitamente queste operazioni di ispezione generale che si svolgono con tempi abbastanza brevi (1-2 minuti) il più delle volte non sono svolte dall'operatore perché considerate superflue ed inutili nonché una perdita di tempo. In realtà l'ispezione dei sensori, degli interruttori, delle luci, dei cilindri dell'aria, delle valvole di alimentazioni, dei circuiti pneumatici e di tutti gli altri elementi possono portare a enormi benefici essendo che in caso di malfunzionamento si riesce ad intervenire preventivamente evitando guasti futuri più seri.

Step 5: La manutenzione standard autonoma mira alla riduzione delle inefficienze avendo come obiettivo "zero breakdowns" ovvero cercando di eliminare fermi. La pulizia e la lubrificazione standard dello step 3, con ispezione generale dello step 4, combinati tra loro formano lo step 5 che prescrive la routine necessaria per la pulizia, lubrificazione e ispezione effettuate dall'operatore.

L'implementazione dello step 5 si può scindere in vari punti:

- Ricontrollare lo stato di pulizia e lubrificazione;
- Ispezionare nuovamente controllando l'area di lavoro, le attrezzature, le protezioni e sensori;
- Settare un tentativo di manutenzione autonoma standard in modo tale da ridurre il tempo utilizzato per effettuare le operazioni di manutenzione autonoma;
- Valutare i problemi causati da deterioramenti interni alla macchina e apportare i dovuti rimedi. In caso informare gli addetti alla manutenzione.
- Stabilire una manutenzione autonoma standard implementando metodi per il controllo visivo, pulizia e lubrificazione della linea.

Il tempo speso per la manutenzione va continuamente ridotto con un periodico miglioramento delle attrezzature e migliorando un metodo per poter pulire, lubrificare e ispezionare in modo rapido ed efficiente facendo in modo che le operazioni di manutenzione autonome non risulti estremamente costose, ma abbiano sempre come obiettivo la riduzione di guasti e rotture.

Step 6: In questo step, la manutenzione autonoma è diretta all'ottenimento di "zero defects" ovvero si punta ad un processo di qualità evitando difetti e non conformità. Per un affidabile processo di manifatturiero, la qualità del prodotto è realizzata con una chiara identificazione del processo qualità. Step 6 ha come obiettivo quello di sviluppare le conoscenze dell'operatore in termini di qualità, strumenti e procedure per poter implementare un'autonoma supervisione. Qualità del processo è anche sinonimo di manutenzione di qualità. Ci sono due diversi approcci per ottenere condizioni di qualità:

- Un approccio astratto realizzato mediante il design del prodotto e dal dipartimento dell'ingegneria produttiva che mira all'analisi qualità del futuro prodotto manifatturiero creato da attrezzature future.
- Un approccio più concreto eseguito dalla produzione, manutenzione e ingegneria di processo. È attuato prestando particolare attenzione alle condizioni operative degli strumenti e delle varie attrezzature.

Lo step 6 tuttavia può essere diviso in tre steps che possono essere sviluppati nel seguente modo:

- Step 6.1: Sviluppa attività che prevengono la formazione di difetti produttivi;
- Step 6.2: Implementa attività che prevengono difetti manifatturieri;
- Step 6.3: Migliora attività per poter mantenere le condizioni di qualità.

Sostanzialmente per poter implementare lo step 6, tutte le figure aziendali sono prese in causa partendo dall'operatore passando per l'ingegneria di processo arrivando ai vari responsabili.

Step 7: Quest'ultimo step, descrive l'autonoma supervisione e segue gli standard settati per la riduzione delle defezioni, guasti e rotture. Costituisce la verifica della piena autonomia nella gestione degli strumenti della manutenzione autonoma. Con questa fase si prende atto sia dell'autonomia degli operatori di produzione nel governare gli impianti affidati, sia dell'integrazione con la manutenzione specialistica. Gli operatori, alla fine del processo diventano indipendenti, sicuri ed esperti e sono in grado di monitorare il loro lavoro e di apportare i necessari miglioramenti autonomamente.

Manutenzione Programmata

Il personale di manutenzione raccoglie e analizza i dati per determinare la necessità di manutenzione. Si crea un sistema per il monitoraggio delle prestazioni e delle attività di manutenzione. Inoltre, i programmi di manutenzione sono integrati nel programma di produzione per evitare conflitti nella pianificazione.

Riduzione della manutenzione

Quando tutti i dati sono raccolti, le informazioni ottenute vengono integrate nella successiva generazione di progetti nell'ottica "design for maintenance". Il personale di manutenzione sviluppa anche piani e programmi per l'esecuzione di analisi periodiche (termografia, analisi olio, ecc.)

Questa analisi dei dati è inoltre inserita nel database di manutenzione per sviluppare stime accurate delle performance e le esigenze di riparazione. L'integrazione è estesa alla gestione globale, in

modo da evitare richieste ridondanti o conflittuali e ridurre al minimo lo sforzo richiesto per sostenere il TPM.

Risultati attesi

Per quanto riguarda i risultati, è stato appurato che la TPM è il sistema più agevole e allo stesso tempo più ferreo e approfondito per cogliere la sfida della produttività. Attraverso la riduzione progressiva delle perdite e la loro eliminazione permette di conseguire, a parità di risorse tecniche ed economiche investite dall'azienda, risultati brillanti in diversi ambiti:

- Rendimento maggiore dei fattori di produzione (capitale fisso e circolante, materiali, manodopera etc.);
- Miglioramento della qualità del prodotto finale;
- Miglioramento del livello di servizio;
- Aumento della flessibilità operativa;
- Contenimento dei costi operativi.

Capitolo 3.0.

LO STUDIO DELLA LINEA SBOZZATURA-STAGNATURA DI ARISTONCAVI.

Questo capitolo ha lo scopo di dare una descrizione abbastanza dettagliata e approfondita della linea studiata all'interno dell'azienda. Questa linea è una delle più importanti all'interno della fabbrica essendo fondamentale per i processi successivi. La prima fase del processo di trasformazione del rame parte proprio da qui, dove il rame in vergella arriva con un diametro di otto millimetri e successivamente viene sbozzato e poi stagnato.

Dati macchina

Marca : Erwin Neumann

Tipo : N – 5000 Sn – 15 m/s

N° fili : 1

Velocità massima 15 m/s

Materiale del filo : rame

Ø filo da stagnare : da 1 mm a 2,6 mm per rame crudo
 da 1 mm a 3,6 mm per rame ricotto

Rivestimento : Stagno

Spessore del rivestimento : da 1 a 25 µ

Qualità del rivestimento : secondo DIN 40500 e ASTM B 33

Potenza installata : circa 140 Kw

Corrente di placcatura : 5000 A – 10 V

Corrente di sgrassaggio : 500 A – 10 V

Metri di immersione filo totale : 140 mt

Metri di immersione filo per sgrassaggio : 40 mt

N° pulegge per passaggio corrente, stagnatura : n° 27 pulegge - Ø 400

N° pulegge per passaggio corrente, sgrassaggio : n° 18 pulegge - Ø 400

N° anodi stagno : 40

Totale Kg stagno : max 1000 Kg

Volume vasca sgrassaggio (B130) : 900 litri

Volume vasca decapaggio (B100) : 200 litri

Volume vasca stagnatura (B230) : 2500 litri

Temperatura bagni

Sgrassaggio : 50 °C (sonda T140)

Risciacquo dopo sgrassaggio : temperatura ambiente

Decapaggio : temperatura ambiente

Stagnatura : 45 °C (sonda T240)

Risciacquo dopo stagnatura : 30 – 70 °C (sonda T340)

3.1. La sbozzatura.

La materia prima da cui si parte è la vergella di rame con un diametro di 8mm avvolta in matasse, ottenuta per laminatura a caldo, acquistata da Aristoncavi presso un fornitore esterno. La sbozzatura del rame è un processo che consiste nell'allungare la vergella di rame di diametro 8mm portandola ad un diametro di 2mm. La vergella subisce dei passaggi forzati attraverso delle filiere che ne riducono la sezione mantenendo invariato il volume. Il 2mm in uscita passa nella stagnatura dove lo sbozzato viene lavato e pulito mediante un acido per poi passare nella vera e propria fase di stagnatura dove è prevista una fase di deposizione elettrolitica di stagno puro all'interno di una vasca. Questo conferisce al conduttore una maggiore temperatura d'esercizio fino a 220°C e inoltre serve come efficace strato di separazione da materiali isolanti le cui componenti potrebbero corrodere il rame rosso. Gli sbozzati prodotti vengono poi raccolti, in uscita dalla stagnatura, in cesti metallici sotto forma di matassa.

3.2.1. Preparazione della vergella

Come già accennato prima, il processo parte da una vergella di rame di 8mm. Una volta finita la quantità di rame da sbozzare bisogna reintegrare il carico successivo operando una saldatura a freddo. La saldatura a freddo consiste nel saldare con appositi stampi le due teste del filo che vengono sottoposte a pressione. Una volta effettuata la saldatura a freddo è importante eliminare la bava in eccesso nel punto di contatto tra le due teste questo per evitare problemi nel passaggio attraverso le filiere. Solitamente si preferisce utilizzare la saldatura a freddo piuttosto che quella a caldo perché più efficiente e più sicura.

3.2.2. Lo sbozzatore syncro.



Figura 3.1. Lo sbozzatore Syncro

Tramite lo sbozzatore syncro (Fig 3.1.) la vergella di diametro 8mm viene trafilata fino al diametro desiderato. La vergella entra nello sbozzatore e grazie ad una serie di filiere si ha la riduzione del diametro. I passaggi attraverso le filiere sono i seguenti (Fig 3.2.): 1° filiera diametro 7,63mm, 2° filiera diametro 6,67mm, 3° filiera diametro 5,83mm, 4° filiera diametro 5,095mm, 5° filiera diametro 4,45mm, 6° filiera diametro 3,887mm, 7° filiera diametro 3,397mm, 8° filiera diametro 2,972mm, 9° filiera diametro 2,27mm, 10° filiera diametro 2,00mm. Ovviamente sono presenti più filiere per poter ridurre il diametro in modo uniforme senza creare eccessivo stress meccanico.

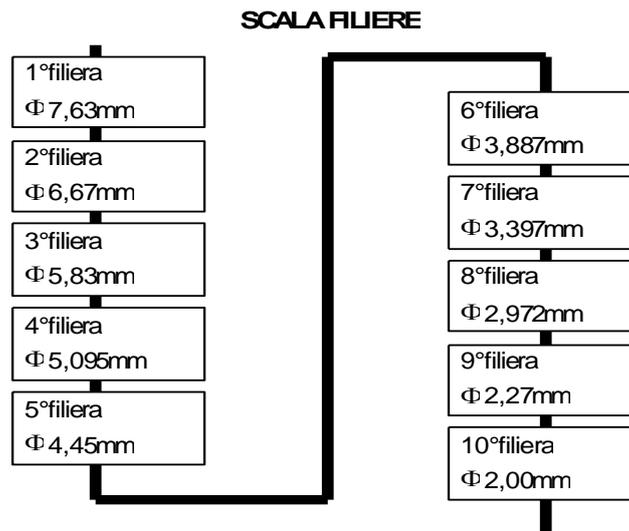


Figura 3.2. Scala filiere.

Il moto della vergella, all'interno dello sbozzatore, è garantito da una serie di coni, connessi mediante a degli ingranaggi ed un cambio opportunamente tarato che viene messo in rotazione da un motore in corrente continua. Dove avviene il processo di sbozzatura è essenziale la presenza di un lubrificante. Pertanto è presente un emulsionante contenente olio al 12% che ha il compito di lubrificare e raffreddare le parti dove avviene la trafilatura. L'emulsione è connessa ad una vasca di raccolta dove viene raffreddata mediante uno scambiatore di calore. Al fine di garantire la perfetta pulizia e lubrificazione delle parti è indispensabile tenere sotto controllo anche i seguenti parametri che influenzano direttamente l'azione degli olii o degli emulsionanti:

- **PH:** i valori corretti di acidità della soluzione dono compresi fra 8,5 e 10,5.
- **Conducibilità:** indica il contenuto salino dell'emulsione, il valore di questa grandezza deve essere minore di 5000 ms/cm altrimenti la soluzione diviene instabile.
- **Stabilità:** permette di verificare la presenza di olii estranei nell'emulsione. La prova prevede che si pongano 100ml di emulsione in un cilindro graduato da 100ml. Si lascia riposare per 24 ore a 20°C e si misura lo strato di olio che affiora dalla soluzione, esso non dovrà essere superiore a 1ml.

3.2. La stagnatura.



Figura 3.3. La stagnatura

Con il processo di stagnatura si riesce a ricoprire il filo di rame di 2 mm con un spessore di rivestimento di stagno che va da 1 a 25 micro. Ci sono vari passaggi prima di effettuare la stagnatura vera e propria, il layout della linea (Fig 3.4.) ci suggerisce la divisione in varie sezioni quali: sgrassaggio, decapaggio, stagnatura e pulizia finale. Il filo prima di entrare nella prima fase di lavorazione viene raddrizzato passando attraverso alcuni rulli raddrizzatori. Successivamente entra nel primo cabestano formato da una serie di pulegge a 18 gole che hanno il compito di trainare il filo e sottoporlo ad un passaggio di corrente di circa 500A- 10V per permettere la ricottura del filo, che riporterà alle caratteristiche meccaniche ed elettriche del rame prima della sbozzatura, inoltre il passaggio della corrente ha il compito di caricare elettricamente il filo in modo tale da facilitarne lo

sgrassaggio. Questo primo cabestano è situato all'interno di una vasca B100 nel quale viene eseguito il trattamento di sgrassaggio tramite una soluzione con circa il 10% di soda caustica (NaOH) e con l'aggiunta di un detergente industriale ad una temperatura di 50°C. Questa soluzione è contenuta nella vasca di raccolta B130 nella quale è presente una sonda per il controllo della temperatura che è visualizzabile sul pannello operatore. All'interno della vasca è presente anche una resistenza da 6kw per riscaldare il bagno. La soda caustica viene utilizzata per aumentare il potere sgrassante del detergente. Subito il trattamento di sgrassaggio il filo entra nella vasca B150 di decapaggio e risciacquo.

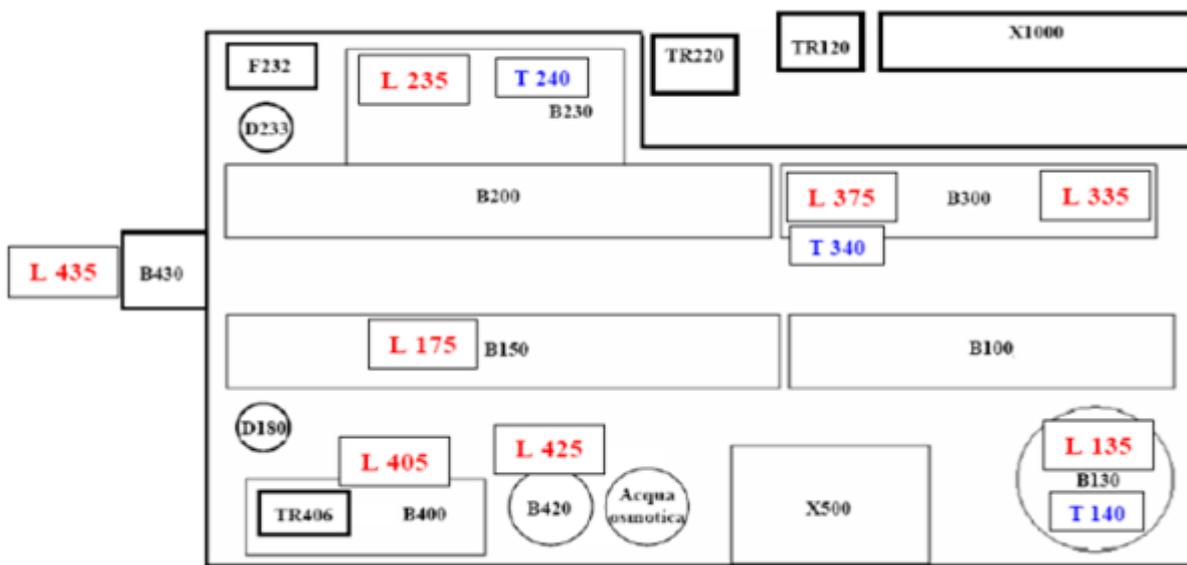


Figura 3.4. Layout Linea vasche stagnatura.

Dapprima il filo viene risciacquato da 5 stadi a cascata i quali spruzzano acqua deionizzata ad alta pressione. L'acqua deionizzata viene prelevata dalla vasca B420. Poi il filo subisce la fase di decapaggio che è un'operazione effettuata per eliminare, tramite soluzioni a base di acido meta solforico (HSO_3), i tensioattivi (saponi), inibitori di corrosione presenti nello sgrassatore industriale, e sostanze chimiche, scaglie di laminazione, residui di ruggine o ossidi provocati dalla trafilatura precedente. Il decapaggio viene eseguito tramite una soluzione a base acida anche per riportare il filo ad un grado di ph neutro in quanto la soda utilizzata in precedenza è basica. La filo poi entra in un ballerino il quale serve a sincronizzare i due cabstan presenti all'interno della linea. Il percorso del filo continua poi nella vasca B200 all'interno della quale avviene il processo di stagnatura vero e proprio. La vasca B200 è composta da due gruppi di pulegge a 27 gole motorizzate che compongono il secondo cabstan. In mezzo ai due cabstan il filo passa radente agli anodi di stagno.

In questa vasca avviene la stagnatura del filo di rame che consiste nella deposizione di stagno sulla superficie del filo. Il procedimento è definito come galvanostegia. La galvanostegia viene normalmente effettuata nel modo seguente. In una vasca, che costituisce il cosiddetto bagno galvanico, contenente una soluzione acquosa del metallo ovvero dello stagno da depositare, sono immersi due elettrodi: il catodo è costituito dall'oggetto da ricoprire ovvero il filo di rame, mentre l'anodo è costituito dal metallo che deve essere depositato. A questi due elettrodi viene imposta una differenza di potenziale mediante un trasformatore raddrizzatore che nel caso della nostra stagnatura è di 5000A con 10V in corrente continua. In tali condizioni i cationi del metallo da depositare si muovono verso il catodo caricato negativamente.

Ai due elettrodi si hanno i seguenti fenomeni:

- Acquisto di elettroni al catodo detto riduzione;
- Produzione di elettroni all'anodo detta ossidazione

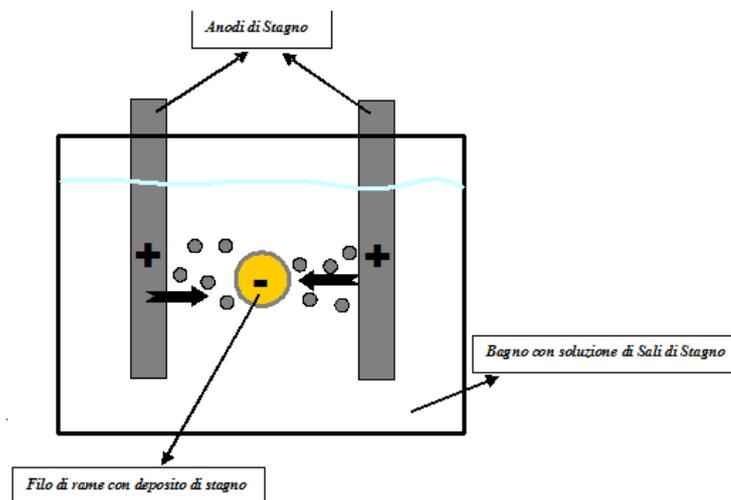


Figura 3.5. Processo di elettrolisi.

Sul catodo si depositano quindi i cationi, che acquistano elettroni dall'anodo e si trasformano in atomi metallici. In tal modo il catodo viene lentamente ricoperto da un sottile strato metallico mentre l'anodo viene lentamente consumato rilasciando ioni in soluzione. In relazione allo strato metallico che si intende depositare, che solitamente è qualche micron o meno, per un determinato valore di densità di corrente alla quale lavora il bagno e conoscendo la velocità di deposizione, basta impostare il tempo necessario per formare un deposito dello spessore desiderato. I dati fissi di macchina sono quindi: la densità di corrente che corrisponde a max 80 A/dm², la lunghezza del percorso in immersione che è di 140mt. I dati variabili invece sono: la velocità, il diametro del filo, i micron di stagnatura. Questi parametri sono tutti modificabili dall'operatore infatti l'impianto inserendo i micron di stagnatura e il diametro del filo in automatico si tara per produrre lo spessore di stagno desiderato. Questo processo di riduzione/ossidazione con presenza di tensione viene detto

processo di elettrolisi (Fig. 3.5.). Proseguendo notiamo che la vasca di stagnatura è connessa con una vasca di raccolta di soluzione con Sali di stagno. Questa vasca è mantenuta ad una temperatura di circa 45°C tramite una resistenza elettrica ad immersione di circa 20 watt e da uno scambiatore ad acqua WT230 immerso nella vasca. Il liquido contenuto nella vasca è filtrato tramite il gruppo di filtrazione e la concentrazione della soluzione è mantenuta stabile tramite un gruppo dosatore di additivo. Il filo stagnato prima di uscire ed essere raccolto, entra nella vasca B300 ove subisce il trattamento di decapaggio e risciacquo finale. Tutti i fumi e vapori prodotti dall'impianto vengono aspirati tramite ventilatore e mandati al concentratore di vapori. Il concentratore scarica i suoi reflui all'interno della vasca contenente acqua sporca e l'aria depurata rimanda in atmosfera. Questo liquido viene poi mandato all'evaporatore il quale esegue una sorta di depurazione del liquido che poi rimanda alla vasca contenente acqua deionizzata o osmotica. Lo scarto della depurazione viene scaricato automaticamente dall'evaporatore e smaltito come rifiuto speciale. Tutti i reflui liquidi che vengono sversati e tutti i troppo pieno delle vasche vengono raccolti nella vasca interrata e tramite una pompa mandati all'evaporatore. Per asciugare il filo viene usata aria compressa proveniente dalla nostra sala compressori mentre per il raffreddamento sia delle vasche che dei quadri elettrici viene usata acqua fredda prelevata dal circuito generale TV. L'acqua deionizzata viene prodotta dal nostro impianto per osmosi inversa presente nel locale caldaia AC. Periodicamente vengono effettuati dei controlli prelevando un campione dal bagno e analizzando le caratteristiche indicando se i valori rientrano nel range di tolleranza per un buon funzionamento dell'impianto. Il filo infine passa nell'infustatore che ha il compito di depositare il filo di rame in cesti, in modo che venga massimizzato il quantitativo di cavo e garantita la successiva estrazione anche se ad elevata velocità.

3.3. Infustatore.

L'infustatore (Fig 3.6.) è posizionato alla fine della line quindi subito dopo la stagnatura. Questa parte della linea ha il compito di spandere il filo nella maniera corretta e di tenerlo in tiro. Un motore corrente continua, collegato mediante delle cinghie ad una puleggia, regola la velocità con cui esce il filo e quindi il tiro della linea. Collegate alla puleggia sono presenti dei tastatori che hanno il compito di tenere 3-4 spire sulla puleggia in modo tale da usare la puleggia come una sorta di volano. Ovviamente essendo presenti metalli che ruotano e creano attrito, la lubrificazione è necessaria onde evitare grippaggi. E' perciò presente un panno che saltuariamente viene lubrificato con olio che ha il compito appunto di tenere lubrificato il filo stagnato nella puleggia. Dopo i tastatori sono presenti quattro paratie che hanno il compito di accumulare il filo ogni qual volta è

necessaria la sostituzione del cesto. Il rame stagnato che scende dall'infustatore viene accumulato in cesti, che vengono ruotati ed inclinati, in modo tale da evitare la formazione di asole quando verranno usati per la fase di trafilatura. La motorizzazione della base d'appoggio del cesto quindi ha la funzione di immagazzinare il rame stagnato in modo coerente con il processo per facilitare la lavorazione del rame del processo successivo. Possiamo notare inoltre un freno nella puleggia, una sorta di freno a disco delle macchine, che ha la funzione di mantenere in tiro la linea anche a linea ferma. Nell'infustatore esce quindi il prodotto finito del primo processo di lavorazione di Aristoncavi che successivamente verrà pesato per poi essere lavorato nella linea di trafilatura.



Figura 3.6. L'infustatore.

3.4. Evaporatore-Concentratore Sottovuoto.

L'evaporazione è il passaggio di stato dallo stato liquido a quello aeriforme che, in presenza di vuoto, avviene a temperatura inferiore rispetto alla temperatura di ebollizione a pressione atmosferica, permettendo in tal modo di beneficiare di notevole risparmio energetico. Tramite questa tecnica viene separato un componente non volatile da una soluzione, ottenendo in tal modo acqua demineralizzata ed un prodotto finale più concentrato negli altri componenti.

Gli impianti di evaporazione sottovuoto sono destinati alla concentrazione a bassa temperatura di soluzioni diluite termolabili o al trattamento ed alla depurazione di reflui inquinanti generati nelle varie fasi di lavorazione delle aziende industriali.

Nell'impianto di stagnatura tutti i vapori presenti nelle varie vasche vengono prelevati e immessi nell'evaporatore (Schema Fig. 3.7.).

La convenienza nell'utilizzo della tecnica dell'evaporazione sottovuoto è dovuta all'ottenimento della riduzione dei costi di smaltimento, in funzione del contenuto di inquinante, anche oltre il 95%.

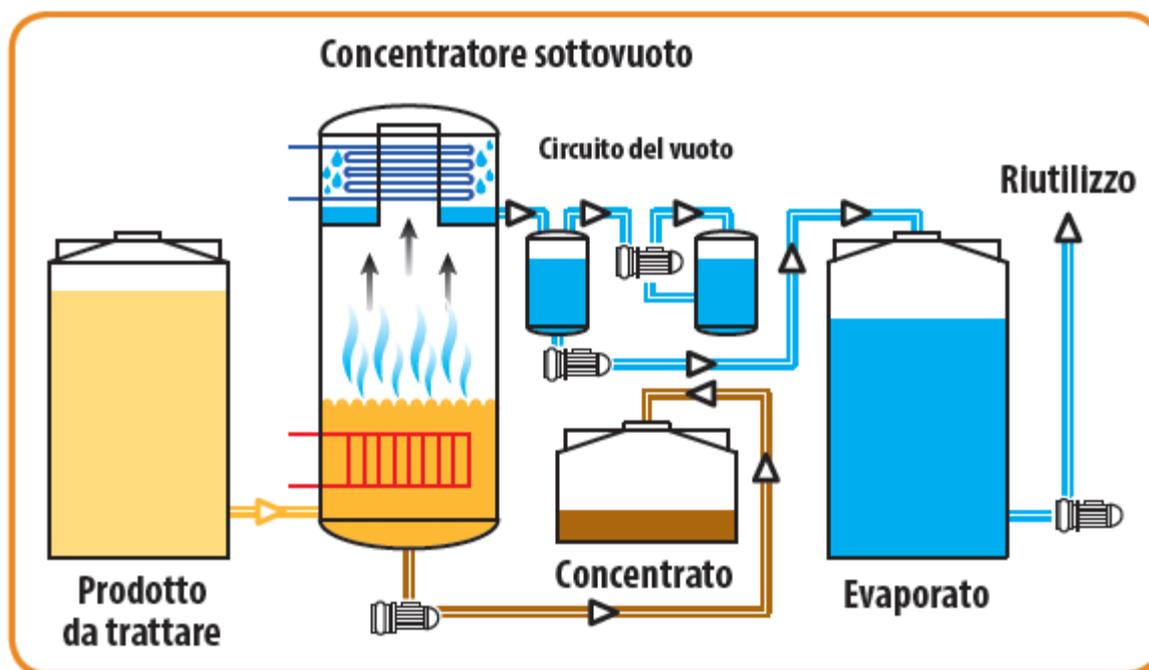


Figura 3.7. Schema dell'evaporatore-concentratore sottovuoto.

La filosofia produttiva è volta ad ottenere evaporatori che:

- Abbiano un ridotto consumo di energia;
- Ottengano una buona qualità del distillato per riutilizzo o scarico in fognatura;
- Ottengano un alto grado di concentrazione;
- Siano funzionanti in automatico senza il continuo presidio del personale;

- Permettano una facile manutenzione;
- Permettano l'integrazione in sistemi già esistenti
- Siano complementari ad ulteriori processi;
- Permettano la creazione di sistemi a scarico zero oppure a circuito aperto;
- Lavorino con una bassa temperatura di evaporazione durante la distillazione

I dati tecnici dell'evaporatore nell'impianto di stagnatura di Aristoncavi (Fig. 3.8.) sono:

Capacità evaporatore=30L/h;

Energia consumata=160W/L;

Concentrazione risultante=1,5L;

Distillato in uscita=30L/h;

Carico connesso=5Kw;

Energia consumata=4,5Kwh;

Peso=350Kg;

Lunghezza=2000mm;

Ampiezza=900;

Altezza=2000mm;

Serbatoio rifiuto acqua=1400L;

Serbatoio distillato=600L;

Consumo continuo deionazione=0L/h;

Discontinuo deionazione=400l al giorno da sostituire;



Figura 3.8. L'evaporatore.

Grazie all'evaporatore il processo di stagnatura recupera parte dell'acqua necessaria alla fase di decapaggio, stagnatura, e pulizia. La soluzione ripulita che esce dall'evaporatore è acqua osmotica, ovvero priva di sali al suo interno, quindi più pura e più adatta nell'utilizzo del processo di stagnatura. Nel processo di stagnatura viene utilizzato quindi questo tipo di acqua e inoltre viene reintegrata con altra acqua osmotica. Mediante questo processo a basso consumo energetico è possibile recuperare acqua osmotica dalla linea e riutilizzarla successivamente dopo essere stata "ripulita" risolvendo così i problemi ecologici derivanti da liquidi inquinanti presenti nelle varie fasi di lavorazione.

Capitolo 4.0.

La linea di trafilatura MF 24 fili di Aristoncavi.

Con questo capitolo vogliamo descrivere accuratamente il processo di trafilatura del filo di rame. Mediante la linea di trafileria Samp MF 24 il filo di rame rosso o stagnato viene trafilato in modo tale da ottenere capillari con diametri: 0,148, 0,202, 0,248, 0,308, 0,40, 0,50 mm. A seconda del tipo di cavo, dalle norme CEI e quindi della sezione da ottenere ogni diametro del capillare è adatto per la produzione di un determinato tipo di sezione del cavo. Lo studio di questa linea è estremamente importante per l'azienda in quanto Sbozzatura-Stagnatura con la trafilatura sono due linee fondamentali da cui dipendono altre linee di produzione.

4.1. Processo di trafilatura.

La trafilatura è un processo di formatura che induce un cambiamento nella forma del materiale grezzo di partenza attraverso la deformazione dovuta all'azione di forze impresse da attrezzature e matrici. Tale processo si basa sulla duttilità del metallo e consiste nel trafilare (tirare) e allungare il materiale fino a raggiungere la forma e sezione desiderata. Le peculiarità sono:

- Non c'è asportazione di materiale;
- Il volume del materiale resta invariato;
- L'acciaio incrudisce;
- Si ottengono buone finiture superficiali;
- Si ricavano prodotti con dimensioni precise e basse tolleranze.

La trafilatura dei metalli realizza in continuo lunghi fili, intermedi di rame di 2mm vengono lavorati per portarli a diametri variabili che possono essere classificati come:

- Sottili , con $0.15 \text{ mm} \leq d < 1 \text{ mm}$;
- Capillari, con $d < 0.15 \text{ mm}$.

Questo processo consiste essenzialmente nel costringere l'oggetto a ridursi di sezione col passare, a freddo o a caldo, attraverso una serie di fori calibrati, aventi aperture progressivamente decrescenti, chiamate trafile o filiere (Fig. 4.1.).

Le filiere o trafile di trafilatura sono composte di tre parti:

- un inserto molto resistente che costituisce l'utensile vero e proprio. I materiali usati sono acciai alto legati, carburi sinterizzati oppure, per velocità più elevate, leghe dure o diamante naturale monocristallo o sintetico (policristallino PCD o monocristallo), L'inserto presenta una resistenza all'usura e all'urto.
- un supporto di rinforzo per sostenere l'inserto.
- un telaio cilindrico in acciaio, che contiene le altre due parti. La sua altezza è in funzione della dimensione dell'inserto e il suo diametro in funzione del portafiliera dell'impianto di trafilatura (standardizzato per consentire l'intercambiabilità delle filiere nei vari impianti). Il telaio permette di supportare lo sforzo assiale che subisce l'inserto durante la trafilatura, di dissipare il calore che si genera per attrito durante il passaggio del filo e di prolungare il cono di entrata dell'inserto per favorire l'ingresso del lubrificante nel foro.



Figura 4.1. Filiere

Come mostrato in figura 4.2. il profilato passa da un'area A_0 ad un'area A_f finale. Si possono ottenere diametri molto piccoli mettendo in serie più filiere.

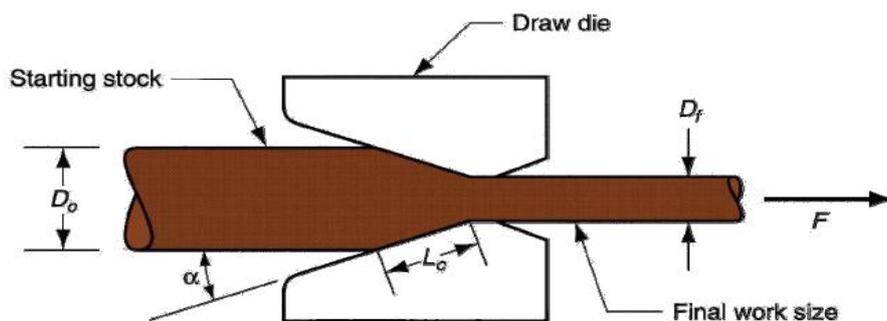


Figura 4.2. Schema Filiera

Proprio perché ci possono essere molteplici passi di trafilatura, il filo incrudito subisce una ricottura per ripristinare le proprietà meccaniche ed elettriche di partenza. La temperatura del filo aumenta durante la lavorazione a causa dell'attrito, dello slittamento sugli anelli e dell'elevata velocità a cui viene trafilato. L'uso di un lubrificante adeguato è indispensabile per ridurre l'attrito, per attenuare il riscaldamento del filo, per diminuire l'usura delle filiere e per evitare l'asportazione di materiale o del rivestimento dal filo.

A seconda del numero di fili lavorati contemporaneamente si può avere il monofilo ovvero la lavorazione di un unico filo alla volta oppure se i fili sono più di uno è detto multi-filo.

4.1.2. Lubrificazione durante il processo di trafilatura.

La lubrificazione svolge un ruolo indispensabile per l'ottenimento di un buon prodotto in trafilatura: infatti garantire un adeguato livello di lubrificazione della superficie del filo e un buon aggrappo di tale filo sulla superficie stessa, consente miglioramenti della qualità del prodotto, miglioramenti dei livelli di produzione (si possono garantire velocità di lavoro superiori), permettendo nel contempo di aumentare la durata delle filiere (si riduce l'usura dovuta all'attrito tra filo e filiera) e di ridurre le forze necessarie per trafilare, risparmiando quindi, a parità di velocità di lavoro, sulle potenze motrici richieste. Durante questo processo di lavorazione la superficie del filo è ricoperta da un lubrificante, scelto a seconda delle caratteristiche di resistenza ed attrito dei materiali a contatto. Possiamo illustrare tre tipologie di lubrificanti:

- Grassi e Oli; essenzialmente costituiti da gliceridi, fosfati, stearine, idrocarburi sostanze resinoidi e coloranti. Questi sono stati i primi tipi di lubrificanti ma ora il loro utilizzo è molto limitato.
- Lubrificanti minerali in polvere; l'utilizzo di polveri lubrificanti è vantaggioso per ottenere sostanze che sono in grado di mantenere le loro proprietà all'aumentare della temperatura. I lubrificanti più importanti sono: il talco, la grafite, il bisolfuro di molibdeno e quelli a base di calce.
- Saponi; i più comuni sono quelli formati dagli idrati alcalini solubili in acqua e quelli formati con idrati alcalino terrosi, insolubili in acqua. Possiamo distinguerli principalmente in: saponi duri che generalmente sono formati con idrato di sodio; saponi molli fabbricati con idrati di potassio.

Il lubrificante arriva a contatto delle spire dei fili capillari mediante ugelli situati sopra ad ogni serie di anelli. Ulteriori ugelli sono posti prima di ogni filiera e, spruzzandovi contro,

permettono al lubrificante di accompagnare il filo nella matrice (facilitato dalla zona di entrata del profilo).

Non ci sono macchine trafilatrici che lavorano a secco: l'attrito eccessivo porterebbe al surriscaldamento del filo, ad un'usura precoce delle filiere e della superficie del filo e per di più ad un'alterazione delle proprietà del trafilato che, se in rame, verrebbe quasi ricotto e ossidato. Con una lavorazione a secco si arriverebbe alla rottura del filo in brevissimo tempo.

Per concludere i lubrificanti sono tenuti a svolgere le seguenti funzioni:

- lubrificare,
- raffreddare,
- detergere.

4.1.3. Processo di ricottura.

L'impianto di ricottura continua è indispensabile al fine di ripristinare le caratteristiche del materiale essendo che la lavorazione di trafilatura mette in gioco tensioni iniziali al filo che sono superiori al carico di snervamento al fine di determinare la deformazione e tensioni finali inferiori al carico di snervamento che porterebbero alla rottura del filo. Con la trafilatura i fili presentano una struttura cristallina diversa essendo che i grani, durante la lavorazione, ruotano in maniera da allungarsi determinando delle orientazioni preferenziali che causano il comportamento anisotropo del metallo. Di conseguenza si ha un'alterazione delle proprietà fisiche del metallo ovvero: una riduzione della duttilità, una riduzione della conduttività, una riduzione della resistenza alla corrosione, una riduzione della deformazione a rottura e un incremento del carico di rottura. Per eliminare l'incrudimento si usa il processo di ricottura, successiva ad una lavorazione di trafilatura, ed è costituito da tre stadi:

- Ricottura di distensione in cui le dislocazioni si muovono e vanno a formare i bordi di una struttura di sottograni poligonalizzati. Si verifica la riduzione delle tensioni residue ed il ripristino della conduttività elettrica;
- Ricristallizzazione in cui nucleano nuovi grani ai bordi delle celle della struttura poligonalizzata con un minor numero di dislocazioni, producendo una fine struttura ricristallizzata. Si ha un minore carico di rottura ma una duttilità migliorata. Questa seconda fase avviene ad una temperatura uguale al 40% della temperatura assoluta di fusione del metallo e si riduce tanto più, quanto più è deformato il metallo. La temperatura di ricristallizzazione del rame è compresa tra i 200°C e i 250°C;

- Ingrossamento del grano, meno rapido delle prime due fasi, porta dalla nuova struttura instabile a grani più grandi.

4.2. La trafila delle 24 fili Samp.

Per quanto riguarda una delle trafile presenti in Aristoncavi, ovvero la 24 fili Samp (Fig. 4.3.), abbiamo che il processo di trafilatura può avvenire lavorando 24 fili in contemporanea. Tutti i fili raccolti dai cesti tramite carrucole di rinvio, arrivano sulla carrucola in entrata della Trafila ed entrano nella macchina.

Al suo interno ci sono gli anelli di tiro e le scatole delle filiere. Sui relativi rulli in base al diametro (\emptyset) filo da lavorare, devono essere eseguiti dei giri filo. Gli assi sono lubrificati con olio che viene messo in circolazione da un'elettropompa. La trafilatura avviene per il passaggio del filo attraverso le filiere inserite nel portafiliera.



Figura 4.3. Trafila Samp 24 fili.

Come si può vedere dalla figura abbiamo che la lavorazione avviene in due livelli. I 24 fili vengono trafilati 12 sopra e 12 sotto. Sia gli anelli di tiro che i portafiliera vengono investiti da getti di lubrorefrigerante per migliorare la quantità di filo prodotto, evitare rotture e aumentare la durata delle filiere e degli anelli. Per evitare la contaminazione fra il lubrorefrigerante e il lubrificante, le tenute sugli assi sono integrate da un circuito d'aria a bassa pressione nel quale è inserito un

pressostato che arresta l'impianto in caso di insufficienza o di mancanza d'aria. Ogni cono è motorizzato e induce il movimento al filo per poter essere trafilato e quindi passare all'interno della filiera. Nella trafilatura di fili di rame rosso o stagnato si utilizzano filiere in diamante policristallino (es. COMPAX). Per poter trafilare in modo corretto è necessario rispettare una determinata scala filiere (Tabella 4.4.) in modo da distribuire lo stress applicato al filo.

Posizione	Diametro	Diametro	Diametro	Diametro
1	1,758	1,758	1,758	1,758
2	1,566	1,566	1,566	1,566
3	1,395	1,395	1,395	1,395
4	1,242	1,242	1,242	1,242
5	1,106	1,106	1,106	1,106
6	0,985	0,985	0,985	0,985
7	0,877	0,877	0,877	0,877
8	0,781	0,781	0,781	0,781
9	0,695	0,695	0,695	0,695
10	0,619	0,619	0,619	0,619
11	0,551	0,551	0,551	0,551
12	0,490	0,490	0,490	
13	0,436	0,436	0,436	
14	0,388	0,388		
15	0,345	0,345		
16	0,307			
17	0,273			
18				
Ø Finale →	0,248	0,308	0,404	0,505

Tabella 4.4. Scala filiere.

Il diametro reale delle filiere, in particolare le finali, dovrà essere il più possibile vicino al diametro indicato, cioè con tolleranza ristretta. Per le filiere finali e nella trafilatura di fili sottili si devono usare filiere con allungamento controllato invece di tolleranze controllate. Per evitare la formazione di polverino le filiere dovranno avere una perfetta raccordatura della parte cilindrica con la parte in uscita, e su tale raccordo si dovrà procedere ad una perfetta lucidatura; i tratti di ingresso e di uscita della filiera saranno anch'essi perfettamente lucidati. Le caratteristiche geometriche più importanti ai fini della trafilatura sono la lunghezza della zona di lavoro il diametro del foro e l'angolo del cono di trafilatura. Questo angolo può variare in funzione del tipo di materiale da trafilare, ed anche

in funzione della riduzione per passo. Il cambio di diametro del filo si ottiene saltando le opportune filiere a partire dalla penultima e utilizzando sempre l'ultima con il diametro finale desiderato. La velocità si adegua automaticamente in quanto il sincronismo è controllato e programmato da un sistema a microprocessore che controlla e alimenta il motore a corrente continua. Per poter effettuare il cambio filiera bisogna tagliare i fili presenti all'interno della trafila. Questo tempo definito tempo di attrezzaggio varia a seconda del diametro del filo da ottenere ovvero dal numero di filiere da aggiungere o togliere.

4.2.1 Lubrificazione Samp 24 fili.

Come già detto nel paragrafo precedente la lubrificazione all'interno della trafila è un passaggio importante perché sono presenti sollecitazioni importanti e quindi c'è una notevole produzione di calore che deve essere smaltita mediante la lubrificazione. L'emulsione utilizzata nella trafila 24 fili Samp per rame rosso e stagnato deve essere 6-8% di olio con un pH fra 8 e 9. E' inoltre necessario l'uso di antibatterici e fungicidi in percentuale adatta al tipo di emulsione usata ricordando che l'emulsione non deve dare origine a formazione di schiuma. Lo schema di raffreddamento della linea è il seguente in figura 4.5. e descrive inoltre il circuito di raffreddamento del forno ricottore, del trasformatore di ricottura e del convertitore forno.

Il circuito di raffreddamento della trafila consiste in due circuiti divisi e separati che sono legati tra loro mediante uno scambiatore di calore. Per quanto riguarda il primario dello scambiatore il liquido refrigerante è acqua che è comune per i vari circuiti di raffreddamento del convertitore forno, trasformatore di ricottura e forno. Questi circuiti fanno capo ad una vasca enorme contenente acqua detta appunto: vasca raffreddamento generale tv. Per la trafila e il forno ricottore, l'acqua è utilizzata per il raffreddamento della vasca di emulsione. Sono presenti due vasche separate per il forno e per la trafila perché le due emulsioni sono distinte. Il forno lavora con una percentuale d'olio che è nettamente inferiore quelle usate in trafila con valori che vanno da 0,8-1,2% d'olio.

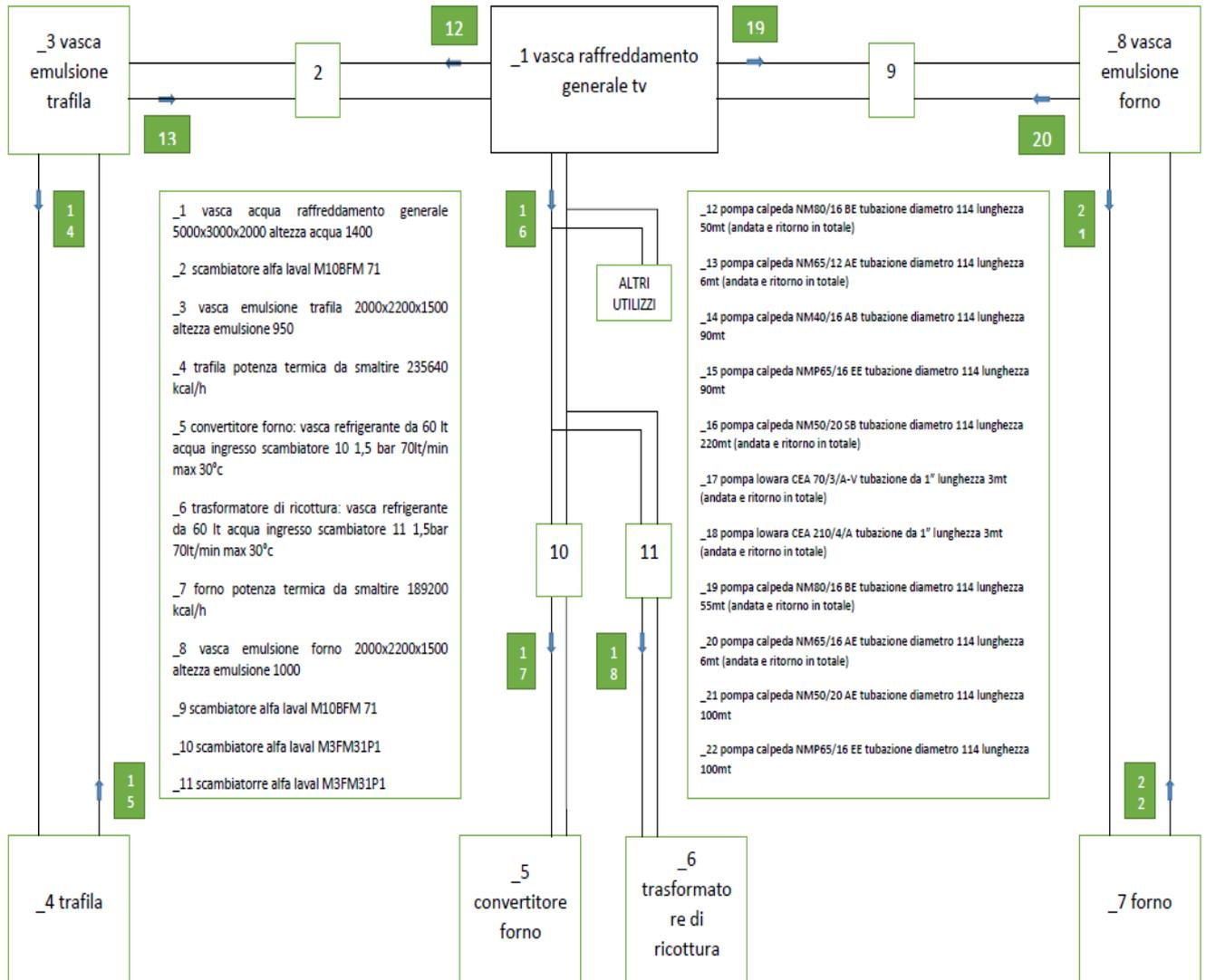


Figura 4.5. Schema circuito di raffreddamento Samp 24 fili.

4.2.2 Forno ricottore Samp.

Il forno ricottore (Fig. 4.6.) ha il compito di ripristinare le proprietà elettriche e meccaniche di partenza. Tutti i fili che provengono dalla trafila, passano nel forno ricottore tramite delle carrucole di rinvio. Qui i fili si dividono in due gruppi da 12 fili ciascuno tramite albero capestano che prosegue nel passaggio. I fili passano attraverso canali in fusione di lega di alluminio a chiusura ermetica, completi di guidafili in ceramica e zone interne a contatto con il filo completamente rivestite con materiale isolante ad alta resistenza. L'asciugatura avviene mediante soffiatori in ceramica, intercambiabili in funzione del diametro del filo. E' presente una cappa di aspirazione dei fumi e un ulteriore sistema di aspirazione che provvede ad espellere i fumi che si generano nella zona di asciugatura. I canali di ricottura sono progettati per operare in atmosfera inerte ed essere raffreddati ad acqua, i fili sono asciugati ad aria. Per quanto riguarda la ricottura il processo avviene

mediante effetto joule facendo passare nei fili un'elevata corrente con una tensione ridotta. La corrente viene portata nei fili mediante delle spazzole montate sui collettori degli assi di ricottura. Quest'ultime sono in metalgrafite mentre i portaspazzole in ottone. Le fasi di trattamento del filo, nel ricottore, si riassumono in questo modo:

- Preriscaldamento iniziale;
- Ricottura e inizio raffreddamento;
- Fine raffreddamento e asciugatura.

Per poter ottenere e mantenere il corretto funzionamento del forno è necessario un buon refrigerante. L'emulsione in questo caso deve avere una percentuale di olio di circa: 0,8-1,2 % con un pH dell'emulsione fra 8 e 9 con l'utilizzo di acqua demineralizzata con una durezza < 15°f. Anche in questo caso è necessario l'uso di antibatterici e fungicidi in percentuale adatta al tipo di emulsione usata. Il circuito di raffreddamento del convertitore e del trasformatore ricottore utilizza acqua proveniente dalla vasca di raffreddamento. Questi componenti elettrico hanno il bisogno di essere raffreddati, in quanto essendoci il passaggio di una corrente elevata, è presente un forte effetto joule che invecchierebbe e rovinerebbe i vari componenti elettrici. Il circuito di raffreddamento è quello riportato in figura e utilizza acqua al primario dello scambiatore di calore e glicole al secondario; questo perché il glicole è un liquido che ha una bassa conducibilità proprio perché deve lavorare a contatto con le sbarre di rame.

Una particolarità presente all'interno del forno sono gli anodi al magnesio. Nella linea sono montati gli anodi al magnesio con il compito di annullare le correnti parassite che si formano nelle strutture metalliche delle macchine componenti di impianto o nelle vasche di raffreddamento del ponte a diodi del ricottore. Il motivo sta nel fatto che nel forno sono presenti le spazzole che portano le elevate correnti per la ricottura del filo che possono seguire altri percorsi come ingranaggi e cuscinetti e portano quest'ultimi al deterioramento e all'invecchiamento. Per assorbire queste correnti parassite si dispongono questi anodi che sono sempre posizionati nei tubi di mandata del lubrorefrigerante e nel condotto di mandata del raffreddamento del ponte a diodi. Nel tempo gli anodi tendono a consumarsi ed il loro effetto si esaurisce.



Figura 4.6. Forno ricottore.

4.2.3 Sensitivo.

Uscito dal forno ricottore i fili devono essere fatti passare tra le carrucole dell'accumulo e successivamente suddivisi su due bobinatori in base alla richiesta di lavorazione. Il sensitivo (Fig. 4.7.) è un dispositivo che serve per la sincronizzazione dei motori principali trafilata-bobinatori e per la regolazione del tiro sul filo. Il sensitivo è a due bracci oscillanti. Ogni braccio, munito di rilevatori di prossimità, è comandato da un cilindro pneumatico completo di regolatore di pressione, manometro, scarico condensa e serbatoio aria. La sincronizzazione di velocità è regolata da un potenziometro tramite una scheda P.I.D. contenuta nell'apparecchiatura elettrica.



Figura 4.7. Sensitivo.

4.2.4 Bobinatore Samp.

Uscito dal sensitivo i fili passano mediante delle carrucole ai due bobinatori presenti nella linea 24 fili Samp. A seconda del numero di fili richiesti e dal numero di bobine da ottenere si utilizzano i due bobinatori A e B. Il bobinatore statico (Fig. 4.8.) avvolge il filo sulla bobina facendo compiere a quest'ultima solo un movimento verticale, mentre il rotatorio per l'avvolgimento del filo viene compiuto da una campana, dentro alla quale scorre verticalmente la bobina, garantendo in questo modo la distribuzione del filo omogeneamente. Il movimento di traslazione verticale del rocchetto, ottenuto tramite un gruppo di sollevamento e supporto rocchetto, è azionato idraulicamente e consente fra l'altro di preselezionare il passo di avvolgimento. La campana viene messa in rotazione dal motore bobinatore. La velocità di rotazione del motore bobinatore e di scansione guidafilo, saranno sempre adeguate alla velocità del filo, tramite l'elettronica opportunamente tarata che la gestisce. Il lubrificatore del filo posto in prossimità albero cavo è costituito da serbatoi, elettrovalvola, due nebulizzatori opportunamente protetti per evitare inquinamento ambientale, hanno il compito di ridurre lo stress meccanico del filo che da verticale è costretto a passare in posizione orizzontale per poterlo bobinare. Il bobinatore è dotato inoltre di una porta tramite la

quale si accede al suo interno per operare in fase di infilaggio, cioè quando si deve passare manualmente il filo all'interno della campana.

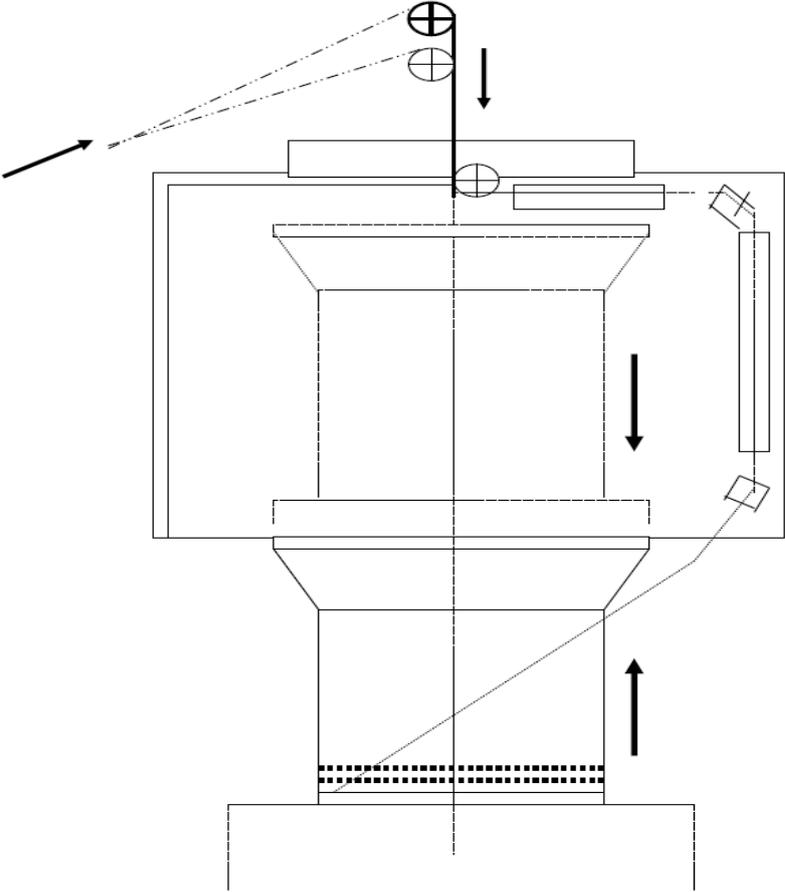


Figura 4.8. Bobinatore.

Capitolo 5.0.

IL TPM APPLICATO ALLE LINEE SBOZZATURA STAGNERIA-TRAFILATURA.

In questo capitolo introduciamo un piano per l'introduzione del TPM alle linee principali del reparto di trasformazione del rame Aristoncavi: la linea di Sbozzatura-Stagnatura e la linea di Trafilatura a 24 fili.

L'obiettivo è quello di svolgere una manutenzione preventiva, e ove possibile predittiva, in queste linee in modo tale da minimizzare guasti, fermi e tempi morti. Poiché la quasi totalità dei prodotti di Aristoncavi passa attraverso queste linee, si ritiene strategico ridurre le perdite di efficienza che possono causare una mancata produzione con pesanti conseguenze in termini di valore versato e di lead time.

5.1. Lo scenario iniziale.

La mission di Aristoncavi è diventare leader nella produzione di cavi in gomma per applicazioni speciali. Per tale motivo sta attraversando un momento di profonda innovazione dei propri processi produttivi. Sono stati indicati quali tra gli strumenti e i moderni approcci funzionali a tale obiettivo sono stati adottati all'interno dell'impresa.

Gli obiettivi da raggiungere sono così sintetizzabili:

- Massimizzazione dell'efficienza produttiva;
- Minimizzazione del livello di scorte e dei costi connessi;
- Aumento della flessibilità produttiva;
- Minimizzazione delle non-conformità.

Per poter massimizzare l'efficienza e minimizzare le scorte bisogna avere macchinari sempre efficienti ed è dunque maturata la scelta di adeguare l'intero sistema produttivo agli standard richiesti dal mercato mediante l'introduzione di uno strutturato sistema manutentivo quale risulta essere la TPM. L'incidenza dei fermi produttivi derivanti da guasti, più o meno importanti, mina significativamente la performance dei reparti di produzione. E' stato quindi strutturato un dettagliato piano a medio termine che prevede l'implementazione del TPM all'interno dell'azienda diversificando le operazioni di manutenzione che deve compiere l'operatore di macchina e quelle che invece restano a carico del manutentore.

Il lavoro svolto nel periodo di tesi in azienda si è focalizzato su tre aspetti principali:

1. Lavoro preliminare di smontaggio virtuale della macchina. Per poter implementare un piano di TPM è necessario conoscere le varie parti della macchina, studiandone le caratteristiche e

evidenziandone i punti deboli. Questo passaggio è fondamentale in quanto, solo scomponendo la macchina in quella che può essere definita una sorta di distinta base, possiamo notare quali sono le parti che sono più soggette a guasti e quindi procedere ad un piano di manutenzione preventiva che miri ad allungare la vita dei vari componenti. Con questo lavoro abbiamo strutturato la distinta base della macchina e creato una lista di possibili pezzi di ricambio necessari all'operatore di manutenzione.

2. Redazione di un piano di manutenzione programmata con suddivisione dei compiti tra operatore e manutentore.
3. Analisi della gestione a magazzino dei componenti di ricambio.

Lo scopo della TPM non è affatto quello di sostituire la figura dei manutentori con degli operatori pienamente autonomi, bensì quello di organizzare una loro stretta collaborazione: se gli operatori aumentano le proprie competenze manutentive, i manutentori possono impiegare tempo e risorse per affrontare gli interventi più delicati.

5.2. Perché la TPM è così importante.

In ogni sistema produttivo le macchine hanno un ciclo di vita in cui si alternano periodi di corretto funzionamento, periodi di cattivo funzionamento e periodi di fermata totale o parziale. La manutenzione ha il compito di mantenere le macchine sempre efficienti e di ridurre i periodi di non funzionamento.

Nelle linee produttive di Aristoncavi oggetto di questo studio una fermata causata da rottura o guasto implica:

- Mancato versato;
- Mancato rifornimento di semilavorati alle fasi di lavoro successivo (si ricorda che attraverso queste linee passa la quasi totalità della produzione di Aristoncavi);
- Ritardi di produzione e quindi di consegna del prodotto al cliente, particolarmente delicati in una produzione quasi prettamente make to order in cui importanti cantieri potrebbero fermarsi in attesa di un cavo in ritardo.

5.3. Implementazione della manutenzione autonoma.

Per poter implementare la manutenzione autonoma, per verificarne l'efficacia e per avere una visione globale degli impianti e dei suoi punti deboli è necessario individuare lo stato iniziale degli stessi. L'analisi dello stato attuale dell'efficienza produttiva ha dunque un duplice scopo:

- Mettere in evidenza la necessità del TPM come metodologia per migliorare il processo produttivo.
- Analizzare le cause più rilevanti e frequenti di fermo, in modo da individuare le conseguenti azioni preventive di TPM.

Ricordiamo che il primo passo per l'implementazione riguarda proprio la manutenzione autonoma. Lo studio mette dunque al centro l'operatore e tutte quelle operazioni periodiche che dovrà svolgere per garantire una miglior efficienza dell'impianto.

5.4. Implementazione TPM linea Stagnatura-Sbozzatura.

Nella sbozzatura-stagnatura si è cercato di implementare un programma di manutenzione preventiva, assegnando precisi compiti a operatori e manutentori. Attraverso gli interventi di manutenzione preventiva si potrà anticipare e prevenire l'insorgere dei guasti, evitando pesanti fermate alla produzione. In questa linea l'obiettivo è quello di migliorare la manutenzione autonoma che punta al coinvolgimento del personale di produzione nelle attività di pulizia, ispezione, manutenzione e corretta conduzione degli impianti. L'introduzione della manutenzione autonoma comporta inoltre una revisione del ruolo del Servizio Manutenzione che, alleggerito dai compiti di manutenzione di base ed operativa, può dedicarsi maggiormente ad interventi di tipo più specialistico.

5.4.1. Lo stato iniziale della linea Stagnatura-Sbozzatura.

Nella linea stagnatura-sbozzatura si è notato che la resa dell'impianto non è quella desiderata. La presenza di fermi e tempi morti ne riducono la produttività. Si è cercato di ridurre questi inefficienze andando ad analizzare i problemi più ricorrenti. Nel sinottico a bordo macchina (Fig. 5.1.) è riportato uno storico di tutti gli errori della linea. Si è constatato che la maggior parte degli errori riguarda il non corretto livello dei serbatoi che contengono le soluzioni delle varie fasi di stagnatura. Si è inoltre notato che lo stato di pulizia delle varie vasche e della linea in generale poteva essere migliorato. A titolo di esempio, il mancato controllo continuo delle vasca dello stagno e le percentuali non perfettamente corrette di acido hanno costretto il personale alla sostituzione

dell'intera soluzione presente nella vasca con una conseguente e cospicua perdita economica. Questo episodio evidenzia come la TPM debba partire da un preciso controllo del processo. Stesso discorso vale per l'emulsione dello sbozzatore che deve essere sempre pulita e priva di polverino di rame.

Nel processo di sbozzatura, oltre a trafilare il filo, si ha sempre una minima produzione di polverino che deve essere periodicamente rimossa per evitare di rovinare le filiere e il circuito di raffreddamento della linea. Grazie alle segnalazioni provenienti dal sinottico della macchina, dall'esperienza dell'operatore, dall'esperienza della manutenzione e dalla guida fornita dal costruttore è stato creato un piano generale di manutenzione preventiva cercando di suddividere le mansioni che spettano agli operatori di macchina e quelle che spettano ai manutentori.

No.	Tempo	Data	Stato	Testo	GR	PLC
2017	08:45:30	19/10/2017	(K)Q	M 213.0 bobinatore / 0 infustatore non pronto	0	Verbin..
2017	08:45:27	19/10/2017	K	M 213.0 bobinatore / 0 infustatore non pronto	0	Verbin..
2017	08:43:39	19/10/2017	(K)Q	M 213.0 bobinatore / 0 infustatore non pronto	0	Verbin..
2017	08:43:39	19/10/2017	(K)Q	M 213.0 bobinatore / 0 infustatore non pronto	0	Verbin..
2127	08:43:30	19/10/2017	K	M 224.6 stop normale da infustatore	0	Verbin..
2175	08:42:42	19/10/2017	K	M 230.6 riserva	0	Verbin..
2127	08:42:42	19/10/2017	(K)Q	M 224.6 stop normale da infustatore	0	Verbin..
2124	08:42:42	19/10/2017	K	M 224.3 stop rapido da sbozzatore	0	Verbin..
2112	08:42:42	19/10/2017	K	M 222.7 sovraccarico ventilatore V 410 scru...	0	Verbin..

Figura 5.1. Elenco guasti stagnatura Neumann

5.4.2. Piano di manutenzione linea Stagnatura-Sbozzatura.

Il piano di manutenzione programmata è finalizzato all'esecuzione di interventi di controllo e, se necessario, manutentivi prima che in ogni componente della linea si possa verificare un guasto. Le operazioni di manutenzione sono state suddivise in base alla loro frequenza di effettuazione in: giornaliere, settimanali, mensili, trimestrali, semestrali, annuali. Si è basata tale suddivisione sullo storico dei guasti, valorizzando in ogni caso i suggerimenti degli operatori più esperti. Le operazioni giornaliere o settimanali prevedono principalmente il controllo dei livelli dei serbatoi prima

dell'avviamento della linea. In caso non fossero a livello devono essere rabboccati con le soluzioni riportate in figura 5.2.

Gli interventi a intervalli più lunghi (mensili, trimestrali ecc..) sono per lo più controlli visivi, rabbocchi o sostituzioni delle soluzioni e pulizie delle varie vasche che con le lavorazioni tendono ad accumulare sporcizia al loro interno. Tutti questi interventi sono affidati all'operatore di macchina mentre la sostituzione dell'olio nei cambi dello sbozzatore, il cambio dei cuscinetti degli alberi, il controllo degli impianti elettrici, la sostituzione di componenti elettromeccanici sono affidati al personale di manutenzione. Si ottiene così una chiara suddivisione delle mansioni che coinvolge contemporaneamente ma parallelamente sia l'operatore di macchina che il personale di manutenzione.

Un esempio del piano generale di manutenzione preventiva è quello riportato in figura. L'idea è che l'operatore registri regolarmente le operazioni svolte in modo tale da avere la certezza che le manutenzioni siano state fatte e per poter accertare lo stato di salute dei vari componenti in quel periodo.

 ARISTONCAVI s.p.a.		PIANO GENERALE MANUTENZIONE PREVENTIVA										Approvato Res.Manutenzione				
		MACCHINA :Sbozzatore Syncro-Stagneria Neumann										Mese:				
	componenti	Tipo di intervento	MESI													
			G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D		
mensile	Filtro F232	Sostituzione filtro a cartuccia f232														
	Lamelle (Evap)	Pulizia delle lamelle dello scambiatore														
	Galleggianti	Controllo galleggianti e sonde interne ed esterne di livello														
	Guarnizioni	Controllo delle guarnizioni ed O-ring delle valvole di ritegno e dei bocchettoni in PVC o PP														
	Tubazioni	Controllo delle tubazioni con speciale riguardo alla loro tenuta stagna														
	O-ring Pompe	Controllo tenute meccaniche ed O-ring delle pompe														
	Olio Syncro	Controllare livello olio sbozzatore e cambio														
trimestrale			I			II			III			IV				
	Vasca B130	Svuotare e pulire vasca B130 e con vasca pulita aggiungere 100l di ATTIVAZIONE portandola a livello con acqua del pozzo														
	Vasca B150	Sostituzione soluzione vasca B150														
	Vasca B200	Svuotare e pulire vasca dello stagno B200														
	Vasca B100	Svuotare e pulire vasca B100														
	Vasca B300	Svuotare e pulire vasca B300														
	Vasca B400	Svuotare e pulire vasca B400														
	Vasca B420	Svuotare e pulire vasca B420														
semestrale			I° semestre						II° semestre							
	Emulsione	Sostituzione Emulsione vasca sbozzatore syncro														
annuale	Manometri	Controllare perdite gas refrigerante: pressione dei manometri ad impianto fermo evaporatore valore circa 7-8 bar														
	Olio	Controllo della specula posta sul fianco del compressore evaporatore														
	Acidità olio	Controllo acidità olio da effettuarsi da un frigorista o da un tecnico														
	Vasca B230	Svuotare e pulire vasca B230														
	Serraggio	Controllo corretto serraggio delle raccorderie componenti frigoriferi evaporatore														
	Serraggio	Controllo corretto serraggio del cablaggio interno quadro e bordomacchina evaporatore														

Figura 5.3. Piano generale manutenzione preventiva mensile, trimestrale, semestrale, annuale.

5.5. Implementazione TPM linea Trafila Samp 24 fili.

Nella linea 24 fili Samp come nella sbobzzatura-stagnatura si è cercato di implementare un programma di manutenzione ordinaria programmata.

5.5.1. Lo stato della linea Samp prima dello sviluppo del TPM.

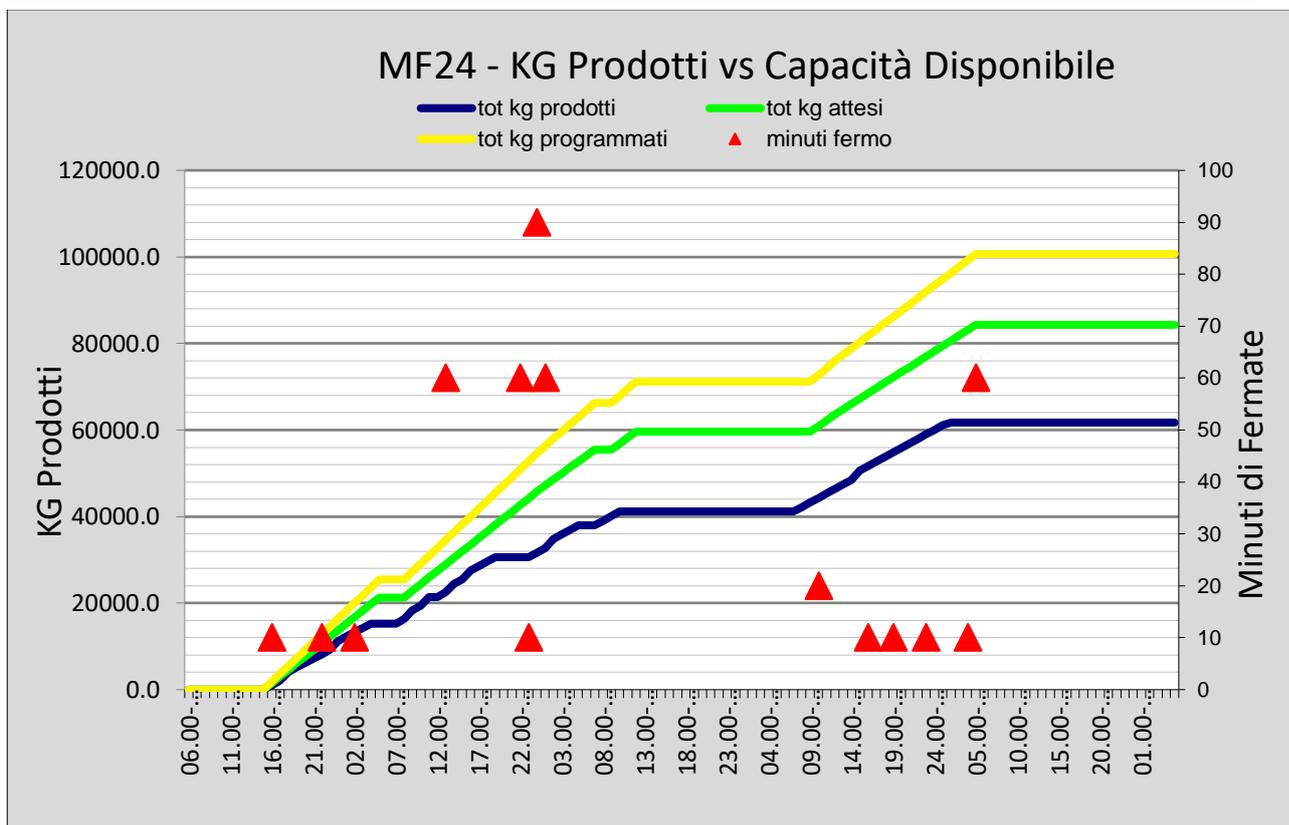


Tabella 5.4. Grafico chili prodotti settimanalmente.

Questo grafico (tabella 5.4.) rappresenta l'efficienza globale (OEE) in una settimana tipo della linea Samp prima dell'implementazione di un piano di manutenzione programmata.

L'andamento della curva gialla rappresenta i chilogrammi progressivi programmati ovvero quelli che si potrebbero produrre in condizioni ideali. La curva verde rappresenta invece il rendimento reale atteso della linea, pari alla produttività ideale moltiplicata per un indice di efficienza obiettivo dell'83,1% dovuto all'esecuzione di operazioni necessarie alla conduzione della line (cambio diametro, pulizia forno e controllo emulsione).

La curva blu rappresenta l'andamento dei chilogrammi realmente prodotti dalla linea mentre i triangoli rossi indicano fermi o attese. Immediatamente si nota che la curva dei chilogrammi prodotti è nettamente inferiore a quella dei chilogrammi attesi. Questo perché sono presenti una serie di guasti e attese che riducono ulteriormente la resa della linea che dal valore teorico passa al 64,3% con 23,7% di attese e 11,9% di fermi. Questi parametri fanno subito intuire che è importante

implementare un programma di manutenzione programmata. Dallo storico delle 24 fili abbiamo una resa complessiva del 66.7% con il 13% di fermi provocati da guasti e rotture. Una cospicua percentuale dei fermi è dovuta ai tempi di attrezzaggio che ovviamente variano dal tipo di filo (stagnato o rame rosso) e dal tipo di diametro da ottenere. I tempi persi per l'attrezzaggio sono estremamente rilevanti ma purtroppo sono essenziali per poterne variare la tipologia di filo.

 <p>ARISTONCAVI SISTEMA GESTIONE INTEGRATO</p>	MATRICE SET-UP MF 24	
MF 24		
SEQUENZA	SET-UP	MINUTI ATTREZZAGGIO
0,40 STG. 24 FILI		30
0,40 STG. 12 FILI		60
0,40 ROS 12 FILI		30
0,40 ROS 24 FILI		120
0,50 ROS 24 FILI		30
0,50 ROS 8 - 16 FILI		45
0,50 ROS 10 FILI		60
0,50 ROS 12 FILI		90
0,50 STG. 8-16 FILI		45
0,50 STG. 10 FILI		120

Tabella 5.5. Matrice set-up 24 fili.

Le velocità di lavorazione, con la mancata manutenzione, si sono ridotte via via con gli anni. Le velocità teoriche di macchina ottenibili dopo il collaudo sono ben distanti dalle velocità attuali di lavorazioni, questo dovuto da diversi fattori ma essenzialmente dalla mancata manutenzione oltre all'invecchiamento del macchinario. Inoltre, la linea si presentava in una condizione alquanto precaria per quanto riguarda lo stato di pulizia che è fondamentale se si vogliono ridurre guasti e rotture dei fili. La trafila dove avviene il processo di trafilatura è fornita di un serbatoio per l'emulsione che risultava periodicamente pieno di polverino e quest'ultimo mischiato con l'emulsione ne riduce la capacità di raffreddamento durante la lavorazione, provocando un aumento delle rotture dei fili. Lo stesso problema è stato riscontrato nel forno. Nel processo di ricottura i fili passano attraverso degli assi che devono essere ben puliti in modo tale da evitare attriti che potrebbero portare a rotture. Il forno prima dell'implementazione di un piano TPM si presentava sempre sporco, pieno di polverino e con le spazzole periodicamente usurate. Queste sono le cause più rilevanti e frequenti che provocano un fermo macchina. Oltre a tali problemi, le perdite di emulsione e perdite d'olio hanno modificato l'ambiente circostante alla linea portandolo ad una condizione di deperimento e di degrado.

5.5.2. Piano di manutenzione linea Samp 24 fili.

Come sopra citato, la mancata manutenzione ha indotto al graduale deperimento della linea riducendo con il passare degli anni la resa dell'impianto. Molte lavorazioni sono diventate azzardate proprio perché lo stato della linea impedisce il corretto funzionamento e induce più guasti che produzione. Uno degli aspetti principali da tenere sottocchio nella linea è sicuramente la pulizia che influisce notevolmente sulla produzione. Con l'aumentare della sporcizia all'interno della linea si è visto che si ha un aumento delle rotture. Vogliamo ricordare che i guasti più frequenti nella linea sono proprio le rotture filo che a seconda di dove avvengono possono portare ad una fermata della macchina per alcune ore recando un danno economico non trascurabile. Altri possibili danni possono riscontrarsi nel mal funzionamento di cinghie e cuscinetti che periodicamente vanno revisionati, controllati e ingrassati. Il manuale d'uso della linea Samp ci propone un programma di manutenzione preventiva accuratamente predisposto che è stato implementato grazie all'esperienza della manutenzione e con l'aiuto dello storico dei guasti si è cercato di suddividere le operazioni di manutenzione in base alla frequenza di effettuazione ovvero in: settimanali, mensili, trimestrali, semestrali e annuali. Tuttavia, abbiamo cercato di implementare la manutenzione autonoma che interessa l'operatore distinguendo le operazioni che deve svolgere da quelle che interessano gli addetti alla manutenzione. Migliorare la manutenzione autonoma significa coinvolgere il personale

di produzione nelle attività di pulizia, ispezione, manutenzione e di corretta conduzione degli impianti, rendendoli più partecipi e responsabili del corretto funzionamento della linea. Il piano di manutenzione autonoma sviluppato riguarda essenzialmente la pulizia della trafila, forno ricottore , sensitivo e bobinatore oltre al controllo dell'emulsione all'interno della trafila. Regolarmente l'operatore è tenuto a verificare l'emulsione controllando: valore del PH, concentrazione, quantità di polverino e impurità.

Inoltre, l'operatore ha il compito di effettuare un controllo visivo sullo stato della macchina verificando la salute dei rulli, la scorrevolezza degli assi e dei rulli. Il piano generale di manutenzione preventiva per l'operatore di macchina, indica tutte le operazioni e la periodicità con cui devono essere svolte. Pertanto, l'operatore una volta effettuato il controllo, compilerà il piano di manutenzione con una firma in modo tale da indicarne l'effettiva verifica. Se dovesse riscontrare problemi o mal funzionamenti, l'operatore è tenuto ad avvisare repentinamente il personale addetto alla manutenzione che provvederanno alla riparazione del guasto. Qui di seguito sono riportati degli esempi riguardanti i piani di manutenzione preventiva.

 ARISTONCAVI s.p.a.		PIANO GENERALE MANUTENZIONE PREVENTIVA PER OPERATORE DI MACCHINA										Approvato Res. Manutenzione				
MACCHINA : Samp 24 fili											Anno:					
S e t t i m a n a	Componenti	Tipo di intervento	Settimana	MESI												
				G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	
	Trafila	Verifica emulsione trafile	I													
	Forno	Verifica anelli di contatto forno e se sporchi pulirli con carta abrasiva	II													
	Sensitivo	Verificare la scorrevolezza dei movimenti dei cilindri	III													
	Sensitivo	Mantenere pulita la superficie degli steli dei cilindri	IV													
M e n s i l e				G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	
	Trafila	Verifica lubrificante di trafilatura														
	Forno	Verifica la scorrevolezza delle carrucole														
	Forno	Verifica la scorrevolezza degli assi														
	Forno	Verifica la scorrevolezza e le condizioni delle superfici dei rulli														
	Forno	Pulire spazzole e portaspaazzole del forno														
	Forno	Pulire spazzole e portaspaazzole di controllo														
	Bobinatore	Curare la pulizia nella zona adiacente al micro di prossimità e verificare che non si presentino, nel cilindro, trafilamenti di olio														
	Sensitivo	Pulire micro di prossimità e rilevatori in generale														
o g n i 3 m e s i				I	II	III	IV									
	Trafila	Verificare rulli di rinvio filo in entrata macchina														
	Trafila	Verificare e pulire anelli di trafilatura														
	Trafila	Verifica rulli di rinvio al cabestano														
	Forno	Pulizia anelli di contatto e collettori														
	Forno	Verifica parti in ceramica del ricottore														
	Sensitivo	Verificare il buon funzionamento delle carrucole e le loro condizioni di usura														
	Bobinatore	Verificare il buon funzionamento della carrucola e la sua condizione di usura														
6				I° semestre				II° semestre								
	Forno	Aspirare accuratamente il polverino prodotto dal consumo delle spazzole e sostituirle se consumate per i 2/3 della lunghezza originale														

Figura 5.6. Piano generale manutenzione preventiva per operatore.

Oltre ad un piano di manutenzione preventiva per l'operatore (Fig. 5.6.), si è realizzato un piano generale di manutenzione programmata che interessa la manutenzione. Le operazioni sono state suddivise come per la stagnatura. Le operazioni che interessano la manutenzione sono azioni più tecniche che devono essere svolte da personale più qualificato. Le sostituzioni, le verifiche dei motori, i cuscinetti e i rabbocchi sono controlli che devono essere effettuati in modo scrupoloso poiché essenziali per il corretto funzionamento della linea. Ad esempi l'effettuazione dei rabbocchi di olio e grasso, essendo che sono presenti varie tipologie di prodotti con caratteristiche diverse, si è preferito affidare questo compito alla manutenzione e non dall'operatore proprio perché deve essere

utilizzato il corretto lubrificante a seconda del giunto da lubrificare. Bisogna conoscere e valutare la corretta viscosità del grasso da utilizzare e se non presente il prodotto indicato, utilizzarne uno con caratteristiche simili.

MOD.177

		PIANO GENERALE MANUTENZIONE PREVENTIVA				Approvato Res.Manutenzione
MACCHINA : Samp 24 Fili						
	Componenti	Tipo di intervento	MESE:			
			I settimana	II settimana	III settimana	IV settimana
S e t t i m a n a i m e n t e	Trafila	Verifica pressione circuito di sovralimentazione				
	Trafila	Verifica perdite d'aria nei circuiti				
	Trafila	Pulizia filtro elettroventilatore				
	Trafila	Controllare giochi cuscinetti delle carrucole				
	Trafila	Controllare filtri idraulici impianti di raffreddamento				
	Forno	Pulizia filtro elettroventilatore				
	Forno	Controllare filtri idraulici impianti di raffreddamento				
	Sensitivo	Verificare perdite d'aria nel circuito pneumatico				
	Sensitivo	Svuotare filtro separatore di condensa				
	Bobinatore	Svuotare filtro separatore di condensa				
	Bobinatore	Pulizia filtro elettroventilatore				
	Bobinatore	Verificare livello impianto di lubrificazione del filo e rabboccare con ARNICA				
	Bobinatore	Ingrassare morsetti autocentranti con MOLIKOTE				
	Bobinatore	Controllare filtri idraulici impianti di raffreddamento				
	Bobinatore	Verificare perdite d'aria nei circuiti				

Figura 5.7. Piano generale di manutenzione settimanale.

Componenti		Tipo di intervento	ANNO:														
			G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D			
M e n s i l e		Trafila	Verificare livello olio trafila e riempire se necessario con D.T.E. MEDIUM														
		Forno	Ingrassare cuscinetti posteriori assi con grasso Aeroshell grease 6 (Shell)														
		Forno	Ingrassare cuscinetti rulli di rinvio con grasso Aeroshell grease 6 (Shell)														
		Forno	Verifica spazzole e commutatore motore														
		Forno	Ingrassare rulli di rinvio anelli di tiro con grasso Aeroshell grease 6 (Shell)														
		Forno	Ingrassare cuscinetti anteriori assi con grasso Aeroshell grease 6 (Shell)														
		Sensitivo	Pulizia del filtro separatore di condensa														
		Sensitivo	Verifica serbatoio aria sensitivo spurgando il serbatoio dell'aria da un'eventuale presenza di condensa														
		Bobinatore	Pulizia del filtro separatore di condensa														
		Bobinatore	Verificare il livello e riempire le colonne del gruppo di sollevamento con Mobilgear 626 (Mobil)														
		Bobinatore	Verificare il livello e riempire il circuito pneumatico con ALMO 525 (Mobil)														
		Bobinatore	Ingrassare cuscinetto mandrino con Mobilplex 47 (Mobil)														
		Bobinatore	Verifica sollevatore controllando che le camere d'olio che servono per lubrificare le bussole di scorrimento siano sempre piene														
		Bobinatore	Verifica disco frenatura, non deve avere rigature > 0,25 mm in caso contrario sostituirla														
		Bobinatore	Verifica pastiglie dei freni e se la parte sporgente non supera i 8 mm sostituirla														

Figura 5.8. Piano generale di manutenzione mensile.

Le ispezioni mensili (Fig. 5.8.) sono per lo più azioni volte a verificare lo stato di salute della linea e l'ingrassaggio dei vari giunti presenti.

Le operazioni con frequenza trimestrale, semestrale e annuale (Fig. 5.9.) riguardano essenzialmente la verifica o la sostituzione di parti usurate. Dopo un anno di lavoro solitamente molti elementi vanno sostituiti: anodi al magnesio, cinghie di trasmissione del bobinatore, filtro impianto idraulico trafila e olio impianto idraulico.

 ARISTONCAVI s.p.a.		PIANO GENERALE MANUTENZIONE PREVENTIVA				Approvato Res.Manutenzione
MACCHINA : Samp 24 fili						
T r i m e s t r e	Componenti	Tipo di intervento	ANNO:			
			I Trimestre	II Trimestre	III Trimestre	IV Trimestre
	Trafila	Ingrassare cuscinetti rulli di rinvio filo al cabestano con AEROSHELL GREASE 6				
	Bobinatore	Verifica ed eventuale sostituzione boccola entrata filo				
	Bobinatore	Verifica ed eventuale sostituzione boccola della campana				
			I Semestre	II Semestre		
	Trafila	Verificare le spazzole e commutatore del motore				
	Trafila	Verifica motore e resistenza d'isolamento verso massa del motore. Deve essere > 0.5 megaohm				
	Forno	Verifica lo stato di corrosione degli anodi al magnesio ed eventualmente sostituirli				
	Forno	Verifica scorrevolezza tendicinghia				
	Forno	Verifica l'usura delle cinghie di trasmissione assi ricottore e se usurate sostituirle				
	Forno	Verifica motore e resistenza d'isolamento verso massa del motore. Deve essere > 0.5 megaohm				
	Bobinatore	Verifica spazzole e commutatore motore bobinatore				
	Bobinatore	Verifica motore e resistenza d'isolamento verso massa del motore. Deve essere > 0.5 megaohm				
	Bobinatore	Verifica l'usura delle cinghie di trasmissione del bobinatore				
	Bobinatore	Controllare le elettrovalvole per verificare che non vi siano perdite d'olio				
	Bobinatore	Ingrassare cuscinetti motore bobinatore				
			Anno			
	Trafila	Verifica funzionamento pressostato circuito aria				
	Trafila	Sostituzione anodi al magnesio				
	Trafila	Sostituzione olio impianto idraulico trafila (D.T.E MEDIUM)				
	Trafila	Sostituzione filtro impianto idraulico trafila				
	Forno	Sostituire anodi al magnesio				
	Forno	Smontare e pulire le spazzole del forno				
	Bobinatore	Sostituire cinghie di trasmissione bobinatore				
	Bobinatore	Verifica il valore di pressione dell'accumulatore. Deve essere circa 50 bar				
	Bobinatore	Sostituire olio impianto idraulico con D.T.E. 24 (Mobil)				

Figura 5.9. Piano generale manutenzione trimestrale, semestrale, annuale.

Oltre ai piani cartacei di manutenzione preventiva, per migliorare l'efficienza della manutenzione si è pensato di creare un file, in questo caso un file excel (Fig. 5.10.), che fornisca in modo rapido e immediato lo stato dei controlli. Segnando l'ultimo controllo fatto, il file ci indica la data del successivo controllo e qualora venisse dimenticato la colonna "stato" andrebbe a denotare una

condizione di scaduto. Per alleggerire il lavoro della manutenzione, oltre allo stato delle operazioni, è stata aggiunta la colonna “Note” che contiene i codici dei ricambi o le relative caratteristiche dei prodotti utilizzati per il rimpiazzo dei componenti da sostituire.

In un’ottica futuristica, con la rivoluzione industriale portata da Industry 4.0, la macchina sarà in grado di indicare autonomamente all’operatore o agli addetti alla manutenzione tutte le operazioni necessarie da svolgere indicando scadenze e frequenze. Il file excel vuole essere l’inizio della transazione verso una smart TPM. In questa fase di stallo immaginiamo la manutenzione con un tablet o computer dove può tener controllato le manutenzioni effettuate e quelle scadute. Il controllo risulta molto più rapido ed efficiente, inoltre è possibile controllare il magazzino ricambi verificando immediatamente la presenza del pezzo da sostituire.

Controllo manutenzione linea Samp 24 fili

Piano generale manutenzione preventiva

Frequenza controlli (gg)							7
Componenti	Tipo di intervento	Data ultimo controllo	Data prossimo controllo	Stato	Presente a magazzino	Note	
Trafila	Verifica pressione circuito di sovralimentazione	20/10/2017	20/10/2017	Scaduto		Regolatore di pressione: 633102010-633105005 Filtro: 617005032 Sensore digitale press: 541200055 Valvola a globo:6142107091	
Trafila	Verifica perdite d'aria nei circuiti	02/11/2017	02/11/2017	Scaduto			
Trafila	Pulizia filtro elettroventilatore	03/11/2017	03/11/2017	Scaduto			
Trafila	Controllare giochi cuscinetti delle carrucole	04/11/2017	04/11/2017	Scaduto		Perno: 189535006 Carrucola:189195000 Cuscinetto:480040603	
Trafila	Controllare filtri idraulici impianti di raffreddamento	05/11/2017	05/11/2017	Scaduto		Cod:MP5-350-0-A-G1-10-VR-10 Micron MP, Filtro Aria:F14 Larsson Filtro:617003070	
Forno	Pulizia filtro elettroventilatore	06/11/2017	06/11/2017	Scaduto			
Forno	Controllare filtri idraulici impianti di raffreddamento	07/11/2017	07/11/2017	Scaduto		Filtro: LMP-250/2-S-A-G1-M90N-2 "MP" Filtro:176248005_00	
Sensitivo	Verifica perdite d'aria nel circuito pneumatico	08/11/2017	08/11/2017	Scaduto			
Sensitivo	Svuotare filtro separatore di condensa	09/11/2017	09/11/2017	Scaduto			
Bobinatore	Svuotare filtro separatore di condensa	10/11/2017	10/11/2017	Scaduto			
Bobinatore	Pulizia filtro elettroventilatore	11/11/2017	11/11/2017	Scaduto			
Bobinatore	Verificare livello impianto di lubrificazione del filo e rabboccare con ARNICA	12/11/2017	12/11/2017	Scaduto		ARNICA	
Bobinatore	Ingrassare morsetti autocentranti con MOLIKOTE	13/11/2017	13/11/2017	Scaduto		MOLIKOTE	
Bobinatore	Controllare filtri idraulici impianti di raffreddamento	14/11/2017	14/11/2017	Scaduto		Filtro magnetico:617003069 Filtro:617003069	
Bobinatore	Verificare perdite d'aria nei circuiti	15/11/2017	15/11/2017	Stato Ok			

Frequenza controlli (gg)							30
Componenti	Tipo di intervento	Data ultimo controllo	Data prossimo controllo	Stato	Presente a magazzino	Note	
Trafila	Verificare livello olio e riempirlo se necessario con D.T.E MEDIUM	02/11/2017	02/11/2017	Scaduto		D.T.E MEDIUM	
Forno	Ingrassare cuscinetti posteriori assi con grasso Aeroshell grease 6 (Shell)	03/11/2017	03/11/2017	Scaduto		AEROSHELL GREASE 6	
Forno	Ingrassare cuscinetti rulli di rinvio con grasso Aeroshell grease 6 (Shell)	04/11/2017	04/11/2017	Scaduto		AEROSHELL GREASE 6	
Forno	Verifica spazzole e commutatore motore	05/11/2017	05/11/2017	Scaduto		Cod:509002113	
Forno	Ingrassare rulli di rinvio anelli di tiro con grasso Aeroshell grease 6 (Shell)	06/11/2017	06/11/2017	Scaduto		Rulli: Tabella 183049 Cod:8F07000_01 Cod:8F0808000_01 Cod:8F0808000_02	
Forno	Ingrassare cuscinetti anteriori assi con grasso Aeroshell grease 6 (Shell)	07/11/2017	07/11/2017	Scaduto		AEROSHELL GREASE 6	
Sensitivo	Pulizia del filtro separatore di condensa	08/11/2017	08/11/2017	Scaduto			
Sensitivo	Verifica serbatoio aria sensitivo spurgando il serbatoio dell'aria da un eventuale presenza di condensa	09/11/2017	09/11/2017	Scaduto			
Bobinatore	Pulizia del filtro separatore di condensa	10/11/2017	10/11/2017	Scaduto			
Bobinatore	Verificare il livello e riempire le colonne del gruppo di sollevamento con Mobilgear 626 (Mobil)	11/11/2017	11/11/2017	Scaduto		MOBILGEAR 626	
Bobinatore	Verificare il livello e riempire il circuito pneumatico con ALMO 525 (Mobil)	12/11/2017	12/11/2017	Scaduto		ALMO 525	
Bobinatore	Ingrassare cuscinetto mandrino con Mobilplex 47 (Mobil)	13/11/2017	13/11/2017	Scaduto		Cod cuscinetto: 481070701	
Bobinatore	Verificare sollevatore controllando che le camere d'olio che servono per lubrificare le bussolle di scorrimento siano sempre piene	14/11/2017	14/11/2017	Scaduto			
Bobinatore	Verificare disco frenatura, non deve avere rigature >0,25 mm in caso contrario sostituirla	15/11/2017	15/11/2017	Stato Ok			
Bobinatore	Verifica pastiglie dei freni e se la parte sporgente non supera i 8 mm sostituirla	16/11/2017	16/11/2017	Stato Ok			

Frequenza controlli (gg)							90
Componenti	Tipo di intervento	Data ultimo controllo	Data prossimo controllo	Stato	Presente a magazzino	Note	
Trafila	Ingrassare cuscinetti rulli di rinvio filo al cabestano con AEROSHELL	02/11/2017	02/11/2017	Scaduto		AEROSHELL GREASE 6	
Bobinatore	Verificare ed eventuale sostituzione boccola entrata filo	03/11/2017	03/11/2017	Scaduto			
Bobinatore	Verificare ed eventuale sostituzione boccola della campana	04/11/2017	04/11/2017	Scaduto		Tav:R15965209_01 Cod:146249005-146138003	

Frequenza controlli (gg)							180
Componenti	Tipo di intervento	Data ultimo controllo	Data prossimo controllo	Stato	Presente a magazzino	Note	
Trafila	Verificare le spazzole e commutatore del motore	03/11/2017	03/11/2017	Scaduto		Cod:509002159 Motore Sicme NP280K56	
Trafila	Verifica motore e resistenza d'isolamento verso massa del motore. Deve essere > 0,5megaohm	04/11/2017	04/11/2017	Scaduto		Motore SICME NP280K56 PVAB3	
Forno	Verifica lo stato di corrosione degli anodi al magnesio ed eventualmente sostituirla	05/11/2017	05/11/2017	Scaduto		Cod:270248003	
Forno	Verifica scorrevolezza tendicinghia	06/05/2017	06/05/2017	Scaduto		Yend3Cinghia Iccao: Tabella 183049 Cod:8F0718000_02 Reggiasole: Tabella 183049 Cod:8F0718000_03	
Forno	Verifica l'usura delle cinghie di trasmissione assi ricottere e se usurate sostituirla	07/11/2017	07/11/2017	Scaduto		Cinghia trasmissione: Tabella 183049 Cod:8F0718000_01	
Forno	Verifica motore e resistenza d'isolamento verso massa del motore. Deve essere > 0,5 megaohm	08/11/2017	08/11/2017	Scaduto		Motore P160 N12 SICME	
Bobinatore	Verifica spazzole e commutatore motore bobinatore	09/11/2017	09/11/2017	Scaduto		Cod spazzole:509002106	
Bobinatore	Verifica motore e resistenza d'isolamento verso massa del motore. Deve essere > 0,5megaohm	10/11/2017	10/11/2017	Scaduto		Motore: P160M2 Sicme	
Bobinatore	Verifica l'usura delle cinghie di trasmissione del bobinatore	11/11/2017	11/11/2017	Scaduto		Cinghia motore: Tav R15919003_01 Cod:855011124	
Bobinatore	Controllare le elettrovalvole per verificare che non vi siano perdite d'olio	12/11/2017	12/11/2017	Scaduto			
Bobinatore	Ingrassare cuscinetti motore bobinatore	13/11/2017	13/11/2017	Scaduto			

Frequenza controllo (gg)							365
Componenti	Tipo di intervento	Data ultimo controllo	Data prossimo controllo	Stato	Presente a magazzino	Note	
Trafila	Verifica funzionamento pressostato circuito aria	03/11/2017	03/11/2017	Scaduto		Cod:541200048	
Trafila	Sostituzione anodi al magnesio	04/11/2017	04/11/2017	Scaduto		Cod:270248003	
Trafila	Sostituzione olio impianto idraulico trafila (D.T.E MEDIUM)	05/11/2017	05/11/2017	Scaduto		D.T.E MEDIUM	
Trafila	Sostituzione filtro impianto idraulico trafila	06/11/2017	06/11/2017	Scaduto		Cod:MP5-350-0-A-G1-10-VR-10 Micron MP	
Forno	Sostituzione anodi al magnesio	07/11/2015	07/11/2015	Scaduto		Cod:192248000	
Forno	Smontare e pulire le spazzole del forno	08/11/2017	08/11/2017	Scaduto		Tabella:183049 Cod:8F0716001_01 Cod:8F0716001_02 Cod:8F0716001_03	
Bobinatore	Sostituire cinghie di trasmissione bobinatore	09/11/2017	09/11/2017	Scaduto		Cod:633011124 Cinghia Motore-Dinamo: Tav 1C3049 Cod:815919003_01 Cinghia motore: Tav R15919003_01 Cod:633011124	
Bobinatore	Verificare il valore di pressione deell'accumulatore. Deve essere circa 50 bar	10/11/2017	10/11/2017	Scaduto			
Bobinatore	Sostituzione olio impianto idraulico con D.T.E. 24 (Mobil)	11/11/2017	11/11/2017	Scaduto		D.T.E. 24 MOBIL	

Figura 5.10. File excel manutenzione.

5.6. Analisi della gestione a magazzino dei componenti di ricambio.

L'attuazione del TPM porta alla valutazione della gestione a magazzino dei componenti di ricambio. Nelle due linee sopra descritte, si è cercato di studiare e valutare i ricambi da gestire in magazzino. Valutare tutti i ricambi non è banale, quindi abbiamo cercato di effettuare una suddivisione in bloccanti ovvero ricambi che vincolano il fermo macchine e in non bloccanti. Dopo di che è stato valutato se il pezzo bloccante è di tipo commerciale oppure custom. A seconda della tipologia si vengono a conoscere i tempi di consegna del ricambio e il prezzo. Per l'analisi è essenziale conoscere a priori il valore orario versato dalla linea che è dato dal costo della linea più il costo orario dell'operatore sommato al materiale utilizzato per la lavorazione. Il valore orario ottenuto è espresso in €/h e come indicato dal grafico (5.11.) rappresenta il coefficiente angolare della retta rossa.

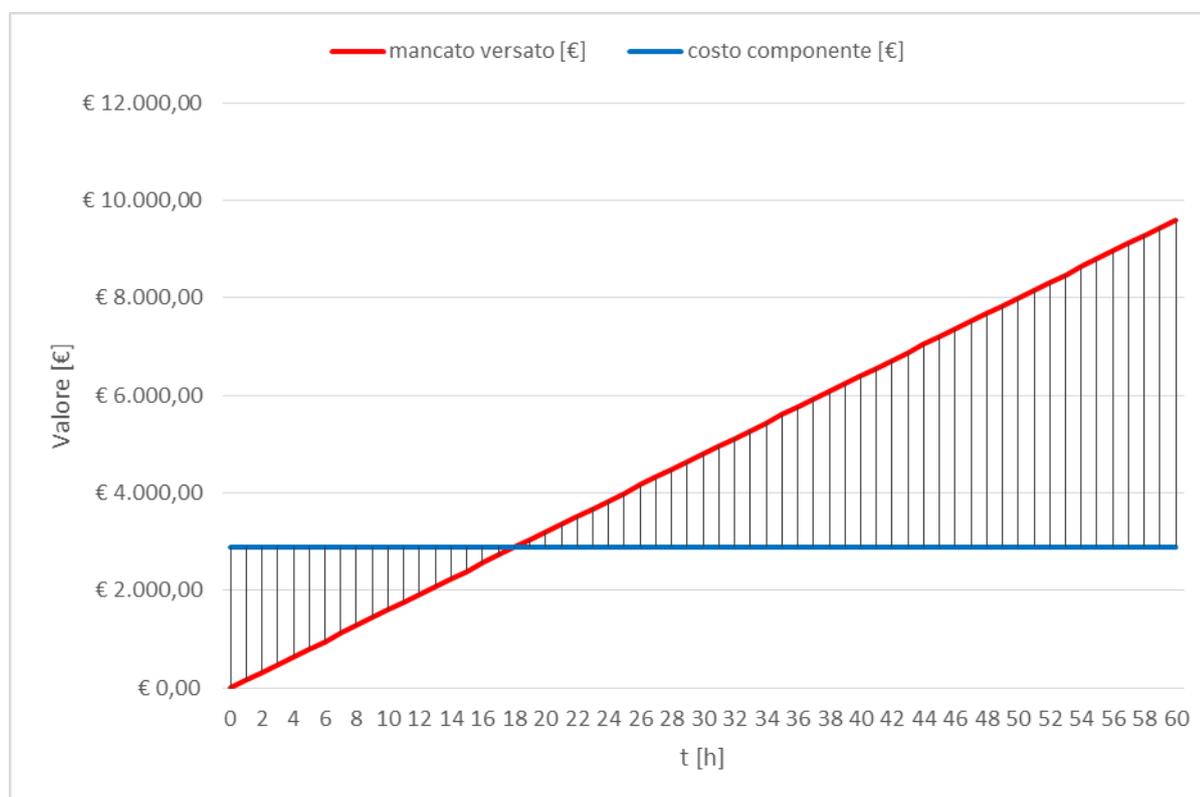


Grafico 5.11. Analisi costo ricambi.

Dei ricambi invece, conosciamo a priori il costo d'acquisto e il tempo medio di approvvigionamento o di riparazione. Attraverso queste informazioni è possibile valutare se è conveniente o meno tenere il ricambio in magazzino. Le rotture di elementi non bloccanti ovviamente non creano un danno rilevante dal punto di vista economico in quanto la linea può continuare la produzione anche se a velocità ridotte. La riparazione del danno può venire a macchina ferma o comunque durante le operazioni di manutenzione senza creare grossi problemi in termini di mancata produzione. In caso di guasto di un elemento bloccante della linea si va a stimare

il costo della mancata produzione valutando quindi il tempo di fermo dipendente dal tempo medio di approvvigionamento o riparazione del ricambio. Se il costo del ricambio è inferiore al costo dovuto alla mancata produzione, si ha la convenienza di tenerlo a magazzino. La linea blu indicata nel grafico (5.11.) indica appunto il costo del ricambio. L'intersezione tra la retta rossa (€/h) e la retta blu (€) ci indica il tempo t_1 che ci denota il tempo di approvvigionamento al di sopra del quale conviene tenere il ricambio a magazzino. Più il tempo di approvvigionamento per ricambi bloccanti è lungo più conviene tenere in magazzino il pezzo anche se di valore importante, questo perché il costo della mancata produzione tende ad aumentare secondo la funzione $y=m*x$ con $m=costo\ h/€$. Per rendere la spiegazione più chiara propongo l'analisi di un elemento riguardante la linea Sbozzatura-Stagnatura.

Da analisi è stato valutato che un elemento quale la pompa dello stagno risulta un elemento bloccante. Il tempo di approvvigionamento medio è di 5 settimane. Supponendo, che la linea lavori 20 ore al giorno per cinque giorni a settimana, otteniamo un totale di 500 ore perse per l'assenza del ricambio in magazzino. Conoscendo il valore orario della linea (160 €/h) e moltiplicandolo per le ore di fermo linea, otteniamo un costo complessivo di mancato versato pari a 80.000 euro. Il ricambio da catalogo ha un valore di circa 3.000 euro quindi capiamo bene la convenienza di tenerlo a magazzino perché la mancanza del pezzo guasto porterebbe un'attesa di 500 ore con una perdita di circa 80.000 euro. Ovviamente ricambi di valore esiguo, ma bloccanti, conviene tenerli a magazzino mentre per quelli che hanno un riscontro economico importante bisogna valutare l'effettiva convenienza nel tenerli a magazzino valutandone mediante lo storico guasti l'effettiva probabilità di rottura. Paradossalmente, con tempi di approvvigionamento dei ricambi molto lunghi, converrebbe tenere pezzi di ricambio sufficienti per la messa in servizio di una linea sostitutiva. Bisogna per ciò fare un'accurata analisi dei ricambi realmente necessari valutandone l'effettiva utilità. Generalmente, componenti custom per una determinata linea che necessitano di tempi di approvvigionamento lunghi, possono essere modificati con ricambi comuni evitando dunque di dover tenerli in magazzino.

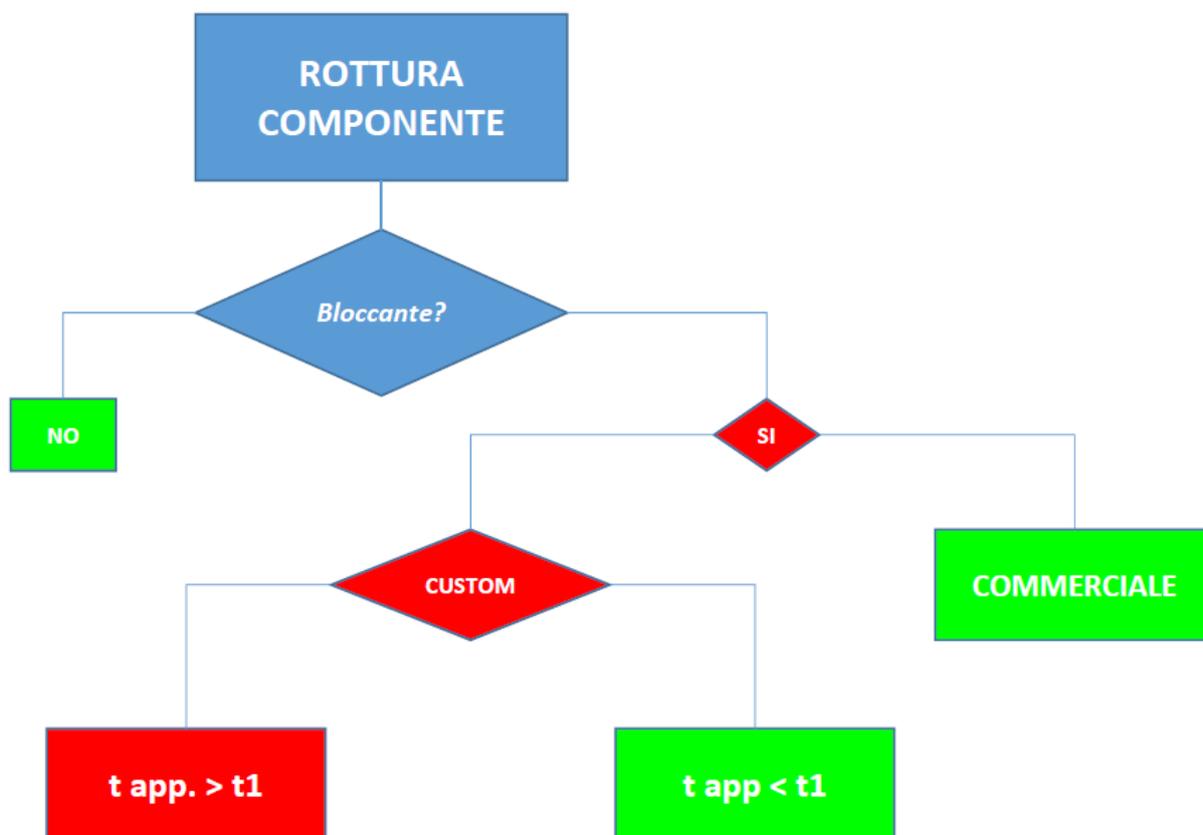


Grafico 5.12. Flow chart decisionale per la valutazione dei componenti di ricambio.

5.7. Addestramento del personale.

Migliorare e implementare la conoscenza della linea da parte degli operatori è fondamentale per l'implementazione della manutenzione autonoma. È stato pertanto creato un manuale dell'operatore per entrambe le linee dove al suo interno sono descritte e spiegate tutte le funzionalità delle linee. L'operatore se necessita di una breve spiegazione o di un chiarimento può usufruire liberamente del manuale trovando al suo interno tutte le informazioni utili. Inoltre, sono riportate le operazioni che regolarmente deve condurre l'operatore prima dell'avvio della linea, i rabbocchi e i controlli da effettuare infine il controllo qualità sul prodotto in uscita. Inoltre, il personale addetto all'utilizzo, al controllo ed alla manutenzione della linea è stato addestrato in merito a:

- Rischi relativi all'energia elettrica;
- Operazioni di sollevamento e movimentazione delle macchine, infilaggio, carico/scarico e movimentazione delle bobine o dei fusti, avviamento e regolazioni.
- Oltre a tali competenze, il personale è stato istruito nel rispetto di alcune norme di carattere generale:

- Usare indumenti ed accessori approvati ai fini antinfortunistici;
- La zona dove si svolgono operazioni di lavorazione deve essere tenuta sempre pulita e asciutta;
- Eliminare immediatamente eventuali pozze d'acqua o macchie d'olio formatesi sul pavimento circostante l'impianto;
- Tenere i piani e i gradini, i corrimano e le maniglie sempre puliti e liberi da oggetti estranei per evitare di scivolare o inciampare;
- Non servirsi dei comandi o delle tubazioni, flessibili o no, come appigli in quanto non sono stabili.

Tutte queste competenze, e i vari aggiornamenti sono stati eseguiti anche mediante corsi di aggiornamento che periodicamente venivano messi a disposizione per il personale. Personale qualificato, più volte al mese, presenziava corsi per il personale che miravano al miglioramento delle conoscenze delle varie linee, nonché al coinvolgimento e all'istruzione del singolo operatore per quanto riguarda la manutenzione autonoma.

5.8. Personale coinvolto nell'implementazione del TPM.

Per quanto riguarda l'individuazione del personale coinvolto dobbiamo riferirci alla tabella che identifica il personale abilitato. In ogni linea di produzione all'interno di Aristoncavi abbiamo un elenco del personale abilitato e il grado di preparazione. Generalmente le operazioni di manutenzioni sopra descritte sono incaricate al personale abilitato a quella linea. Pertanto, si può notare da tabella come un "secondo di macchina", ovvero colui che non ha molta esperienza in quella linea, può svolgere comunque mansioni di pulizia della linea e dell'area circostante. Da questo si può apprendere che grazie al TPM la manutenzione non è affidata solo ed esclusivamente al personale abilitato ma anche a persone non preposte perchè esperte in altre linee produttive ma che possono dare il loro contributo ad esempio con la sola pulizia del macchinario o dell'area circostante. E' una semplice mansione ma importante perché rende pulito ed ordinato il posto di lavoro e questo può dare un vantaggio in termini produttivi. Il TPM inoltre, vuole implementare le conoscenze di base di ogni singolo dipendente in modo tale da formare un minimo bagaglio che può essere d'aiuto per i vari operatori in caso di necessità.

Valore	Descrizione sintetica	Descrizione Analitica
0	Mai lavorato sulla linea	Non ha mai lavorato in modo sistematico sulla linea / macchina
0,5	Secondo di macchina	Ha lavorato sulla linea/macchina in supporto/affiancamento ad un operatore esperto (tutor) in attività di: <ul style="list-style-type: none"> - controllo di scorrevolezza della linea; - supporto operativo in attività di cambio stampi e sostituzione bobine; - pulizia della linea/macchina e dell'area circostante.
1	Sa qualcosa ma non è autosufficiente	Ha lavorato come primo (o unico) operatore con la stretta supervisione del tutor e/o del capo turno in attività di: <ul style="list-style-type: none"> - attrezzaggio e cambio stampi; - settaggio ed avviamento della linea/macchina; - controllo scorrevolezza; - controllo qualità del prodotto; - compilazione dell'OPR Necessita ancora di affiancamento per: <ul style="list-style-type: none"> - prodotti complessi / nuovi - risoluzione di difetti anche ricorrenti - risoluzione di problemi meccanici anche semplici
1,5	Sa qualcosa in più ma non è totalmente autosufficiente	Il capo turno e il tutor iniziano a lasciargli una maggiore autonomia allentando la supervisione. Per alcuni turni può restare da solo anche se il capo deve verificare periodicamente la correttezza del suo operato. Capo turno e tutor gli sono più vicini, e gli danno un maggiore supporto, quando in macchina ci sono prodotti nuovi o difficili ovvero quando si presentano problemi inusuali.
2	E' autosufficiente ma ha bisogno di essere seguito	L'operatore è autosufficiente e copre da solo la totalità dei turni in cui ci sono produzioni standard. Capi turno e tutor intervengono solo su richiesta (occasionale) o nel caso di prodotti nuovi.
2,5	E' completamente autosufficiente	L'operatore è autosufficiente anche per i prodotti nuovi. E' tutor per la gestione di questa macchina / linea.
3	E' autosufficiente e propositivo	L'operatore è autosufficiente sia nelle situazioni / prodotti standard che nelle situazioni e/o prodotti nuovi. Propone soluzioni a problemi connessi sia al processo che al prodotto. E' un importante punto di riferimento per quella macchina/linea.

Figura 5.12. Tabella personale abilitato

5.9. Obiettivi.

Una volta identificato il problema, individuate le prioritarie criticità da risolvere e le linee guida da seguire è possibile porsi degli obiettivi misurabili per definire in seconda battuta le azioni più efficaci da intraprendere ai fini del risultato finale. Per ognuno degli aspetti critici emersi si sono dapprima stimati una serie di obiettivi a breve a lungo termine e consecutivamente sono stati decisi quali strumenti e metodi utilizzare per ottenere i risultati attesi. L'attenzione è stata innanzitutto rivolta alla produttività dell'impianto e delle attrezzature e ai possibili interventi da realizzare per ottenere significativi miglioramenti, come tra l'altro garantito dall'applicazione della TPM. Per quanto riguarda la linea studiata, con i miglioramenti descritti e la manutenzione prevista è possibile ridurre i tempi di fermo della macchina. Con le varie pulizie e sostituzioni di soluzioni la macchina risulta più efficiente quindi più produttiva e con una resa maggiore. L'obiettivo più complesso sarà quello di ridurre i tempi di attesa. L'azienda ad oggi lavora il rame senza possedere un magazzino dedicato, questo perché tenere rame inutilizzato in magazzino è assai costoso così il processo lavorativo è del tipo: make to order. Da un punto di vista potrebbe essere vantaggioso questo tipo di processo essendo che si produce quello che viene ordinato senza eccessivi scarti. Dall'altro invece,

la non presenza di un magazzino, crea necessità di lavorare il rame in modo mirato con continui fermi dei macchinari per i vari attrezzaggi che cambiano a seconda del tipo di rame da produrre. Questi tempi di attesa insieme ai tempi di avviamento e di fermo riducono notevolmente la resa della linea. L'obiettivo dell'implementazione di un piano TPM è quindi quello di mantenere le linee in uno stato di salute ottimale riducendo al minimo i guasti e rendendo la produzione più flessibile. Le linee studiate, avendo un funzionamento discontinuo e variabile con periodi di intenso utilizzo e altri dove i macchinari sono meno struttati, devono essere flessibili a questa variazione di produzione mantenendo sempre alti indici di efficienza.

Capitolo 6.0.

NOTE SULLA SICUREZZA.

Nell'uso di macchinari ed impianti industriali, occorre essere consapevoli che le parti meccaniche in movimento (rotatorio e lineare), le parti elettriche a tensione elevata, eventuali parti ad alta temperatura, possono essere causa di gravi danni a persone o cose. I responsabili per la sicurezza degli impianti devono vigilare affinché:

- Venga evitato ogni uso o manovra impropria;
- Non vengano rimossi o manomessi i dispositivi di sicurezza;
- Vengano eseguiti con regolarità gli interventi di manutenzione;
- Vengano utilizzati esclusivamente ricambi originali soprattutto per i componenti che svolgono funzioni di sicurezza;
- E' assolutamente vietato far funzionare la macchina in modo automatico con le protezioni smontate ed inibendo le sicurezze installate sulla macchina.

Gli obblighi di manutenzione e le modalità del loro adempimento ci pongono di fronte ad una duplice problematica: da un lato, l'esigenza che il datore di lavoro rispetti puntualmente le indicazioni legge, garantendo nel tempo i requisiti di sicurezza richiesti per gli ambienti e le attrezzature di lavoro, dall'altro l'assoluta necessità che siano adeguatamente tutelate la salute e la sicurezza degli stessi addetti alle attività di manutenzione. Il TPM risulta pertanto importante in termini di sicurezza e salute in quanto la manutenzione può incidere in modo rilevante in due modi: in primo luogo, una manutenzione regolare, programmata e correttamente eseguita risulta essenziale per mantenere l'ambiente di lavoro e i diversi macchinari in condizioni di sicurezza e affidabilità, indispensabili per tutelare i lavoratori che in essi o con essi devono operare; secondo, è necessario che gli interventi di manutenzione siano eseguiti in sicurezza, proteggendo con tutte le misure adeguate non solo gli addetti, ma anche le altre persone che si trovino ad essere eventualmente presenti nel luogo di lavoro durante tali interventi.

In relazione poi all'uso delle attrezzature di lavoro il datore di lavoro deve adottare tutte le misure necessarie affinché le attrezzature di lavoro rispettino i requisiti di sicurezza. Inoltre, il datore di lavoro secondo le indicazioni fornite dai fabbricanti o in assenza di queste dalle pertinenti norme tecniche o dalle buone prassi, è tenuto ad informare e istruire tutti i dipendenti riguardo alle attrezzature o parti della linea che possono dare origine a situazioni pericolose. Qui di seguito troviamo quindi le istruzioni operative della Sbozzatura-Stagnatura e della 24 fili Samp.

6.1. Istruzione operativa Sbozzatura-Stagnatura.



PRINCIPALI RISCHI PER I LAVORATORI NELL'USO DELLA MACCHINA



RISCHI DI INCIAMPO, SCIVOLAMENTO, URTO E CADUTA per presenza di matasse e altri materiali a terra, pedane metalliche di appoggio, ingombri nell'area di lavoro.

RISCHI DI ALTE TEMPERATURE E PROIEZIONE DI SCHIZZI AD ALTA TEMPERATURA per la presenza del crogiolo di fusione dello stagno.



RISCHI MECCANICI DI SCHIACCIAMENTO E/O CESOIAMENTO E/O TRASCINAMENTO degli arti superiori o di altre parti del corpo a contatto con parti mobili o durante la movimentazione dei carichi con il paranco.

RISCHIO DI CADUTA DALL'ALTO durante l'utilizzo della piattaforma per l'infilaggio della vergella nelle pulegge sopraelevate nella zona di carico e durante l'accesso alle zone elevate della macchina.

- ▶ Rischi di **CADUTA DI ATTREZZATURE** durante le lavorazioni e gli attrezzaggi
- ▶ Rischi connessi a **CONDIZIONI ERGONOMICHE** faticose o disagiati ed alla **MOVIMENTAZIONE MANUALE DI CARICHI** pesanti
- ▶ Rischi di **PROIEZIONE OGGETTI O DI "EFFETTI FRUSTA"** in caso di movimenti



improvvisi, rottura di cavi o serraggi non conformi, durante operazioni di pulizia e attrezzaggio

- ▶ Esposizione a **RUMORE** durante la lavorazione
- ▶ Rischi di **SCHIACCIAMENTO** durante la movimentazione delle matasse



NOTA DI FUNZIONAMENTO: Tutte le parti della macchina in cui sono presenti elementi in movimento (pulegge, coni, ecc.) sono dotate di protezioni collegate ad interblocchi; la loro apertura causa l'arresto della macchina. I percorsi aerei del cavo sono protetti tramite canaline metalliche fisse. Per esigenze straordinarie di processo consultare il preposto (caposquadra TV).

PRIMA DI INIZIARE IL LAVORO:

All'inizio del turno di lavoro fare un'ispezione generale visiva per accertare che non ci siano anomalie o situazioni di pericolo e fare ordine nella zona di lavoro, togliendo ciò che non serve e predisponendo i materiali e le attrezzature necessari all'attività da eseguire. Indossare i DPI richiesti dalla lavorazione secondo le schede mansioni presenti in azienda.

PREPARAZIONE DELLA MACCHINA - POSIZIONAMENTO DELLA MATASSA DI VERGELLA:

- Prelevare la matassa dal punto di consegna utilizzando il carrello elevatore: durante la movimentazione rispettare la delimitazione delle aree di manovra e porre attenzione alla possibile presenza di altri carrelli elevatori, di operatori a piedi o di attrezzature e altri ingombri.
- Durante gli spostamenti a piedi, ATTENZIONE ad attrezzature e altri ingombri, con rischi di inciampo, urto e scivolamento.
- Quando si maneggiano componenti accessori, afferrare gli oggetti in modo da evitare rischi di schiacciamento delle mani; per le attrezzature più pesanti (oltre 25 kg) operare in due addetti.
- Verificare il corretto posizionamento del gancio del paranco prima di procedere alla movimentazione dei carichi. Durante lo spostamento non accompagnare il carico con le mani o altre parti del corpo ed evitare di stare con i piedi al di sotto del suo percorso aereo.

PREPARAZIONE DELLA MACCHINA – INFILAGGIO DELLA VERGELLA NELLA TRAFILATRICE

- Durante l'uso della piattaforma elevatrice è obbligatorio indossare l'imbracatura di sicurezza con cordini e agganciare i ganci agli appositi punti all'interno del cestello di sollevamento.
- Prima di aprire i pannelli di protezione della macchina, procedere al suo arresto.
- Durante le fasi di avanzamento manuale della macchina (JOG), l'operatore deve prestare la massima attenzione alle parti in moto.
- Durante le operazioni di attrezzaggio e pulizia è obbligatorio l'utilizzo degli occhiali protettivi.
- Verificare che non siano presenti oggetti o attrezzature all'interno della macchina prima di

procedere alla chiusura delle protezioni e al successivo avvio.

PREPARAZIONE DELLA MACCHINA – FUSIONE DELLO STAGNO E

MOVIMENTAZIONE DEI CARICHI

- Assicurarsi che il lingotto di stagno sia asciutto prima di infilarlo all'interno del crogiolo; l'eventuale presenza di gocce d'acqua può comportare la proiezione di schizzi incandescenti durante il processo di fusione.
- Dopo aver attivato l'aspiratore, indossare i guanti anti-calore e la visiera protettiva prima di procedere all'apertura del coperchio del crogiolo; posizionare il lingotto da fondere e chiudere il coperchio, assicurandosi della completa chiusura dello stesso. Accendere l'aspiratore.
- A conclusione del processo di fusione, versare lo stagno fuso nello stampo; anche per questa operazione è obbligatorio indossare i guanti anti-calore e la visiera protettiva.
- Verificare il corretto posizionamento del gancio del paranco prima di procedere alla movimentazione dei carichi. Durante lo spostamento non accompagnare il carico con le mani o altre parti del corpo ed evitare di stare con i piedi al di sotto del suo percorso aereo.

MACCHINA IN LAVORAZIONE – CONTROLLO SVOLGIMENTO VERGELLA E

TRAFILATRICE:

- Durante il funzionamento, tutte le protezioni devono restare chiuse. L'operatore può eseguire esclusivamente controlli a vista o regolazioni da quadro.
- È vietato superare, manomettere, disattivare o eludere le protezioni.

MACCHINA IN LAVORAZIONE – SALDATURA DELLA VERGELLA TRA DUE

MATASSE SUCCESSIVE:

- Effettuare la saldatura con congruo anticipo.
- Prestare la massima attenzione durante l'infilaggio della saldatura nella macchina.

ALLA FINE DEL LAVORO:

Al termine del turno, fare un'ispezione visiva generale per verificare eventuali anomalie o non conformità. Fare ordine e pulizia nella zona di lavoro, rimuovendo residui, scarti e altro non necessario. Al cambio turno consegnare la macchina al collega del turno entrante in buone condizioni di funzionamento e di sicurezza: in caso di problemi, guasti o altre situazioni anomale informare in modo chiaro e dettagliato il collega ed il preposto (caposquadra TV).



PRINCIPALI RISCHI PER I LAVORATORI NELL'USO DELLA MACCHINA



RISCHI DI INCIAMPO, SCIVOLAMENTO, URTO E CADUTA per presenza di matasse e altri materiali a terra, pedane metalliche di appoggio, ingombri nell'area di lavoro.



RISCHI MECCANICI DI SCHIACCIAMENTO E/O CESOIAMENTO E/O TRASCINAMENTO degli arti superiori o di altre parti del corpo a contatto con parti mobili o con carichi in spostamento aereo.

RISCHIO DI CADUTA DALL'ALTO durante l'utilizzo della piattaforma per l'infilaggio dei cavi dai cestì e durante l'accesso alle zone elevate della macchina.

- ▶ Rischi di **CADUTA DI ATTREZZATURE** durante le lavorazioni e gli attrezzaggi
- ▶ Rischi connessi a **CONDIZIONI ERGONOMICHE** faticose o disagiati ed alla **MOVIMENTAZIONE MANUALE DI CARICHI** pesanti
- ▶ Rischi di **PROIEZIONE OGGETTI O DI "EFFETTI FRUSTA"** in caso di movimenti improvvisi, rottura di cavi o serraggi non conformi, durante operazioni di pulizia e attrezzaggio



- ▶ Esposizione a **RUMORE** durante la lavorazione
- ▶ Rischi di **SCHIACCIAMENTO** durante la movimentazione delle matasse

NOTA DI FUNZIONAMENTO: Tutte le parti della macchina in cui sono presenti elementi in movimento (pulegge, con, ecc.) sono dotate di protezioni collegate ad interblocchi; la loro apertura causa l'arresto della macchina. Per esigenze straordinarie di processo consultare il preposto (caposquadra TV).

ISTRUZIONI OPERATIVE DI SICUREZZA



PRIMA DI INIZIARE IL LAVORO:

All'inizio del turno di lavoro fare un'ispezione generale visiva per accertare che non ci siano anomalie o situazioni di pericolo e fare ordine nella zona di lavoro, togliendo ciò che non serve e predisponendo i materiali e le attrezzature necessari all'attività da eseguire. Indossare i DPI richiesti dalla lavorazione secondo le schede mansioni presenti in azienda.

PREPARAZIONE DELLA MACCHINA - POSIZIONAMENTO DEI CESTI PIENI:

- Prelevare i cesti pieni dal punto di consegna utilizzando il trans-pallet: durante la movimentazione porre attenzione alla possibile presenza di carrelli elevatori, di operatori a piedi o di attrezzature e altri ingombri.
- Durante gli spostamenti a piedi, ATTENZIONE ad attrezzature e altri ingombri, con rischi di inciampo, urto e scivolamento.
- Quando si maneggiano componenti accessori, afferrare gli oggetti in modo da evitare rischi di schiacciamento delle mani; per le attrezzature più pesanti (oltre 25 kg) operare in due addetti.

PREPARAZIONE DELLA MACCHINA – INFILAGGIO DEI CAVI NELLA MULTIFILO

- Durante l'uso della piattaforma elevatrice è obbligatorio indossare l'imbracatura di sicurezza con cordini e agganciare i ganci agli appositi punti all'interno del cestello di sollevamento. L'uso della piattaforma è consentito solamente agli operatori formati e autorizzati.
- Prima di aprire i pannelli di protezione della macchina, procedere al suo arresto. In ogni caso l'apertura di una qualsiasi protezione causa l'arresto della macchina.
- Durante le fasi di avanzamento manuale della macchina (JOG), l'operatore deve prestare la massima attenzione alle parti in moto.
- Verificare che non siano presenti oggetti o attrezzature all'interno della macchina prima di procedere alla chiusura delle protezioni e al successivo avvio.

- Durante le operazioni di attrezzaggio e pulizia è obbligatorio l'utilizzo degli occhiali protettivi.
- È vietato superare, manomettere, disattivare o eludere le protezioni.

MACCHINA IN LAVORAZIONE – CONTROLLO CESTI E MULTIFILO:

- Durante il funzionamento, tutte le protezioni devono restare chiuse. L'operatore può eseguire esclusivamente controlli a vista o regolazioni da quadro.
- Le operazioni di pulizia e lubrificazione vanno eseguite solamente a macchina ferma o in JOG.
- È vietato superare, manomettere, disattivare o eludere le protezioni.

MACCHINA IN LAVORAZIONE – SALDATURA DELLO SBOZZATO:

- Prestando attenzione allo sbizzato in svolgimento, prendere il capo libero esternamente al cesto ed eseguire la saldatura a freddo.

MACCHINA IN LAVORAZIONE – RABBOCCO OLIO:

- Durante le operazioni di travaso del POLOEMULSO 530 è obbligatorio l'utilizzo degli occhiali protettivi.

SCARICO DELLE BOBINE PIENE:

- Verificare il corretto posizionamento del gancio del paranco alla bobina prima di procedere alla movimentazione della stessa. Durante lo spostamento non accompagnare la bobina con le mani o altre parti del corpo ed evitare di stare con i piedi al di sotto del suo percorso aereo.

ALLA FINE DEL LAVORO:

Al termine del turno di lavoro o comunque prima di abbandonare la macchina, fare un'ispezione visiva generale per verificare eventuali anomalie o non conformità. Fare ordine e pulizia nella zona di lavoro, rimuovendo residui, scarti e altro non necessario. Al cambio turno consegnare la macchina al collega del turno entrante in buone condizioni di funzionamento e di sicurezza: in caso di problemi, guasti o altre situazioni anomale informare in modo chiaro e dettagliato il collega ed il preposto (caposquadra TV).

Capitolo 7.0.

INDUSTRY 4.0 UN BUON STRUMENTO PER MIGLIORARE IL TPM.

Secondo Cisco, leader internazionale nei settori del networking e del IT, Industry 4.0 è il nuovo “strappo industriale” dopo l’introduzione della macchina a vapore, della catena di montaggio e dei computer. Industry 4.0 basa la sua forza innovativa sulla applicazione all’industria e al mondo del lavoro in generale delle nuove tecnologie digitali che consentono una comunicazione continua macchina-macchina e uomo-macchina.

In Industry 4.0, come nel TPM, sarà ancora centrale la figura dell’operatore che però, con la sua conoscenza, potrà concentrarsi di più su attività a valore aggiunto essendo supportato dalle tecnologie digitali. Tali tecnologie danno l’opportunità di trasformare il TPM tradizionale in uno “smart TPM”, irrobustendo i tradizionali pilastri del TPM stesso, potenziando le possibilità di organizzare una manutenzione che sia sempre più predittiva e sempre meno ad evento.

- Le nuove tecnologie digitali consentono:
- Il monitoraggio continuo dello stato di salute del macchinario,
- La raccolta più efficace dei parametri del macchinario, con la possibilità di storicizzazione, aggregazione e analisi dei dati,
- L’autodiagnosi e l’autoapprendimento da parte del macchinario,
- La comunicazione diretta tra il macchinario e il team di manutenzione.

Tali aspetti supportano le logiche lean di minimizzazione degli sprechi che in questo caso sono rappresentati da rallentamenti di produzione, downtime e mancata disponibilità del macchinario.

7.1. Breve introduzione di Industry 4.0.

Industry 4.0 indica una tendenza dell’automazione industriale che integra alcune nuove tecnologie produttive per migliorare le condizioni di lavoro e aumentare la produttività e la qualità produttiva degli impianti. L’espressione Industry 4.0 è stata utilizzata per la prima volta alla fiera di Hannover nel 2011 in Germania. Con Industry 4.0 si intende l’applicazione dell’Internet of Things ovvero la possibilità di far interagire parti del mondo fisico tra loro attraverso la rete nella produzione industriale. Questo è possibile grazie all’evoluzione tecnologica e creando un cyber-physical Systems che, attraverso migliaia di sensori installati sui macchinari consentono un’interazione e una connessione continua tra di loro, facendo in modo che la produzione possa auto-controllarsi.

L’Internet of Things o internet delle cose, permette l’utilizzo della rete internet ultraveloce per connettere uomini, oggetti e macchinari per lo scambio di informazioni rilevanti sulla produzione,

sui prodotti e sul funzionamento delle linee. Inoltre, migliorerà il prodotto attraverso maggiori funzionalità, aumenterà la qualità e diminuiranno gli sprechi grazie ai sensori che monitorano la filiera produttiva, mentre le tecnologie innovative faranno aumentare la velocità di produzione. Le fabbriche diventeranno dunque luoghi cyber-fisici dove mondo fisico e mondo virtuale si integrano. Ovviamente questi nuovi processi influenzeranno anche il modo di progettare, realizzare e distribuire il prodotto, collegando digitalmente da monte a valle l'intera filiera produttiva permettendo una gestione ed organizzazione sempre più automatiche e con grandi quantità di dati. L'analisi di tutti questi dati consentirà sia di migliorare il funzionamento dei macchinari, sia del prodotto in lavorazione. Con la semplificazione della comunicazione tra uomo-macchina, il processo diventerà più efficiente, andando a ridurre i tempi di attesa fra ideazione, produzione e commercializzazione ed aiutando a comprendere meglio le esigenze dei consumatori. I dati recuperati in tempo reale dalle varie linee consentirà di monitorare il flusso della domanda adeguando i livelli di produzione, programmare e migliorare i servizi di logistica, ottimizzare le scorte di magazzino e ridurre i tempi di produzione attraverso impostazioni industriali.

Riassumendo Industry 4.0 si può definire in quattro punti chiave:

- L'utilizzo dei dati come strumento per creare valore;
- Analytics, ovvero, una raccolta raccolti i dati, come si possono effettivamente far fruttare;
- Interazione uomo macchina, permette una comunicazione più semplice con la macchina;
- L'istruzione della macchina, in modo tale da rendere la linea più automatica.

Questa rivoluzione essenzialmente mette al primo posto la persona, prima fra tutte la figura dell'operatore di linea, il quale imparerà a gestire non più una sola macchina, bensì una serie di macchinari estremamente complessi che implicano quindi una subordinazione della macchina all'uomo. L'operaio 4.0 dovrà avere competenze di alto livello dei sistemi informatici, la capacità di analizzare big data e dovrà sapersi muovere tra i sistemi cyber-fisici. Le macchine sostituiranno le mansioni manuali degli operatori dando nuove mansioni con un alto grado di responsabilità, come ad esempio il settaggio dei macchinari, e dovrà avere la capacità di risolvere i problemi dei sistemi informatici che potranno venirsi a creare e che la macchina stessa non sarà in grado di risolvere da sola. Si ricava che il lavoro manuale che fino ad oggi era riservato ai lavoratori ora sarà di competenza delle macchine; il compito dell'uomo si sposterà completamente su progettazione, impostazione dei macchinari e risoluzione dei problemi informatici, quindi la fatica fisica diventerà fatica mentale. Le competenze specifiche avranno quindi un ruolo fondamentale non solo per il funzionamento, ma anche per l'innovazione del processo e del prodotto perché la macchina non è in grado di migliorarsi da sola, nonché sulla scelta del lavoratore. La formazione sarà il motore del

processo innovativo ed avrà un ruolo cruciale nella vita aziendale sia per il lavoratore che per la difesa della competitività dell'impresa stessa. Un altro aspetto importante che porta questa industrializzazione è il rapporto che cambia tra prodotto e lavoratore dato che quest'ultimo seguirà tutta la creazione, a partire dalla progettazione, alla produzione ed al monitoraggio post vendita nel quale il bene acquisisce una seconda vita. Infine, la flessibilità della produzione, gestita virtualmente, comporterà anche una flessibilità sugli orari ed i luoghi di lavoro, in quanto offrirà la possibilità di un controllo da remoto tramite computer, tablet o smartphone.

7.2 Industry 4.0 in Europa.

L'unione europea ha deciso di focalizzare i suoi sforzi sul processo innovativo con un ingente investimento di circa 50 miliardi di euro fino al 2020 con l'obiettivo di portare l'incidenza del settore manifatturiero al 20% del PIL europeo. Le principali aree sulle quali verranno concentrati gli sforzi per la definizione di un linguaggio comune sono: 5G, cloud computing, Internet of Things, dati e cyber security. Il piano riguarderà:

- L'innovazione digitale;
 - L'innovazione hub: finalizzato a creare o rafforzare centri già esistenti ed incoraggiare il loro utilizzo per l'industria e la piccola media impresa;
 - I componenti elettronici;
 - La European Cloud initiative; per la creazione della nuova infrastruttura cloud;
- Il risultato al quale si vuole arrivare può essere riassunto in sette punti:
- Coordinare iniziative nazionali o regionali per digitalizzare l'industria, favorendo un dialogo continuo tra le parti;
 - Investire nella partnership pubblico-private incoraggiando l'utilizzo dei fondi Ue;
 - Investire in un network europeo per diffondere l'utilizzo di tecnologie digitali;
 - Mettere a punto progetti pilota sull'internet delle cose, la manifattura avanzata e le tecnologie innovative;
 - Adottare norme che consentano la libera circolazione dei dati generati all'interno dell'Ue, rivedendone regole su sicurezza e affidabilità;
 - Mettere a punto un'agenda europea delle competenze digitali e dai requisiti richiesti dal mondo del lavoro;
 - Ridurre il time-to-market, migliorando la qualità dei prodotti e della produzione;

Date le molteplici opportunità che sta fornendo e fornirà l'evoluzione digitale sul mercato mondiale, la commissione Ue sta incentivando le imprese europee ad allinearsi agli standard di sviluppo tecnologico mondiale al fine di riuscire a sfruttare appieno queste possibilità.

L'Italia per poter stare al passo con il processo tecnologico di Industry 4.0, nel 2016, ha presentato l'atteso piano del governo "Industria 4.0" contenuto all'interno della legge di bilancio 2017, approvata definitivamente dal Senato il 7 dicembre 2016. Il piano punta a mobilitare nel 2017 investimenti privati aggiunti per 10 miliardi, 11,3 miliardi di spesa privata in ricerca, sviluppo e innovazione con focus dell'Industria 4.0, più 2,6 miliardi di euro per gli investimenti privati early stage. Il provvedimento propone un mix di incentivi fiscali, sostegno al venture capital, diffusione della banda ultralarga, formazione dalle scuole all'università con lo scopo ultimo di favorire e incentivare le imprese ad adeguarsi e aderire pienamente alla quarta rivoluzione industriale.

7.3 Aristoncavi 4.0.

L'Italia come l'Europa ha aderito alla sfida innovativa di Industry 4.0 proprio perché crede nel miglioramento tecnologico che porterà questa rivoluzione. In ragione di ciò, anche Aristoncavi ha accettato questa sfida perché crede nell'innovazione, nell'incremento delle competenze della propria forza lavoro e nell'eco-sostenibilità dei propri processi produttivi.

La filosofia di Aristoncavi si concentra sulle proprie potenzialità e peculiarità produttive che la portano a focalizzarsi su concetti di efficienza, produttività, monitoraggio del lavoro e miglioramento continuo. Con la quarta rivoluzione industriale, Aristoncavi vuole implementare l'efficienza di ogni singolo impianto riducendo i costi produttivi e velocizzando la produzione per poter affrontare un mercato sempre più esigente sia in termini di qualità che di velocità di risposta alle esigenze dei clienti.

Aristoncavi ha pianificato per il triennio 2018-2020 un piano di digitalizzazione dei processi produttivi, definendo in tal senso una Digital Agenda. Obiettivi finali di questo piano sono l'efficientamento della produzione attraverso la semplificazione del lavoro degli operatori e lo snellimento delle procedure documentali, nonché la minimizzazione dei fermi macchina.

L'idea di fondo è quella di creare una rete comunicativa integrata bidirezionale machine to machine e man to machine che consenta di raccogliere, storicizzare, aggregare e analizzare tutti i dati provenienti da shop floor integrando tutti i sistemi esistenti e le apparecchiature elettroniche ad oggi presenti (PLC, MES, ERP).

7.4 TPM in Aristoncavi 4.0.

Industry 4.0 offre la possibilità di comunicare direttamente con le linee produttive ricavando da esse informazioni importanti che rendano più semplice e immediato l'obiettivo di migliorarne la produttività.

La manutenzione verrà caratterizzata da alcuni aspetti particolarmente innovativi:

- Manutenzione remota: grazie all'interconnessione dell'intero reparto produttivo ogni operatore interessato può interfacciarsi con le linee, controllandone lo stato, suggerendo interventi e modificando parametri da remoto ove consentito dalla salvaguardia della sicurezza del lavoro.
- Manutenzione cooperativa: diversi soggetti possono comunicare per prendere decisioni sulla manutenzione di comune accordo. Possono instaurarsi rapporti di collaborazione tra i servizi locali ed i fornitori in modo da concordare interventi basandosi sulla condivisione dei dati.
- Immediatezza e attività in tempo reale: le macchine, essendo equipaggiate con sistema di controllo continuo, avvisano della necessità di intervento o di quasi intervento.
- Diagnostica avanzata: l'analisi dati permette la comprensione delle cause delle rotture e l'utilizzo di registrazioni in digitale evitando che siano perse delle informazioni sugli interventi eseguiti.

Il TPM incentivando l'uso di metodi e di tecnologie per la manutenzione preventiva e predittiva elabora i dati ottenuti dalle varie linee definendo così piani di manutenzione che coinvolgono sia i diretti esecutori della manutenzione che l'operatore di linea. Inoltre, ha come obiettivo di ridurre i costi di manutenzione, migliorare il livello di utilizzo del sistema produttivo, aumentare la qualità dei prodotti e ridurre gli scarti. L'utilizzo di un elevato numero di sensori permette la comprensione dei primi segnali del guasto quando il sistema è operativo. La gestione del macchinario nell'uso deve avere come scopo il prevenire le cause che porteranno poi ad una rottura. L'operazione di controllo eccetto le attività manuali di piccola manutenzione con Industry 4.0 verrà condotta dalla macchina stessa. Prima di Industry 4.0 l'intento della manutenzione autonoma era quello di dare agli operatori una maggior responsabilità delle loro linee in modo che prendessero cura e le usassero responsabilmente. Gli operatori in quel caso mostravano interesse e capacità e potevano essere ulteriormente addestrati per assistere gli esperti di manutenzione per compiti di manutenzione più complessi e persino partecipare a riparazioni e revisioni. In un ambiente 4.0 il pilastro "manutenzione autonoma" deve essere adattato alle nuove tecnologie. Potrebbe comprendere quindi: la conversione dei dati registrati in informazioni sulla salute dei macchinari, la gestione dei dati oppure un simulatore digitale. Gli operatori addetti alla produzione e all'uso dell'attrezzatura svolgono un ruolo comunque importante quanto il gruppo di manutenzione nel

mantenere l'operatività, tramite la pulizia, l'ispezione, l'identificazione delle anomalie, la lubrificazione, effettuando i controlli e le attività manuali di piccola manutenzione. La manutenzione con questa rivoluzione saranno informati direttamente dalla macchina per quanto riguarda le operazioni da svolgere. La linea essendo una linea "smart" avvertirà direttamente la manutenzione e indicherà le operazioni da effettuare. Grazie allo storico dati sarà possibile implementare una manutenzione preventiva sulla linea dove rientrano tutti quelli interventi che vengono eseguiti in base alla convinzione che sia determinabile la vita media di qualche componente e che si possa anticipare il guasto di una linea a di produzione, predefinendo il momento dell'intervento, in genere di sostituzione, in funzione del tempo di vita attesa del componente stesso. Inoltre, mediante i dati istantanei e all'esperienza degli operatori sarà possibile realizzare una manutenzione predittiva basata sulla possibilità di riconoscere la presenza di una anomalia in stato di avanzamento attraverso la scoperta e l'interpretazione di segnali deboli premonitori del guasto finale. Il punto di arrivo di Aristoncavi sarà quello di fondere Industry 4.0 con il TPM, fornendo sia all'operatore che alla manutenzione un tablet, smartphone o pc, in modo tale da migliorare la comunicazione uomo-macchina rendendo così possibile la comunicazione da remoto delle linee e la ricezione di informazioni riguardanti lo stato di salute della macchina e la manutenzione da effettuare distinguendo le mansioni proprie dell'operatore rispetto a quelle dei manutentori.

Nell'epoca in cui la quarta rivoluzione industriale è ormai realtà è importante sottolineare che il sistema produttivo deve mirare all'obiettivo "zero" ovvero riducendo perdite, fermate e difetti aumentando l'OEE. Il TPM oggi, ancor più che in passato, è la metodologia chiave per il successo e Aristoncavi punta sulla sua implementazione per reagire ai tempi sempre più brevi di un mercato oggi interamente a commessa.

Capitolo 8.0.

CONCLUSIONI E RISULTATI.

La decisione di adottare la Total Productive Maintenance deriva dalla consapevolezza di dover rendere l'organizzazione più semplice e innovativa, ma allo stesso tempo più rigorosa ed efficace, per poter intraprendere la sfida legata all'ottimizzazione della produttività. E' stato più volte affrontato in questo lavoro il tema di come la TPM consenta, mediante la progressiva diminuzione di sprechi e perdite, di raggiungere, a parità di risorse tecniche ed economiche investite dall'azienda, risultati importanti relativi al rendimento degli asset di produzione, alla qualità del prodotto e al livello di servizio.

Il processo di implementazione completo della TPM, contestualizzata in Industry 4.0 è declinato da in tre fasi fondamentali:

- La formazione del personale;
- L'upgrade delle macchine e la definizione di procedure;
- Il consolidamento e il miglioramento continuo delle procedure implementate.

La prima fase dell'implementazione della TPM ha consentito ad Aristoncavi di rilevare discreti progressi nell'area manutentiva. L'applicazione dei principi della TPM ha, infatti, migliorato in positivo l'efficienza delle linee: ciò ha portato ad una drastica riduzione dei fermi produttivi causate dalle rotture subite. Inoltre, la manutenzione autonoma rende l'operatore più responsabile stimolandolo maggiormente rispetto a prima dell'introduzione del TPM. Grazie all'introduzione di questo pilastro della lean production, divulgato in tutta l'azienda mediante il coinvolgimento di ognuno dei dipendenti, è possibile migliorare radicalmente le prestazioni dell'intero sistema produttivo. Bisogna ricordare che per una corretta implementazione del TPM è fondamentale seguirne tutti i pilastri.

Il percorso è impegnativo ma sicuramente sfidante. L'upgrade tecnologico delle linee di produzione richiederà una raffinata pianificazione degli investimenti, mentre la perseveranza e la convinzione nel perseguire questa strada da parte dell'intera gerarchia aziendale porteranno ad abbassare la barriera al cambiamento presente in modo particolare negli operatori con maggiore anzianità lavorativa.

La TPM deve evolversi da semplice progetto a modalità e mentalità operativa per l'intera organizzazione.

Nel caso specifico di Aristoncavi la prima tappa consiste nella definizione dettagliata dell'OEE, partendo da una base dati facilmente disponibile, obiettivo per il quale risulta fondamentale

l'approccio Industry 4.0. La seconda tappa è quella di incrementare l'OEE riducendo, per quanto di interesse di questa tesi, i fermi macchina.

Industry 4.0 potrà quindi essere lo strumento per poter arrivare ad uno smart TPM. In un futuro non molto lontano, le linee di produzione potranno essere in grado di comunicare all'operatore e alla manutenzione tutte le operazioni manutentive da effettuare. La macchina potrà indicare autonomamente il proprio stato di salute, scadenziare le proprie manutenzioni e autodiagnosticare la propria efficienza.

BIBLIOGRAFIA.

- [1] *Catalogo generale. Cavi armonizzati*,
http://www.aristoncavi.com/pdf/ARISTONCAVI_cavi_armonizzati_generale_web.pdf,
(15/9/2014);
- [2] *Certificazioni*, <http://www.aristoncavi.com/italian/azienda/certificazioni.php>, (28/8/2014);
Estrusione, <http://www.tecnoextr.com/ita/Estrusione-profili-tubi-gomma.asp>,
(28/8/2014);
- [3] *Profilo aziendale*, http://www.aristoncavi.com/pdf/ARISTONCAVI_company%20profile.pdf,
(28/8/2014);
- [4] Seiichi Nakajima, 1992, *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*;
- [5] *TPM*,
http://www.meridaunia.it/UserFiles/File/Allegato_7_total_productive_maintenance.doc&rct=j&frm=1&q=&esrc=s&sa=U&ved=0ahUKEwiPtqHy2ZLWAhVJxxQKHc8KC8QQFgg_MAQ&usg=AFQjCNHBdDS8FeKYr2zI9c8Xat5CELL5ow;
- [6] *TPM*, https://it.wikipedia.org/wiki/Total_Productive_Maintenance;
- [7] *Implementazione TPM*, http://amslaurea.unibo.it/970/1/Verini_Francesco_Tesi_LS_TPM.pdf;
- [8] *Trafilatura*, http://www.treccani.it/enciclopedia/trafilatura_%28Enciclopedia-Italiana%29/;
- [9] Masaji Tajiri, Fumio Gotoh, 1990, *Autonomous mainenance in seven steps: Implementing TPM on the shop floor*;
- [10] *Tecniche di support al TPM*, <http://www.leanthinking.it/cosa-e-il-lean-thinking/tecniche-di-supporto/tpm-total-productive-maintenance/>;
- [11] *Industry 4.0 e TPM*, <https://www.agendadigitale.eu/industry-4-0/macchi-miragliotta-terzi-portioli-industria-4-0-e-lean-manufacturing-paradigmi-in-antitesi-o-sinergici/>.