



POLITECNICO DI MILANO

Facoltà di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea Specialistica
in Ingegneria Meccanica

**I VANTAGGI E I RISULTATI DELL'INTRODUZIONE DI UN
SISTEMA INFORMATIVO DI GESTIONE
DELLA MANUTENZIONE IN UN IMPIANTO INDUSTRIALE**

Relatore: Prof. Marco GARETTI

Tesi di Laurea di:

Silvia Cadenazzi

Matricola 799008

Anno Accademico 2013-2014





INDICE

Abstract	5
1 Presentazione del gruppo Freudenberg Politec e dello stabilimento di Novedrate	7
2 Analisi dello stato di fatto dello stabilimento	10
2.1 Criticità emerse durante il periodo di analisi.....	10
2.2 Il Lavaggio e le sue criticità.....	14
3 Il Reparto del Lavaggio	18
3.1 Debaler trituratore.....	18
3.2 Vagliatura e Selezione Esterna.....	19
3.3 Prelavaggio.....	21
3.4 Selezione Interna.....	22
3.5 Mulini.....	22
3.6 Lavaggio.....	22
3.7 Flottazione ed Essicamento.....	25
3.8 Uscita Lavaggio.....	26
3.9 Pesatura, Insacco e Flakes Sorter.....	27
4 Presentazione del Servizio Informativo PLAMAI	29
5 CMMS e <u>www.plamai.com</u>	32
5.1 Gestione degli Asset.....	32
5.2 Programmazione e Pianificazione della Manutenzione.....	37
5.3 Registrazione degli Interventi.....	43
5.4 Gestione dei Costi e dei Materiali (Ricambi) di Manutenzione.....	45



5.5	Analisi Statistiche.....	47
5.6	Manutenzione Ciclica.....	51
5.7	Gestione degli Ordini di Lavoro.....	52
5.8	Vantaggi dell'impiego del servizio MTM/Plamai.....	53
6	Plamai In Politex	56
6.1	Aggiornamento dell'anagrafica dell'impianto.....	60
6.2	Aggiornamento ed ottimizzazione dei Piani di Manutenzione Preventiva.....	64
6.3	Manutenzione su Condizione.....	68
6.4	Manutenzione Ciclica.....	77
6.5	Gestione delle Richieste di intervento dai Reparti.....	82
7	Esempi nel Reparto Lavaggio	88
7.1	La Valvola Stellare MAF 319a.....	88
7.2	La Centrifuga Doppia MAF 317/MAF 318.....	92
7.3	La Coclea MAF 708.....	95
8	Conclusioni	99
9	Bibliografia	102
10	Ringraziamenti	103

Abstract

Il presente lavoro di tesi nasce dalla mia esperienza all'interno dell'azienda Freudenberg Politex presso la quale ho svolto uno stage di durata semestrale nello stabilimento di Novedrate (CO), specializzato nella produzione di non tessuti in poliestere per guaine bituminose.

Il progetto al quale ho lavorato ha come argomento centrale la Gestione della Manutenzione. Il compito, infatti, che mi è stato assegnato dal mio tutor aziendale, il Direttore di Stabilimento, dott. Nicola Azzaretti, è stato quello di mettere a punto una Procedura, che mirasse ad una ottimizzazione dell'organizzazione della manutenzione e che portasse ad una gestione maggiormente ingegneristica degli asset dell'azienda.

Il mio lavoro è partito da un'analisi dello stato di fatto dell'organizzazione della manutenzione dell'azienda: ciò mi è stato possibile trascorrendo le prime settimane all'interno dei tre impianti di cui è composto lo stabilimento, a contatto con i capireparto, i capituono e gli operatori, dai quali ho raccolto preziose informazioni riguardo, in primis, al processo di produzione, concentrandomi, poi, sulle problematiche più evidenti del sistema di organizzazione vigente, in particolare su quelle aventi a che fare con la manutenzione. Confrontandomi, in seguito, con il Responsabile della Manutenzione, i manutentori, in particolare con i referenti Elettrico e Meccanico, e con lo stesso Direttore dello Stabilimento, mi è stato possibile sviluppare un piano di azione, che andasse a migliorare la Gestione della Manutenzione e portasse a sfruttare in modo ottimale le risorse disponibili in azienda.

Gli aspetti su cui si è concentrato il mio lavoro sono i seguenti:

- Mancanza di comunicazione tra le diverse unità aziendali, in particolare tra Produzione e Manutenzione

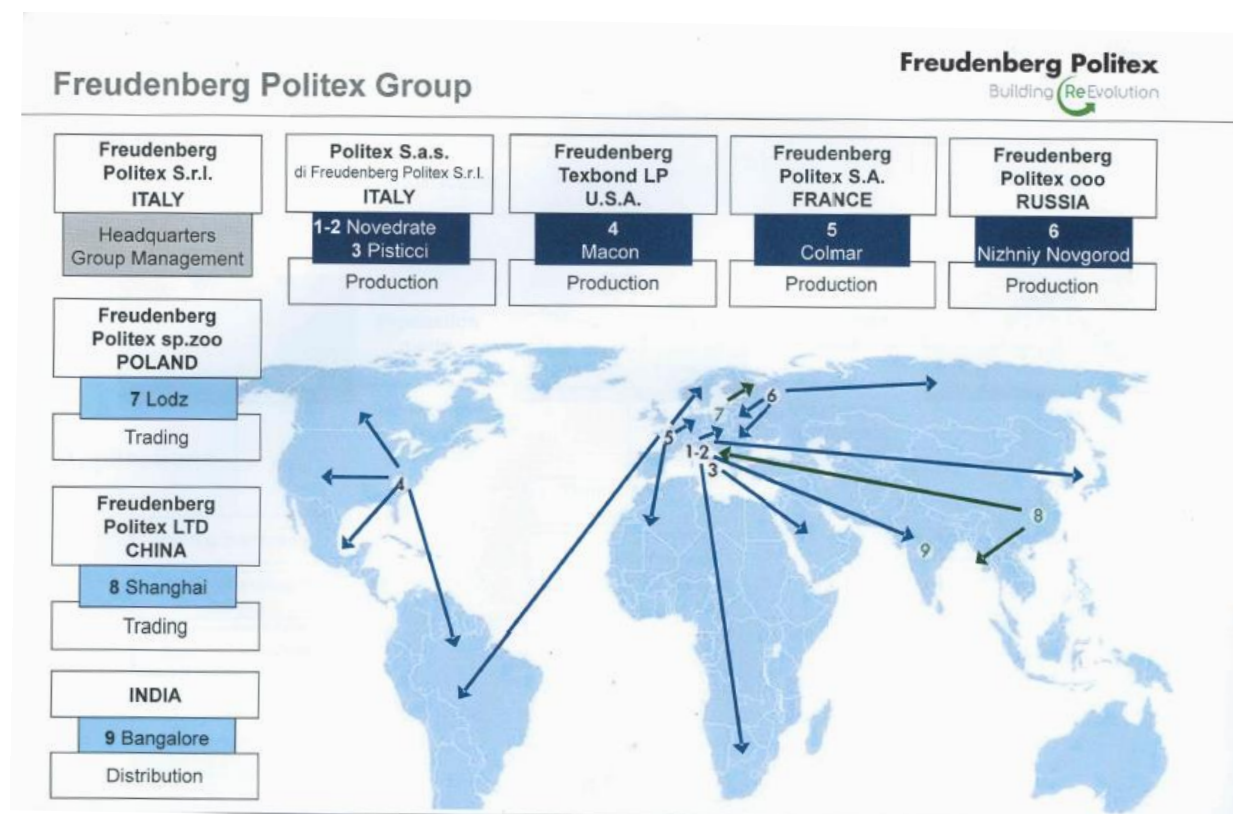
- Carenze nell'applicazione di una manutenzione preventiva ciclica e su condizione nonostante i tool e le risorse disponibili presso lo stabilimento
- Assenza quasi totale della cosiddetta automanutenzione, ossia di quelle attività di manutenzione assegnabili agli operatori e che consentono di ridurre il carico di lavoro dei manutentori e che costituiscono un efficace strumento di diagnostica

In particolare per quanto riguarda i primi due punti, fondamentale è stato il sistema informativo Plamai, un servizio di Web Tutoring sviluppato dall'ingegner Andrea Maciga della società di consulenza MTM S.r.l., disponibile come strumento presso l'azienda ma non realmente sfruttato nelle sue piene funzionalità e negli ultimi anni non più aggiornato né dal punto di vista dell'anagrafica delle macchine né della registrazione degli interventi.

Nel mio lavoro descriverò, quindi, come si è preceduto nel ripristino dell'utilizzo del tool, ottimizzandone le funzionalità grazie alla mia collaborazione con Antonella Maciga della società MTM S.r.l. e con gli attori nel campo della manutenzione dell'azienda. Attraverso l'uso ottimale dello strumento Plamai, congiunto ad un'analisi FMECA, è stato possibile individuare azioni correttive, sia a livello progettuale che di gestione della manutenzione, che hanno portato e porteranno a una netta diminuzione dei fermi impianto e ad un conseguente miglioramento della produttività dell'azienda. Tra queste attività presenterò dunque, nell'elaborato alcuni esempi attraverso i quali risulteranno chiari i vantaggi dell'uso ottimale e continuativo di un sistema informativo, quale Plamai, all'interno di un'azienda di medie dimensioni come la Politex.

1 Presentazione del gruppo Freudenberg Politex e dello stabilimento di Novedrate

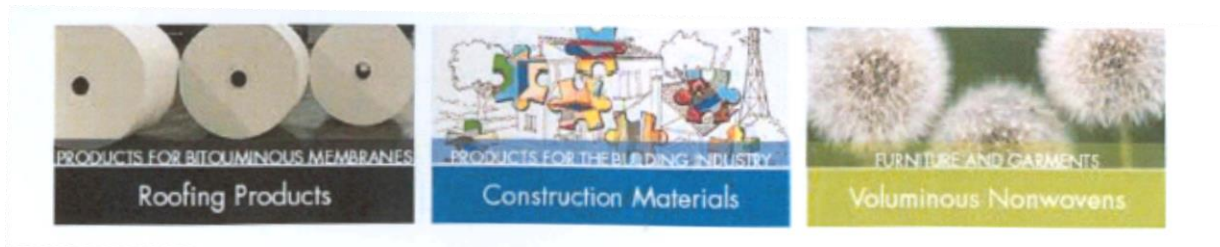
La sede di Novedrate costituisce il nucleo storico dell'attuale realtà multinazionale della Freudenberg Politex appartenente al Gruppo Freudenberg (Weinheim, Germania), che comprende 16 Business Groups operativamente indipendenti, attivi in tutto il mondo in numerosi mercati. La realtà globale dell'azienda comprende vari stabilimenti nel mondo: Novedrate e Pisticci in Italia, Colmar in Francia, Macon negli Stati Uniti, Nizhniy Novgorod in Russia. L'impresa è leader mondiale nella produzione e commercializzazione di nontessuti in poliestere agotrattati, ad alta tenacità, impiegati principalmente come supporti per guaine bituminose destinate all'isolamento e all'impermeabilizzazione dei tetti.



Il gruppo Freudenberg Politex nel Mondo

Fondata nel 1972 presso il sito attualmente denominato Novedrate 1, Politex inizia le proprie attività con la produzione di ovatte in poliestere utilizzate come imbottiture nei settori dell'abbigliamento e dell'arredamento. Qualche anno dopo l'azienda comincia a crescere e viene costruito lo stabilimento di Novedrate 2 all'interno del quale viene posto il quartier generale della società e dove avviene la produzione di membrane bituminose destinate al settore edilizio in particolare per la copertura dei tetti.

Il core business del gruppo è la **Construction Industry** con due segmenti: il **Roofing**, dove i nontessuti sono venduti come rinforzi per le membrane bituminose resistenti all'acqua e i **Materiali di Costruzione**, dove i prodotti finiti sono usati per l'isolamento acustico e termico così come numerose altre applicazioni nella costruzione di edifici e strade. Infine l'offerta del gruppo comprende anche i **Nontessuti Voluminosi** usati come rivestimento nell'industria dell'arredamento e del vestiario.



Offerta del gruppo Politex

La materia prima è costituita da poliestere ottenuto dal riciclo delle bottiglie in PET (polietilene tereftalato) che vengono selezionate, lavate e macinate nel primo impianto dello stabilimento, il **Lavaggio**; successivamente, nel reparto di **Filatura**, le scaglie di poliestere vengono essicate, estruse e filate per ottenere la fibra che, infine, nell'ultimo impianto, reparto **Feltri**, sviluppato su due linee produttive parallele, viene cardata e agugliata per ottenere, attraverso l'azione termica di calandre riscaldate e l'azione chimica di bagni in resina, il prodotto finale, ossia il



nontessuto in poliestere rinforzato con un filo di vetro disposto longitudinalmente rispetto alla fibra e dotato delle caratteristiche di elasticità e tenacità in accordo alle specifiche tecniche di riferimento.

2 Analisi dello stato di fatto dello stabilimento

2.1 Criticità emerse durante il periodo di analisi

Su idea del mio tutor aziendale, dottor Nicola Azzaretti (SEO dello stabilimento Freudenberg Politec di Novedrate) mi è stato possibile trascorrere le prime settimane del periodo di stage all'interno dei tre reparti, dove, grazie al supporto dei capireparto e dei capiturno, ho potuto ricevere un training specifico sul processo produttivo. I primi giorni sono serviti soprattutto a comprendere il ciclo seguito del materiale a partire dalle balle di bottiglie all'ingresso del reparto del Lavaggio fino al prodotto finito in uscita dal reparto Feltri. In un momento successivo mi sono potuta concentrare sull'individuazione le criticità dei tre reparti cercando gli aspetti migliorabili soprattutto riguardo la Gestione della Manutenzione.

Ciò che è emerso da questa prima analisi, che è poi proseguita durante tutto il periodo di svolgimento dello stage, è che, per scelta aziendale, l'obiettivo principale è sempre stato quello di massimizzare la produzione con un forte sfruttamento, in particolare negli ultimi anni, dell'impianto, a discapito della manutenzione. Nella maggior parte dei casi le macchine sono utilizzate al di sopra della loro capacità produttiva di progetto con continue modifiche per migliorarne le performance. Tale politica aziendale, insieme alla contrazione del mercato degli ultimi anni che ha ridotto il margine di guadagno, ha determinato una forte contrazione negli investimenti: la conseguenza è un'inevitabile riduzione del budget di spesa della manutenzione, che si trova così a dover gestire impianti sempre più obsoleti, spinti a lavorare al limite delle loro possibilità.

In tale situazione diventa fondamentale avere una Gestione della Manutenzione forte e organizzata: la pianificazione degli interventi deve essere sviluppata avendo ben chiaro quali sono le risorse reali disponibili, sia in termini di manodopera che in termini di ricambi a magazzino. Essendo evidente, nello stabilimento, la spinta a

ridurre al minimo i fermi impianto che, oltre al costo di riparazione incidono soprattutto in termini di costo di mancata produzione, non è realistico, infatti, pensare che sia possibile avere una gestione della manutenzione prevalentemente correttiva, lasciando alla sensibilità e all'esperienza del manutentore l'analisi tecnica dei fermi e dei guasti senza una precisa programmazione degli interventi.

Negli ultimi anni grossi miglioramenti sono stati raggiunti da questo punto di vista, introducendo fermi impianto periodici (settimanali per il reparto Lavaggio e una volta ogni 10 giorni per il reparto Feltri) durante i quali poter svolgere interventi di manutenzione programmata. Se nel reparto Feltri i lavori vengono programmati già con un'ottica di manutenzione preventiva, con sostituzioni cicliche di componenti critiche dell'impianto, con intervalli di intervento definiti grazie al supporto e all'esperienza dei referenti di manutenzione e degli operatori, a contatto da anni con i macchinari, nel reparto del Lavaggio la criticità è maggiore: la fermata settimanale dell'impianto di circa 8 ore, necessaria per la sostituzione delle lame fisse e rotanti dei mulini, viene sì sfruttata per svolgere interventi di manutenzione anche al resto dei macchinari, ma spesso i lavori non vengono programmati con la precisione richiesta da un impianto che si trova ad operare in una situazione critica come quella del lavaggio.

Altra problematica subito notata all'interno dei reparti riguarda la scarsa registrazione degli interventi e la non reperibilità di informazioni utili quali l'ultima sostituzione di un componente critico piuttosto che modifiche ai macchinari messe in pratica in ottica di miglioramento del processo. L'ottica della registrazione dei guasti e, quindi, dei fermi impianto, era quella di giustificare la mancata produzione; quindi l'indicazione di causa ed effetto del guasto veniva svolta spesso con fretta e superficialità e veniva vista dai capitulo, incaricati della registrazione, come obbligo che comportava una perdita di tempo. In caso di intervento immediato richiesto alla manutenzione il responsabile della produzione chiamava direttamente gli operatori senza nessuna registrazione da entrambe le parti che certificasse l'esecuzione del lavoro e, quindi, fornisse dettagli significativi circa la

causa, il modo e l'effetto del guasto. Non vi era, infatti, in uso nel sito di Novedrate nessun sistema informativo dedicato alla gestione della Manutenzione, quindi i fermi venivano registrati attraverso il software di gestione aziendale BAAN, utilizzato per monitorare la situazione impiantistica con lo scopo essenzialmente di consuntivare i costi e i materiali di ricambio.

Per entrambe le problematiche descritte finora strumento utile che può introdurre un forte miglioramento è proprio il sistema informativo PLAMAI: sfruttando in modo ottimale le risorse del web service l'Ingegneria di Manutenzione ha a disposizione un potente sistema di registrazione e consuntivazione degli interventi correttivi. Attraverso l'analisi del registro degli interventi, che naturalmente necessita di compilazione e aggiornamento continui e puntuali, sfruttando anche l'analisi statistica resa disponibile dal servizio con il calcolo dei KPI più importanti e la generazione di diagrammi di Pareto, è possibile programmare interventi alle macchine di carattere preventivo, con intervalli di tempo ottimali, andando a limitare il numero di guasti nell'arco del tempo con il vantaggio, anche, di poter organizzare in modo più efficace ed efficiente gli interventi da svolgere durante le fermate programmate. Sempre dall'analisi del registro e dei KPI, in particolare attraverso l'osservazione dei Diagrammi di Pareto forniti da PLAMAI, è possibile individuare le macchine più critiche del processo, sulle quali concentrare l'attenzione con l'obiettivo di ridurre i fermi impianto, sia in termini di frequenza dell'evento che in termini di durata del Down Time provocato dal guasto. Trovate le macchine critiche è possibile trovare possibili miglioramenti sia andando ad agire sulla manutenzione, aumentando la frequenza degli interventi preventivi ad esempio, che sulla riprogettazione del componente, individuando soluzioni tecniche che riducano l'occorrenza del guasto. Entrambi i casi verranno trattati, all'interno di questo lavoro, nel capitolo finale, dove verrà descritta l'applicazione di un'analisi FMECA di uno dei componenti critici dell'impianto, sviluppata sfruttando le potenzialità del sistema informativo PLAMAI.



Attraverso il sistema PLAMAI è, inoltre, possibile gestire le richieste di intervento da parte della produzione: altra criticità dello stabilimento è, infatti, la scarsa comunicazione tra le varie aree aziendali. La mia analisi si è concentrata, soprattutto, sulla mancanza di dialogo tra produzione e manutenzione: nei reparti è risultato evidente il disagio nei confronti della manutenzione dal momento che molte delle richieste fatte non erano state portate a termine. Dall'altro lato, in molte situazioni la manutenzione si è trovata a far fronte ad un numero eccessivo di richieste di intervento spesso non chiare e che comportavano tempi prolungati di "ricerca guasto" e individuazione del problema. Lo stabilimento Politex di Novedrate è, infatti, un impianto complesso con tre unità indipendenti, ognuno con le sue caratteristiche e peculiarità: in presenza di chiamate contemporanee dai tre reparti i manutentori, che già si trovavano a lavorare ad organico ridotto, rimanevano spaesati, senza sapere a quali richieste dare la priorità.

Attraverso una debole e rapida pianificazione gli interventi venivano programmati dalla manutenzione, spesso senza consultare né tenere informata la produzione; dall'altra parte tra gli operatori e i capireparto, dal momento che mancava quasi del tutto una comunicazione di ritorno, attraverso la quale loro potessero capire come mai determinati interventi, ritenuti da loro prioritari, non fossero ancora stati portati a termine, si era diffusa una sensazione di sfiducia che portava loro ad evitare di segnalare problemi ed anomalie alle macchine, con la convinzione che le loro richieste non fossero state nemmeno prese in considerazione.

Necessario era dunque consolidare una procedura chiara, che non comportasse lavoro e fatica aggiuntive e che guidasse il meccanismo di richiesta di intervento da parte della produzione fino allo svolgimento dell'intervento da parte della manutenzione, che comprendesse anche una fase dove fondamentale fosse proprio la comunicazione tra le due funzioni, durante la quale ai reparti venissero comunicate le motivazioni dei ritardi nello svolgimento degli interventi richiesti, vuoi per mancanza dei pezzi di ricambio, sovrapposizione di altre attività più urgenti, piuttosto che per la necessità di avere la linea ferma per condurre un'appropriata



ricerca guasto e quindi intervenire, in modo tale da far capire alla produzione che le richieste e segnalazioni degli operatori sono effettivamente prese in considerazione e gli interventi programmati. Tale procedura verrà descritta in uno dei prossimi capitoli: anche per risolvere questa problematica è stato fondamentale il sistema informativo PLAMAI, strumento attraverso il quale poter registrare le richieste, ordinandole in base alla loro priorità, definita congiuntamente da produzione e manutenzione.

L'ultimo punto critico emerso durante le prime settimane è la scarsa partecipazione degli operatori alle attività di manutenzione: attività che potrebbero essere svolte da loro, di supporto alla manutenzione, come ad esempio la pulizia dei macchinari quali vagli e motori, vengono spesso lasciate come onere ai manutentori, le cui attività vengono ritardate fino ad essere, nei casi più estremi, rimandate alla manutenzione successiva, proprio dal momento che le operazioni preliminari come appunto la pulizia del macchinario su cui loro devono intervenire devono essere svolte da loro stessi, prolungando notevolmente i tempi di intervento.

Si è pensato, quindi, di sviluppare una lista di attività di Automantenimento, una serie di compiti assegnati agli operatori di produzione, comprendenti sia le operazioni preliminari alle attività di manutenzione programmata in occasione dei fermi impianto, sia le attività da svolgere giornalmente con lo scopo di tenere l'impianto in condizioni ottimali di pulizia e sicurezza.

Oltre a sgravare la manutenzione di compiti che possono tranquillamente essere portati a termine dagli operatori, che non necessitano di competenze specifiche, si può arrivare, in questo modo, ad avere a disposizione un efficace strumento di diagnostica dello stato delle macchine, ottenendo informazioni utili in un'ottica di manutenzione preventiva e su condizione. Si sfrutterebbe, infatti, in modo ottimale l'esperienza di persone a contatto da anni con l'impianto, che conoscono bene il funzionamento corretto delle macchine e che sono in grado di individuare con precisione le possibili anomalie e criticità.

2.2 Il Lavaggio e le sue criticità

Oltre alle problematiche descritte nel precedente capitolo durante il periodo di training che ho trascorso all'interno del reparto del Lavaggio, sono emerse criticità peculiari di tale parte d'impianto.

Come gli altri due reparti, le macchine del lavaggio lavorano a regime continuo, 24 ore su 24 per 365 giorni all'anno; rispetto ad altre aziende che lavorano su turni di 8 ore, l'impianto è maggiormente sfruttato e la durata della vita dei componenti risulta nettamente minore. Il Lavaggio, inoltre, avendo come materia prima in ingresso le bottiglie di plastica si trova a lavorare dei rifiuti, che introducono inevitabilmente problematiche legate allo scarso stato di pulizia del reparto e forte usura delle macchine che condizionano, quindi, l'affidabilità e la disponibilità dell'impianto.

Inoltre la gestione del materiale in ingresso, gestita dall'Ufficio Acquisto, ha risentito pesantemente della crisi degli ultimi anni, che ha colpito inevitabilmente anche il settore del riciclaggio dei rifiuti: ciò ha spinto l'azienda a lavorare bottiglie sempre meno selezionate e di conseguenza più difficili da trattare. Infatti, se in precedenza venivano trattati lotti provenienti da centri di smistamento italiani, dove l'attenzione alla selezione era elevata, la diminuzione del budget ha portato ad acquistare materiale proveniente da altri Stati europei, la cui qualità è decisamente più bassa, con all'interno maggiori quantità di metalli e materiali inquinanti, portando ad una diminuzione della resa dell'impianto e ad un maggior sfruttamento dei dispositivi di selezione presenti in linea.

Tutto ciò comporta una sollecitazione aggiuntiva per gli impianti produttivi che subiscono un peggioramento dell'ambiente di lavoro e allo stesso tempo devono mantenere alti i livelli di produzione.

A questi aspetti si sommano tutte le problematiche legate alla lavorazione di un materiale di per sé caratterizzato da alte proprietà di usura: il polietilene tereftalato (PET). Frequenti sono, infatti, i fermi impianto e le perdite di produzione dovute



all'usura dei macchinari causati dalle scaglie di PET: molto spesso sono richiesti interventi di saldatura di tubi per il trasporto pneumatico di scaglie, bucati dall'azione del PET che viaggia all'interno ad alte velocità, piuttosto che saldatura o addirittura sostituzione di settori di corazze di ventilatori e soffianti. Questa criticità verrà analizzata e trattata più approfonditamente nella parte finale dell'elaborato dove verranno discussi i miglioramenti che si possono introdurre ragionando su questa caratteristica del materiale lavorato nel processo, sempre nell'ottica di ridurre al minimo i fermi impianto e le richieste di intervento dovute a tale problematica.

Per tutti i motivi elencati il mio lavoro è partito dal ripristino dell'utilizzo del Sistema Informativo Plamai proprio all'interno del reparto del Lavaggio, attraverso una prima fase di aggiornamento del layout supportato da un consulente disegnatore esterno, che mi ha consentito di completare il Registro Asset presente all'interno del sistema, registrando gli interventi correttivi degli ultimi anni, in cui la risorsa era rimasta inutilizzata, attraverso gli ordini del giorno delle fermate di manutenzione, cercando di ricavare informazioni dai Permessi di Lavoro, moduli compilati ad ogni intervento manutentivo all'interno del reparto il cui scopo ha a che fare con la Sicurezza, ma utili comunque alla mia ricostruzione, sia per quanto riguarda le attività di manutenzione ma soprattutto per rilevare i tempi delle operazioni, e utilizzando, infine, i registri degli scarichi dei ricambi da magazzino e le Richieste d'Acquisto di materiale da fornitori che mi sono stati messi a disposizione dal Responsabile del magazzino.

In una fase successiva, sfruttando l'analisi statistica disponibile sul sistema informativo e grazie al supporto di Antonella Maciga di MTM S.r.l mi sono occupata dell'ottimizzazione dei piani di manutenzione preventiva, apportando le modifiche ed integrazioni ricavate proprio dall'analisi dei KPI.

Sfruttando le potenzialità del servizio PLAMAI mi è stato possibile cercare di trovare una soluzione alle criticità descritte nel presente capitolo, concentrandomi, dunque, in un primo momento, sul reparto del Lavaggio per poi passare, in una



fase successiva, all'introduzione della procedura, messa a punto in tale parte d'impianto, anche nei reparti di Filatura e Feltri.

3 Il reparto del Lavaggio

L'impianto del lavaggio ha una capacità produttiva di 100 tonnellate al giorno di bottiglie di plastica che seleziona, lave e macina per ottenere scaglie da vendere e da utilizzare nelle successive lavorazioni negli altri impianti dell'azienda.

I rifiuti plastici provengono da centri di selezione italiani ed esteri. Attraverso delle aste telematiche vengono acquistate balle di bottiglie in PET, ridotte in scaglie nel reparto del Lavaggio con un ritmo produttivo di 3300 kg/h.

La linea di produzione si articola in diverse aree funzionali, in relazione alla diversa tipologia di trasformazione del prodotto.

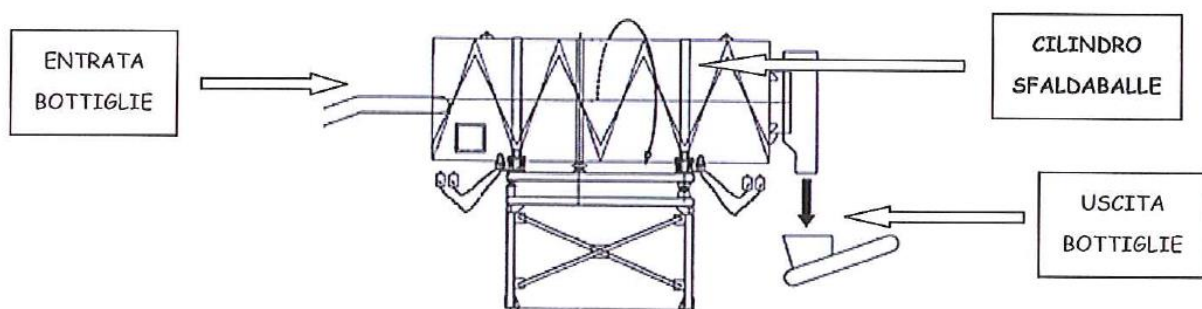
3.1 Debaler trituratore

Le balle vengono caricate su un Dolly e, successivamente sollevate e ribaltate all'interno della macchina denominata Terminator, costituita da un rotore dentato che rompe parzialmente l'imballaggio compresso, lacerando le regge metalliche che tengono assieme le bottiglie. Attraverso l'azione magnetica di un Nastro Deferrizzatore parte del ferro viene separata dalle bottiglie: il campo magnetico generato da un magnete permanente investe infatti il materiale attirando a sé le parti ferrose e trascinandole fino a farle cadere per gravità in una tramoggia e quindi scartate. Una serie successiva di 3 nastri trasporta quindi le bottiglie, parzialmente miscelate, nella buca di carico, che, in caso di malfunzionamento o guasto della macchina Debaler può essere riempita manualmente dagli operatori tenuti a tagliare con attenzione, seguendo l'apposita procedura, le regge di metallo oppure attraverso il ribaltamento automatico dei cassonetti.

La movimentazione, in questa prima parte del ciclo in cui sono trattate le bottiglie intere, avviene attraverso dei nastri trasportatori, costituiti da tappeti metallici o tappeti gommati.

3.2 Vagliatura e selezione esterna

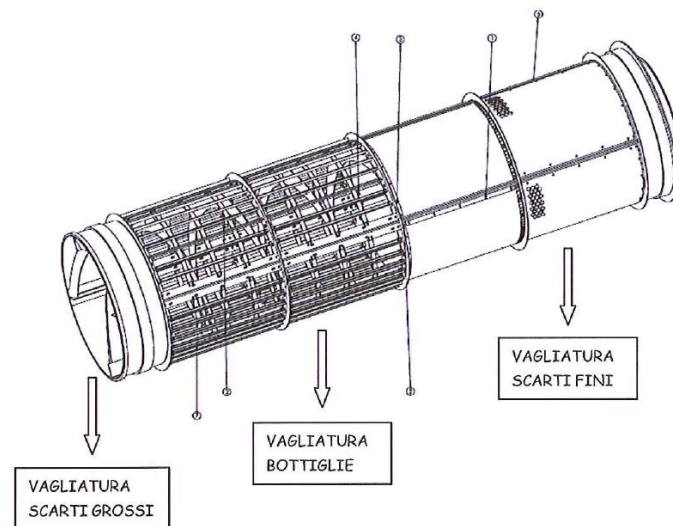
Un nastro di carico porta le bottiglie, che risultano ancora parzialmente compresse, nel Cilindro Sfaldaballe, all'interno del quale avviene un'ulteriore separazione e miscelazione delle bottiglie. Si tratta, infatti, di un cilindro rotante in acciaio con un'elica interna per l'avanzamento bottiglie, con una traversa in acciaio per l'apertura delle balle e due corpi tubolari disposti a croce nei quali rimangono intrappolati gli scarti grossolani come il cellophane. Periodicamente è prevista una fermata tecnica per la sua pulizia. La presenza di questa macchina consente, in caso di guasto al Debaler da cui consegue la necessità di avere un carico manuale delle balle in buca, di avere comunque una parziale miscelazione delle bottiglie.



Schema Cilindro Sfaldaballe

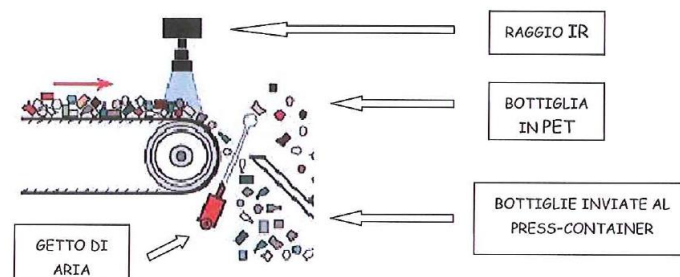
Successivamente attraverso l'azione del Cilindro a Barre vengono eliminati gli scarti più fini come ad esempio lattine, ferro e tappi: i fori delle lamiere presentano maglia decrescente e consentono la fuoriuscita degli scarti per gravità;

l'avanzamento è reso possibile infatti dall'inclinazione dell'asse di rotazione del tamburo. Gli scarti grossolani e fini vengono raccolti attraverso delle tramogge dai due nastri e successivamente scaricati in due cassonetti, poi gettati nei Press Container.



Schema Cilindro a Barre

La fase successiva è quella della selezione esterna: per garantire la qualità del prodotto sono stati inseriti nel processo i NIR Detector (NIR: Near Infra Red), che vagliano il materiale e, sfruttando una fonte luminosa vicina all'infrarosso, sono in grado di stabilire di quale polimero sono costituite le bottiglie che li attraversano, scartando quindi tutto ciò che è diverso da PET e che può essere nocivo al processo.



Schema funzionamento NIR Detector



Nella prima fase le bottiglie passano sotto una lampada che emette un raggio IR; viene rilevato lo spettro del campione e confrontato con gli spettri memorizzati nei software. Se la bottiglie è in PET, un getto d'aria la spinge oltre la buca, sul nastro trasportatore; viceversa la bottiglia viene lasciata cadere. Le bottiglie in PET vengono lasciate passare, mentre quelle in PVC, Polietilene o altri polimeri sono eliminate da un sistema ad aria compressa.

La seconda fase si basa sullo stesso principio della precedente: in questo punto le bottiglie scartate vengono soffiate sul nastro scarti mentre le materie prime riconosciute come PET continuano il percorso verso la fase successiva (selezione negativa).

Più recentemente è stato aggiunto al processo un ulteriore sistema di selezione: il principio di funzionamento è simile a quello dei due Detector già presenti, ma si occupa di analizzare e selezionare ulteriormente il materiale da questi ultimi scartato, consentendo quindi di recuperare una certa percentuale di bottiglie, reinserite nel processo attraverso una soffiante che le scarica sul nastro di uscita dai detector. Ciò che non supera questa selezione viene, invece, convogliato su una serie di Nastri Scarti diretti ai due Press Container.

3.3 Prelavaggio

Le bottiglie, a questo punto del processo, sono ancora sporche: vengono quindi pulite attraverso un Cilindro di Processo rotante. Per mezzo dell'azione di un mix di acqua calda ($T=80^{\circ}$) e soda (al 36 %), e attraverso l'azione di sfregamento, viene lavata la superficie esterna delle bottiglie e vengono parzialmente staccate le etichette e le colle. Filtri specifici e vagli circolari consentono la depurazione dell'acqua sporca eliminando le etichette e lo sporco grossolano per poterla poi in



parte riutilizzare nel medesimo impianto. Gli scarti vengono portati per mezzo di una coclea ai Nastri Scarti diretti nei Press Container.

3.4 Selezione interna

Per diminuire ulteriormente la percentuale di materiale non buono è prevista un'ulteriore stazione di selezione del tutto simile alla precedente. L'obiettivo è quello di ottenere a questo punto del processo un grado di inquinamento inferiore all'1 % andando ad eliminare gli scarti sfuggiti ai precedenti sistemi di detezione.

3.5 Mulini

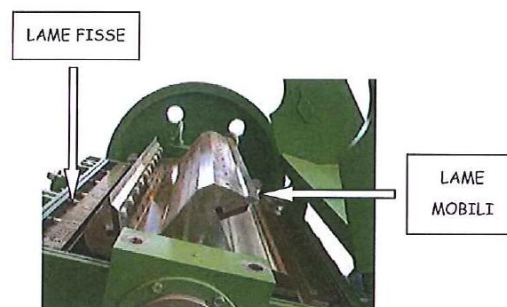
A questo punto del processo la maggior parte degli inquinanti sono stati separati dal PET, ma rimangono ancora delle etichette incollate e i tappi avvitati alle bottiglie. Questi ultimi essendo costituiti di PE Polietilene, materiale non utilizzato nelle successive lavorazioni, possono essere eliminati dal corpo della bottiglia solo attraverso l'azione del mulino.

Le bottiglie sono trasportate da due nastri successivi a due mulini di macinazione che le riducono in scaglie attraverso l'azione di quattro lame fisse montate sullo statore e quattordici lame rotanti montate sul rotore. Affinché l'efficienza di tale trasformazione non diminuisca eccessivamente e che le scaglie prodotte mantengano quindi dimensioni adeguate è previsto un fermo macchina settimanale, il giovedì, pari a 3 ore per ciascuna macchina durante il quale vengono sostituite tutte le lame; inoltre, le lame fisse, essendo più sollecitate a causa della numerosità inferiore rispetto a quelle rotanti, sono sostituite anche il lunedì per un fermo macchina complessivo pari a 4 ore. Quando si interviene su uno dei due mulini l'altro continua a lavorare causando complessivamente un calo di produzione. In occasione della sostituzione completa delle lame, si approfitta del

fermo impianto per svolgere altri interventi di manutenzione programmata e controlli preventivi.

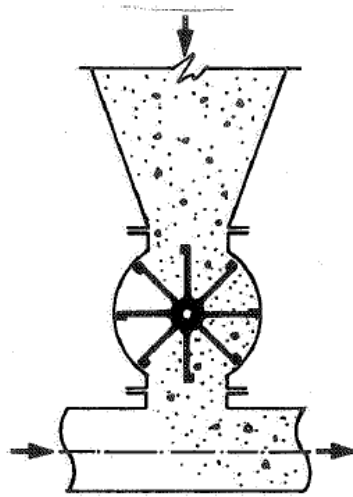
Parte centrale del mio lavoro, come descriverò nei capitoli successivi, è stata proprio l'ottimizzazione della programmazione di tali attività, con l'obiettivo di integrare efficientemente la manutenzione preventiva ai normali interventi di manutenzione, inserendo ciclicamente controlli periodici in particolare alle macchine risultate dalla mia analisi più critiche e migliorando la gestione delle richieste di intervento da parte della produzione attraverso un meccanismo di assegnazione di priorità definite congiuntamente da capireparto, capitulo e manutenzione, attraverso le figure dei referenti elettrici e meccanici.

I mulini rappresentano lo spartiacque dell'impianto: prelavaggio dove vengono trattate bottiglie intere e lavaggio dove vengono lavorate le scaglie. La movimentazione del materiale in questa seconda fase del processo avviene per via pneumatica attraverso l'utilizzo di ventilatori e valvole stellari dal momento che le scaglie sono molto leggere. Il prodotto della macinazione è poi filtrato da una griglia posta sul fondo di ogni mulino: se la scaglia ha raggiunto la dimensione corretta passa attraverso i fori della griglia e sono raccolte, in seguito ad una prima centrifugazione, in una tramoggia, altrimenti vengono rimacinate finché la loro granulometria non è adeguata. La centrifugazione a flusso radiale ha il compito di eliminare l'acqua di macinazione dalle scaglie, scaricandola nel pozzetto di raccolta.



Mulini: lame fisse e lame mobili

Il materiale viene quindi trasportato per via aerea per mezzo di ventilatori fino a riunirsi in un'unica linea per mezzo di un ciclone, componente meccanico a cui è affidato il compito di separare le particelle solide dall'aria: le scaglie entrando in un grosso contenitore conico perdono la loro energia cinetica e cadono per gravità mentre l'aria esce dall'alto. In fondo al ciclone è posta una valvola stellare che alimenta con continuità il condotto aereo per il trasporto delle scaglie ai silos della zona di lavaggio, impedendo allo stesso tempo che l'aria del ventilatore rimandi indietro le particelle solide.



Schema funzionamento Valvola Stellare

3.6 Lavaggio

I silos presenti nella zona del lavaggio fungono da buffer dividendo in due parti l'impianto. Questo consente, nel caso in cui fossero necessari interventi di manutenzione nella parte del prelavaggio, di mantenere costante la produzione a valle assicurandosi che i silos siano sufficientemente pieni.

La lavorazione successiva viene effettuata da quattro Mixer di Lavaggio, lavatrici delle scaglie di PET. Il materiale viene lavato in continuo a caldo con l'aggiunta di prodotti chimici detergenti: un sistema elettronico consente di mantener costante il grado di riempimento delle macchine, garantendo anche il corretto tempo di permanenza. Questa operazione porta benefici in termini di qualità del prodotto,

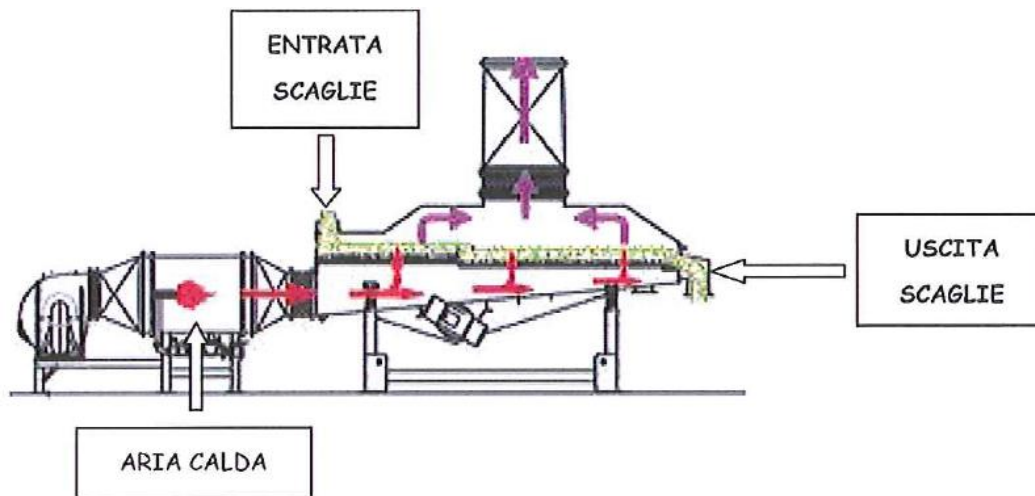
infatti più il materiale sta al caldo e viene frizionato, più viene lavato. Un'altra caratteristica di questa fase è che l'acqua di processo viene continuamente rinnovata, non solo perché arriva sempre acqua fresca, ma anche perché a tali macchine è abbinato uno speciale filtro in grado di rigenerare perfettamente il liquido con un risparmio sul consumo di acqua e di energia per riportare il liquido alla temperatura di processo.

Al lavaggio segue l'azione di asciugatura effettuata in successione da tre centrifughe, le ultime due poste in serie e seguite a valle da un ventilatore di rilancio che porta le scaglie centrifugate verso le fasi successive della lavorazione. L'acqua viene recuperata e riportata alla vasca 33 dove viene preparata anche la miscela di acqua e detergente per il lavaggio.

3.7 Flottazione e Essiccamento

Lo step successivo corrisponde alla vasca di flottazione. Il PET di sua natura è pesante (peso specifico=1,4 g/cm³) e tende ad affondare nell'acqua, mentre gli inquinanti che sono presenti nella bottiglia, come il tappo in PE e le etichette in Poliolefine, galleggiano. Può succedere che le scaglie di PET rimangano intrappolate in bolle d'aria create da residui di schiuma rimanendo così in superficie, perciò la vasca è provvista di un'apposita palettatura rotante. Le scaglie di PE, non utilizzate dall'azienda nel processo, vengono raccolte in un vibrovaglio dove l'acqua viene separata dalla scaglia e, in seguito, insaccate per essere vendute ad altre aziende che ne fanno uso.

Invece il materiale rimasto sul fondo viene prima centrifugato e successivamente asciugato da un Essicatore, costituito da una batteria di riscaldamento costituito da resistenze elettriche, un ventilatore per la circolazione di aria e un canale vibrante di trasporto in lamiera forata per consentire il passaggio di aria calda. L'acqua viene ancora una volta recuperata e successivamente filtrata e trattata.



Schema di Funzionamento Essicatore

3.8 Uscita Lavaggio

Tale parte di impianto ha due funzioni principali: separare i corpi metallici e uniformare la dimensione delle scaglie.

Infatti, molto spesso, succede che insieme alla plastica vengano macinate anche lattine, molle ed altri componenti che vanno a fondo con il PET a causa del loro peso specifico maggiore rispetto a quello dell'acqua. I corpi metallici mescolati insieme alle scaglie possono essere di due tipi: ferromagnetici e non ferromagnetici. Per eliminare i materiali metallici le scaglie attraversano innanzitutto un Separatore Aerodinamico, macchina all'interno della quale le scaglie scendono dall'alto seguendo un percorso ad S, il materiale più leggero, costituito da polverino e da residui di etichette attaccato alle curve e viene aspirato per mezzo di un ventilatore; in fondo al separatore è presente un tamburo magnetico rotante al quale rimangono aggrappati gli scarti metallici eliminati dal processo attraverso una soffiante e una valvola stellare, che sarà oggetto nella parte finale del mio lavoro di un'analisi data la sua criticità. In una fase successiva, viene utilizzato un particolare nastro costituito da un rotore magnetico con linee di campo a polarità alternata posto in rotazione ad alta velocità all'interno di un tamburo attorno a cui scorre un nastro trasportatore generando così un campo magnetico alternato.



Quando il materiale che scorre sul nastro raggiunge l'estremità in cui è sito il rotore le componenti metalliche non ferromagnetiche, risentendo della forza di repulsione indotta dal campo magnetico vengono eliminate dal rimanente prodotto. Alla fine del nastro la parte metallica viene raccolta e scartata come MD, ma solo dopo essere stata rianalizzata attraverso l'azione di una serie di Metal Detector in modo da recuperare materiale buono erroneamente scartato.

Le scaglie vengono caricate attraverso una serie di coclee su di un vibrovaglio con una griglia caratterizzata da una specifica granulometria: le scaglie di dimensioni adeguate cadono in una prima tramoggia, mentre le scaglie di dimensioni maggiori rispetto ai fori della griglia devono essere sottoposte ad una seconda macinazione, questa volta a secco. L'altra macchina importante della stazione è, infatti, proprio il mulino di seconda macinazione, più piccolo rispetto ai mulini della fase precedente, impiegato per uniformare il più possibile la granulometria delle scaglie. Infatti le lame del mulino della prima macinazione si consumano con il passare del tempo, perdendo la loro efficienza iniziale dal momento che il filo di taglio è soggetto ad una forte usura rendendo quindi necessaria un'ulteriore macinazione.

3.9 Pesatura, Insacco e Flakes Sorter

Il materiale selezionato dal vibrovaglio e lavorato dal mulino piccolo viene raccolto da due valvole stellari e soffiato verso l'ultima stazione del reparto del Lavaggio, quella più recente come installazione: l'area Flakes Sorter, costituita da due Sorter posti in parallelo che sottopongono le scaglie ad una ulteriore e più precisa selezione, in modo da ridurre il più possibile la percentuale di inquinanti, andando a migliorare la qualità complessiva del prodotto finale del reparto aumentando l'efficienza del processo.



Nell'ultima fase del processo è presente un vaglio che ha lo scopo di recuperare il polverino ancora presente sul prodotto finito e mandarlo all'insacco dedicato. Dopo la vagliatura, un sistema di celle di carico, pesa in continuo le scaglie di PET che, a seconda delle esigenze dell'impianto possono essere inviate tramite soffianti ai tre Silos di alimentazione del "Reparto Filatura" oppure insaccate per essere vendute a ditte esterne o spedite ad altri stabilimenti Politec.

Polverino, MD e scaglie destinate all'insacco vengono insaccati in big bag, immagazzinate in apposito deposito ed identificate con etichetta con codice a barre.

4 Presentazione del servizio informativo PLAMAI

Il sistema informativo Plamai è una risorsa innovativa di outsourcing della gestione della manutenzione preventiva fruibile via web attraverso il portale www.plamai.com offrendo alle aziende diverse funzionalità, tra le quali:

- Catalogazione e gestione degli Asset tecnico-produttivi
- Pianificazione e controllo degli interventi di manutenzione
- Programmazione degli Ordini di Lavoro (schedulazione e pianificazione in base alle disponibilità e alle priorità degli interventi, consuntivazione delle attività di manutenzione)
- Registrazione degli interventi completa di analisi statistiche (diagrammi di Pareto)
- Miglioramento della gestione della manutenzione (analisi Fmeca)

Il servizio messo a disposizione da MTM/plamai.com fornisce un percorso guidato a cui far riferimento per l'individuazione e lo sviluppo di una politica di manutenzione. I profili di analisi a disposizione sono differenziati in base alle diverse tipologie e classi di informazioni fornite dal Servizio di Manutenzione dello stabilimento.

I servizi offerti dal software sono:

- **Asset Register:** Codifica delle Macchine e degli Impianti in modo Gerarchizzato. Più dettagliato è il registro fornito dall'azienda più dettagliato sarà il Piano di Manutenzione fornito da Plamai, punto di partenza delle future analisi e ottimizzazioni
- **Maintenance and Inspection Plans:** Definizione di specifici Piani di Ispezione e Manutenzione Preventiva, con relativi piani operativi e Sviluppo di Analisi di Criticità delle Macchine con relativa definizione delle politiche manutentive e delle priorità degli interventi
- ✓ **Maintanability + Support Service:** l'analisi di **Maintainability** ha come obiettivo quello di fornire una stima il più possibile completa del Tempo

di Manutenzione Preventiva (Preventive Maintenance Time, PMT), richiesto per eseguire l'Ordine di Lavoro. Il PMT verrà valutato nel modo seguente: Tempo di Messa Fuori Servizio (Take Out of Service Time, TOST) + Tempo Attivo di Manutenzione Preventiva (Active Preventive Maintenance Time, APMT) + Tempo di Rimessa in Servizio (Bring Into Service Time, BIST)

- ✓ **RAMS/RCM:** le analisi RAMS (Reliability, Availability, Maintainability and Safety) hanno come obiettivo quello di ottimizzare il Piano di Manutenzione sia in termini di Affidabilità, Disponibilità, Maintainability e Sicurezza, che in termini di Carico di Lavoro: Le Analisi RAMS sono sviluppate attraverso i seguenti step:
 1. Raccolta dati affidabilistici, per poter identificare i modi di guasto, i ratei di guasto, i tempi di riparazione, etc;
 2. Failure Modes and Effects Analysis (FMEA), per poter valutare l'impatto di ogni modo di guasto in termini di Sicurezza, Asset/Produzione ed Ambiente;
 3. Analisi Maintainability per la Manutenzione Correttiva, per poter valutare la perdita di produzione e la Disponibilità dell'Impianto;
 4. Analisi di Criticità per poter definire un livello di criticità e quindi applicare l'approccio Reliability Centered Maintenance (RCM).

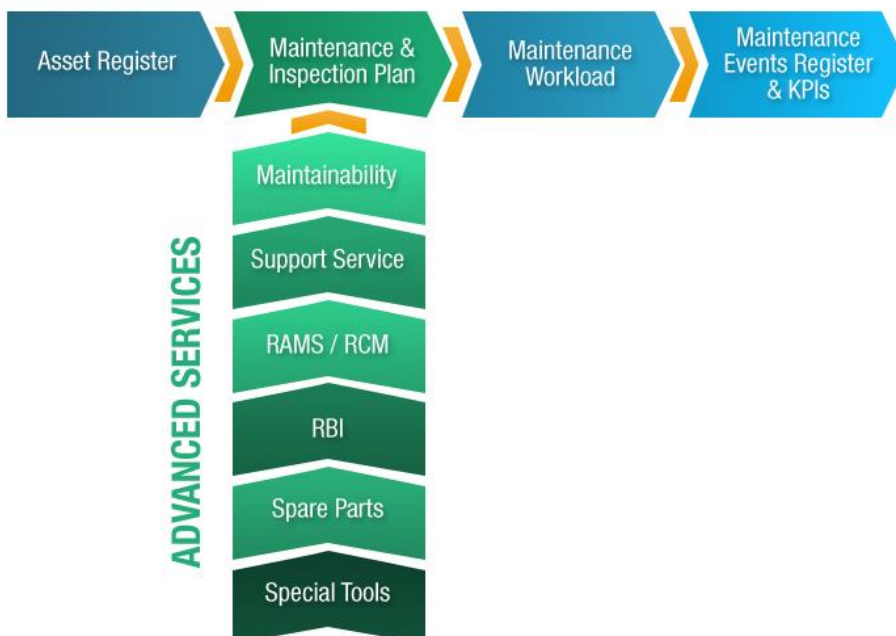
- ✓ **RBI:** l'Analisi Risk Based Inspection ha come obiettivo quello di definire le strategie di ispezione sulla base del Leakage Criticality, secondo lo Standard API 581

- ✓ **Spare Parts e Special Tools:** Ottimizzazione della gestione dei Materiali e dei Ricambi; a ciascun Ordine di Lavoro vengono associate le parti di ricambio e gli strumenti necessari per portare a termine l'attività di manutenzione programmata, la valutazione degli Spare Parts e degli

Special Tool verrà inclusa nella valutazione del Carico di Lavoro di Manutenzione Preventiva

- **Maintenance Workload:** dato il Piano di Manutenzione e Ispezione sviluppato, viene indicata per ogni attività il relativo Centro di Costo, in modo da poter valutare il Carico di Lavoro di Manutenzione
- **Maintenance Event Register & KPIs:** registro di manutenzione attraverso il quale è possibile tenere traccia di tutti gli Eventi di Manutenzione dell'Impianto (sia Correttivo che Preventivo) per poterne analizzare l'affidabilità e la disponibilità dei singoli Equipment (KPI)

BASIC SERVICES



5 CMMS e www.plamai.com

Per imprese con impianti produttivi risulta opportuno che le stesse si dotino di un Sistema Informativo che faciliti lo svolgimento delle attività di manutenzione. Il CMMS (Computer Maintenance Management System) è utilizzato per la gestione di tutte le attività di programmazione, coordinamento, registrazione e consuntivazione degli interventi di manutenzione. Inoltre rappresenta la base da cui parte l'analisi svolta dall'Ingegneria di Manutenzione.

5.1 Gestione degli Asset

Uno degli elementi fondamentali della progettazione degli interventi di manutenzione è il censimento degli oggetti di manutenzione secondo una logica di catalogazione flessibile, contenente tutte le informazioni tecniche e gestionali necessarie per la definizione dei Piani di Manutenzione.

Gli asset non sono "beni statici" ma evolvono nel tempo, perciò il Sistema Informativo di Manutenzione deve consentire la gestione delle informazioni utili a descrivere l'ambiente oggetto di manutenzione tramite un'anagrafica dell'impianto. Il processo di censimento deve essere effettuato secondo i seguenti passi:

- **Analisi e definizione dei beni tipo:** attività che richiede una buona conoscenza dei beni stessi per poterli suddividere in famiglie che abbiano caratteristiche simili
- **Definizione degli attributi di ogni Asset:** si definiscono le caratteristiche dei beni, anche attraverso la consultazione dei Manuali di Istruzione dei macchinari
- **Definizione delle location degli Asset:** suddivisione dello spazio geografico occupato dagli equipment in spazi circoscritti di dimensioni adeguate a identificare opportunamente il bene

- **Censimento degli equipment:** fase più o meno onerosa a seconda del livello di dettaglio che si vuole ottenere e al tempo stesso delicata perché un errore o un censimento incompleto può portare ad una popolazione errata o incompleta nel database
- **Valutazione dello stato dell'equipment:** è opportuno valutare lo stato delle apparecchiature sia dal punto di vista manutentivo che della sua vita residua

La catalogazione degli oggetti di manutenzione ha come obiettivo principale il soddisfacimento delle seguenti esigenze:

- Migliore strutturazione delle informazioni tecniche e gestionali
- Ottimizzazione dei criteri di gestione degli acquisti e dei materiali
- Individuazione delle criticità funzionali dell'impianto
- Ottimizzazione delle attività funzionale del Servizio Manutenzione

Inoltre la catalogazione degli oggetti di manutenzione, strutturata gerarchicamente, consente di avere una chiara ed univoca definizione dell'aggregazione funzionale degli oggetti di manutenzione e una veloce e semplice individuazione dell'oggetto di manutenzione (di qualsiasi livello e tipo) all'interno della struttura gerarchica dell'impianto.

All'interno del tool informatico messo a disposizione da Plamai l'anagrafica di impianto si sviluppa attraverso le funzionalità del **Registro Asset**. La logica secondo cui è stata individuata la strutturazione del catalogo degli oggetti è la divisione in livelli gerarchici:

- ✓ LIVELLO 1: area dell'impianto
- ✓ LIVELLO 2: linea
- ✓ LIVELLO 3: item (inteso come macchina)



- ✓ LIVELLO 4: sub-item (componenti della macchina)

Ad ogni livello l'identificazione dell'oggetto è resa univoca mediante l'attribuzione di un codice e di una corrispondente descrizione che individua la natura dell'intervento manutentivo da svolgere sull'oggetto (elettrico, meccanico..).

Esempio:

ITEM MAF 101: nastro trasportatore di carica

SUB ITEM E001_101: motore elettrico del nastro MAF 101

I dati, una volta trasmessi dall'utente al servizio MTM/plamai vengono caricati sul sito dove è possibile individuare l'anagrafica di tutte le parti dell'impianto rappresentate con la classica struttura ad albero.

Le informazioni che servono sono solo le seguenti:

Informazioni Obbligatorie:

- **Item TAG:** il codice (l'etichetta o un qualsivoglia codice adatto all'identificazione) dell'Item
- **Parent TAG:** il codice (l'etichetta o un qualsivoglia codice adatto all'identificazione) del padre dell'Item
- **Descrizione dell'Item:** la descrizione dettagliata dell'Item
- **Disciplina dell'Item:** ad esempio, M di Meccanica per le Pompe, E di Elettrica per i Motori Elettrici
- **Tassonomia:** un codice per identificare la classe dell'Equipment (ad esempio, EDEM per i Motori Elettrici)
- **Categoria dell'Item:** una ulteriore classe dell'Equipment al fine di identificare meglio l'Item (ad esempio, Motore Elettrico 5-15 kW); questo è un passaggio

chiave per definire le relative Attività di Manutenzione e per valutarne il corretto impatto in termini di ore uomo

- **Il prodotto trattato è pericoloso?**
- **L'Item è coibentato?**
- **L'Item è facilmente accessibile?**

Informazioni Facoltative ma consigliate

- **Area dell'Impianto:** Area dell'Impianto (o il relativo Fornitore) a cui appartiene l'Item
- **FFU:** Unità Funzionale dell'Item
- **Treno:** Treno dell'Item
- **Area di Rischio:** Area di Rischio dove l'Item è installato (Rossa, Gialla, Verde) secondo quanto determinato dalle valutazioni del QRA (Quantitative Risk Analysis)
- **Produttore:** Informazioni relative al Produttore dell'Item
- **Modello:** Modello dell'Item
- **Documento di Riferimento:** qualunque altra informazione utile (disegni, manuali di istruzione, P&I per impianti o servizi, specifiche per componenti...)

Nel catalogo sono inoltre disponibili informazioni relative a **Reliability, Availability, Maintainability e Safety Analysis e Risk Based Inspection** attraverso gli indicatori calcolati direttamente dal sistema a partire dai dati raccolti attraverso la registrazione puntuale degli interventi: **MTR, MTBF e Disponibilità**, calcolati secondo le seguenti modalità.

KPI	Descrizione
MTBF	<p>WorkingTime/Repairs</p> <p>Dove:</p> <ul style="list-style-type: none"> WorkingTime = numero di ore Totali in cui l'Item ha lavorato finora (ore di produzione lavorate dalla Data di Avvio dell'Impianto/Area/Item, al momento corrente); Repairs = Numero Interventi registrati di Mntz. Correttiva.
MTTR	<p>TotalCM/Repairs</p> <p>Dove:</p> <ul style="list-style-type: none"> TotalCM = \sum ore di Fermo Macchina degli Interventi registrati di Mntz. Correttiva; Repairs = Numero Interventi registrati di Mntz. Correttiva.
Disponibilità	<p>$((WorkingTime - Total) / WorkingTime) \times 100$</p> <p>Dove:</p> <ul style="list-style-type: none"> WorkingTime = numero di ore Totali in cui l'Item ha lavorato finora (ore di produzione lavorate dalla Data di Avvio dell'Impianto/Area/Item, al momento corrente); Total = \sum ore di Fermo Macchina degli Interventi registrati di Mntz. Correttiva, Mntz. Preventiva, Mntz. Ordini di Lavoro.

Definizione calcolo KPI

Di seguito viene riportato un esempio di registro degli asset con la corrispondente strutturazione standard fornita direttamente dal servizio MTM/Plamai.com, nella quale sono stati inseriti i dati e le informazioni degli item per l'impianto in oggetto.

REGISTRO ASSET

Cliente: Politec | Impianto: Lavaggio | Area: SCARTI






Path: MAF_1113

DETTAGLIO ASSET SELEZIONATO											
Codice Item	Disciplina	Tassonomia	Descrizione dell'Item	Categoria dell'Item	P	C	A	FFU	Area di Rischio	Dati	Allegati caricati
MAF 1113	M - Meccanica	NTRZ - Nastro Trasportatore	Nastro trasporto scarti	Nastro trasportatore	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SCR	■	MTBF: 1915.20 MTTR: 3.62 Disponibilità: 99.81	01/10/2008 0.00:00

ELENCO FIGLI ASSET SELEZIONATO											
Codice Item	Disciplina	Tassonomia	Descrizione dell'Item	Categoria dell'Item	P	C	A	FFU	Area di Rischio	Avvio Impianto	Allegati caricati
E001_1113	E - Elettrica	EDEM - Motore Elettrico	Motore	Electric motor 0-4 kW	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SCR	■	01/10/2008 0.00:00	
M001_1113	M - Meccanica	MRID - Motoriduttore	Riduttore	Motoriduttore	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SCR	■	01/10/2008 0.00:00	
M002_1113	M - Meccanica	TMTR - Tamburo Traino	Tamburo di traino	Tamburo di Traino	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SCR	■	01/10/2008 0.00:00	
M003_1113	M - Meccanica	TMCO - Tamburo Condotto	Tamburo condotto	Tamburo Condotto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SCR	■	01/10/2008 0.00:00	
M004_1113	M - Meccanica	CUSC - Cuscinetto	Cuscinetto	Cuscinetto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SCR	■	01/10/2008 0.00:00	

Schermata Plamai: Registro Asset

A fianco di ogni item e sub-item viene indicata la presenza di piani di manutenzione preventiva ad essi associati e la registrazione di interventi correttivi e preventivi secondo la seguente legenda:

Significato:	
	Presenza di Piano di Manutenzione Preventiva - come Item Principale. Se cliccata, rimanda direttamente al Piano.
	Presenza di Piano di Manutenzione Preventiva - Item Secondario. Se cliccata, rimanda direttamente al Piano.
	Presenza di Interventi Correttivi Registrati associati. Se cliccata, aprirà la maschera degli Interventi Registrati, filtrata per l'Impianto-Area-Item selezionato & Tipo Intervento = Correttiva.
	Presenza di Interventi Preventivi Registrati associati. Se cliccata, aprirà la maschera degli Interventi Registrati, filtrata per l'Impianto-Area-Item selezionato & Tipo Intervento = Preventiva.
	L'Item è un Bad Actor. Se cliccata, aprirà la maschera di Analisi dei Bad Actor.

Legenda simboli Registro Asset

5.2 Programmazione e Pianificazione della Manutenzione

La programmazione ottimizzata degli interventi rende l'organizzazione della manutenzione più efficace ed efficiente rispetto ad una situazione nella quale le attività di manutenzione non vengono programmate con attenzione.

E' possibile, infatti, attraverso l'esecuzione di un lavoro programmato ottenere una notevole riduzione dei tempi morti ed è quindi ragionevole affermare che la convenienza della programmazione del lavoro è direttamente proporzionale alla durata dell'intervento.

La manutenzione preventiva viene definita nei suoi elementi fondamentali nei piani pluriennali di manutenzione. Da ciò risulta che larga parte dei lavori sono ripetitivi, perciò è possibile la **standardizzazione** dei lavori di manutenzione. La formulazione degli standard di lavori consiste nel determinare le varie attività, la loro durata e successione nel tempo e assegnare a ciascuna di esse la tipologia e il numero di risorse necessarie.

Per comprendere meglio cosa significhi standardizzare è opportuno suddividere il processo di manutenzione nelle seguenti attività:

- Ispezioni: standardizzare le ispezioni significa determinare come e quando misurare un certo parametro e come correlare queste misure allo stato di salute della macchina
- Operazioni di manutenzione routinarie: si standardizzano le operazioni di pulizia e di set-up delle macchine
- Standard di lavoro: la standardizzazione delle procedure di lavoro include metodi, tempi e risorse necessarie alle varie attività

Una volta individuate le specialità esecutrici, occorre collocare nel tempo le varie attività in funzione della disponibilità di risorse rispetto ai tempi richiesti. Tale attività è definita schedulazione e genera il programma di manutenzione. La schedulazione delle attività di manutenzione si può suddividere secondo un approccio temporale in:

- Schedulazione a lungo termine o pianificazione: prevede un orizzonte temporale minimo di un mese fino ad un anno e permette di avere la visibilità delle attività critiche che devono essere pianificate per tempo con l'obiettivo di assicurare l'affidabilità degli impianti a lungo termine. Occorrerà quindi classificare i lavori in ordine di priorità e stimarne approssimativamente la durata in modo da rendere compatibili i piani manutentivi con quelli produttivi
- Schedulazione a breve termine o programmazione: si basa sui programmi di manutenzione e sulla lista dei lavori per individuare le attività previste giornalmente e settimanalmente. Con un orizzonte temporale così breve si hanno a disposizione i risultati delle ispezioni e le richieste di piccole modifiche da parte della produzione, risulta quindi possibile schedulare lo



svolgimento reale delle attività di manutenzione integrando così la pianificazione

Sulla base delle informazioni fornite direttamente dall'utente con la compilazione dell'Asset Register, completo della descrizione delle macchine integrata dall'interpretazione delle informazioni contenute nei manuali di utilizzo e l'esperienza maturata in anni di attività svolta da esperti senior di manutenzione per diverse tipologie di impianto, il servizio MTM/plamai è già in grado di fornire una prima "bozza" del Piano di Manutenzione calendarizzato consultabile nella sezione Pianifica.

Per ciascuna data viene allocato l'intervento corredato di attività, frequenza e ordine di lavoro con i dettagli delle procedure da svolgere compresa la messa in sicurezza della macchina. Con il passare del tempo e quindi la creazione di uno storico dei fermi e dei guasti, tale "bozza" sarà perfezionata e calibrata sulle specifiche esigenze di ciascun item.

Quando anche si presentassero delle difficoltà iniziali relative alla definizione delle periodicità e del contenuto dei Piani di Manutenzione Preventiva la formazione di uno storico dei fermi e dei guasti permette di apportare successive modifiche ed integrazioni in modo tale che, al termine di un ciclo di manutenzione (solitamente un anno) si possa definire ed attuare una politica di manutenzione sostenibile per l'impresa ed in linea con le sue effettive esigenze.

Il **Piano di Manutenzione** prende in considerazione tutto il ciclo di vita del bene, fino alla sua dismissione. Si articola generalmente in 4 intervalli selezionati sulla base dell'esperienza del comportamento a guasto dell'entità e dal giusto compromesso con il contenuto dei manuali di uso e manutenzione (molto spesso eccessivamente cautelativi) forniti dal costruttore.



La struttura generale dei piani di manutenzione forniti dal servizio MTM/Plamai è la seguente:

1. Cadenza 1/2 mesi: si eseguono i controlli visivi del corretto assetto della macchina, dello stato di degrado dei singoli componenti e i vari rabbocchi di lubrificante
2. Cadenza 6 mesi: si eseguono, oltre ai controlli del punto primo, anche la sostituzione delle parti più soggette ad usura
3. Cadenza 1/2 anni: ciclo di ispezione minore con la completa sostituzione dei lubrificanti
4. Cadenza 4 anni: revisione generale della maggior parte dei componenti

Schematicamente l'attuazione del contenuto del piano di manutenzione si articola nelle seguenti attività:

- Compilazione del Permesso di Lavoro
- Fermata e consegna della macchina (a cura del personale di produzione)
- Messa in sicurezza con lock-out elettrico e tag-out
- Intervento di manutenzione
- Rimozione dei dispositivi di sicurezza temporanea
- Start-Up della macchina
- Prove e verifiche del corretto funzionamento (svolgimento di eventuali controllo predittivi)
- Chiusura del foglio di lavoro e consegna della macchina alla produzione

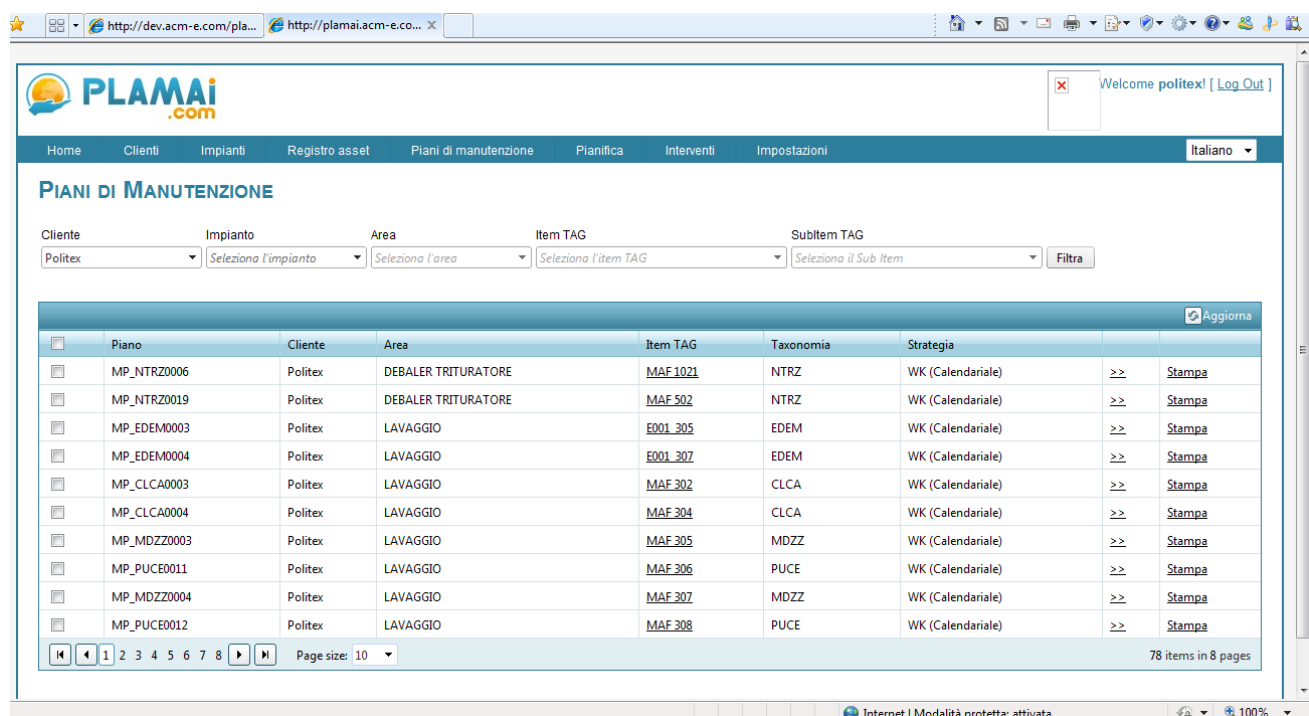
Per ciascun piano sono indicate le specializzazione del Servizio Manutenzione richieste (meccanico, elettricista, operatore di produzione..), il numero di persone ed il carico di lavoro espresso in ore/uomo, distinguendo tra manodopera interna e manodopera esterna.

Il servizio MTM/plamai per tale scopo mette a disposizione nella sezione Valutazione del Carico di Lavoro un'analisi degli specialisti necessari per i corrispondenti interventi completata da una valutazione del Tempo di Messa Fuori Servizio, Tempo di Task Principale (intervento vero e proprio) e Tempo di Rimessa in Servizio

È possibile inoltre specificare nel piano quali pezzi di ricambio sono necessari per i vari task, quali utensili e DPI servono per portare a termine le attività nel modo migliore e secondo le normative di sicurezza vigenti.

Questo facilita e rende efficiente l'organizzazione della manutenzione in quanto, in fase di pianificazione delle attività di manutenzione che avviene compilando l'Ordine del Giorno, è possibile verificare, stampando il piano di manutenzione preventiva, che a magazzino siano disponibili tutti gli spare parts e gli attrezzi necessari per compiere l'intervento, ordinando in anticipo ciò che manca, evitando di rimandare l'attività a causa di mancanza di materiale.

Nella sezione Piani di Manutenzione è possibile visualizzare e stampare, per ogni Item inserito nel Registro Asset, il Piano di Manutenzione ad esso associato:



The screenshot shows the PLAMAI web application interface. At the top, there is a navigation menu with options: Home, Clienti, Impianti, Registro asset, Piani di manutenzione, Pianifica, Interventi, Impostazioni. The current page is titled "PIANI DI MANUTENZIONE". Below the title, there are several dropdown menus for filtering: Cliente (Politex), Impianto (Seleziona l'impianto), Area (Seleziona l'area), Item TAG (Seleziona l'item TAG), and SubItem TAG (Seleziona il Sub Item). A "Filtra" button is next to these menus. Below the filters is a table with the following columns: Piano, Cliente, Area, Item TAG, Taxonomia, Strategia, and a "Stampa" button. The table contains 10 rows of data. At the bottom of the table, there is a "Page size: 10" dropdown and a "78 items in 8 pages" indicator.

Piano	Cliente	Area	Item TAG	Taxonomia	Strategia	Stampa
MP_NTRZ0006	Politex	DEBALER TRITURATORE	MAF 1021	NTRZ	WK (Calendariale)	Stampa
MP_NTRZ0019	Politex	DEBALER TRITURATORE	MAF 502	NTRZ	WK (Calendariale)	Stampa
MP_EDEM0003	Politex	LAVAGGIO	E001_305	EDEM	WK (Calendariale)	Stampa
MP_EDEM0004	Politex	LAVAGGIO	E001_307	EDEM	WK (Calendariale)	Stampa
MP_CLCA0003	Politex	LAVAGGIO	MAF 302	CLCA	WK (Calendariale)	Stampa
MP_CLCA0004	Politex	LAVAGGIO	MAF 304	CLCA	WK (Calendariale)	Stampa
MP_MDZZ0003	Politex	LAVAGGIO	MAF 305	MDZZ	WK (Calendariale)	Stampa
MP_PUCE0011	Politex	LAVAGGIO	MAF 306	PUCE	WK (Calendariale)	Stampa
MP_MDZZ0004	Politex	LAVAGGIO	MAF 307	MDZZ	WK (Calendariale)	Stampa
MP_PUCE0012	Politex	LAVAGGIO	MAF 308	PUCE	WK (Calendariale)	Stampa

Schermata Plamai: piani di Manutenzione dei singoli Item

Selezionando il singolo Piano, è possibile accedere al dettaglio dei Task, Ricambi, Utensili, consumabili, Item Secondari e Attributi Secondari ad esso associati.

The screenshot displays the PLAMAI web application interface. At the top, there is a navigation menu with options like Home, Clienti, Impianti, Registro asset, Piani di manutenzione, Pianifica, Interventi, and Impostazioni. The main section is titled "PIANI DI LAVORO". Below this, a summary box provides details for a specific maintenance plan: "Piano di manutenzione: MP_NTRZ0006 - Nastro Trasportatore". It lists the client (Politex), plant (Lavaggio >> DEBALER TRITURATORE), item (MAF 1021 - Nastro defferizzatore), and other attributes like "Pericoloso: No", "Accessibile: Si", and "Note PM: Componenti: Motore Elettrico <=15kW; Riduttore; Tamburo di traino; Tamburo condotto; Cuscinetto; Supporto cuscinetto; Tappeto gommato (senza bavetta) N: PM originario: MP_NTRZ0002".

No.	Piano	Descrizione	Tipo attività	Frequenza	Priorità	Origine	Tipo piano di lavoro	Produttore	Modello	Doc. di riferimento	Dispositivi di sicurezza	Fermata Equipment
1	MNTRZ0004	Nastro trasportatore Ispezione Visiva	VI - Ispezione visiva	Ogni 8 settimane (2 M)	1	General					<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	MNTRZ0005	Nastro trasportatore Ispezione Minore	MI - Ispezione Minore	Ogni 26 settimane (6 M)	2	General					<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	EEDEM0100	Sostituzione motore elettrico (0.15) KW	OV - Revisione generale	Ogni 104 settimane (2 Y)	0	General					<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	MTAG00002	Tappeto Gommato (con/senza Bavetta) Sostituzione	OV - Revisione generale	Ogni 104 settimane (2 Y)	2	General					<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	MNTRZ0006	Nastro trasportatore Revisione Generale	OV - Revisione generale	Ogni 208 settimane (4 Y)	3	General					<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Below the table, there are tabs for "Task", "Ricambi", "Utensili", "Consumabili", "Item secondari", and "Attributi secondari". The "Task" tab is currently selected, showing a list of tasks with columns for No., Tipo task, Nome, and Descrizione.

Schermata Plamai: esempio Piano di Manutenzione

Cliccando sul singolo Task, è possibile visualizzare i Centri di Costo/Discipline richieste per fare l'attività.

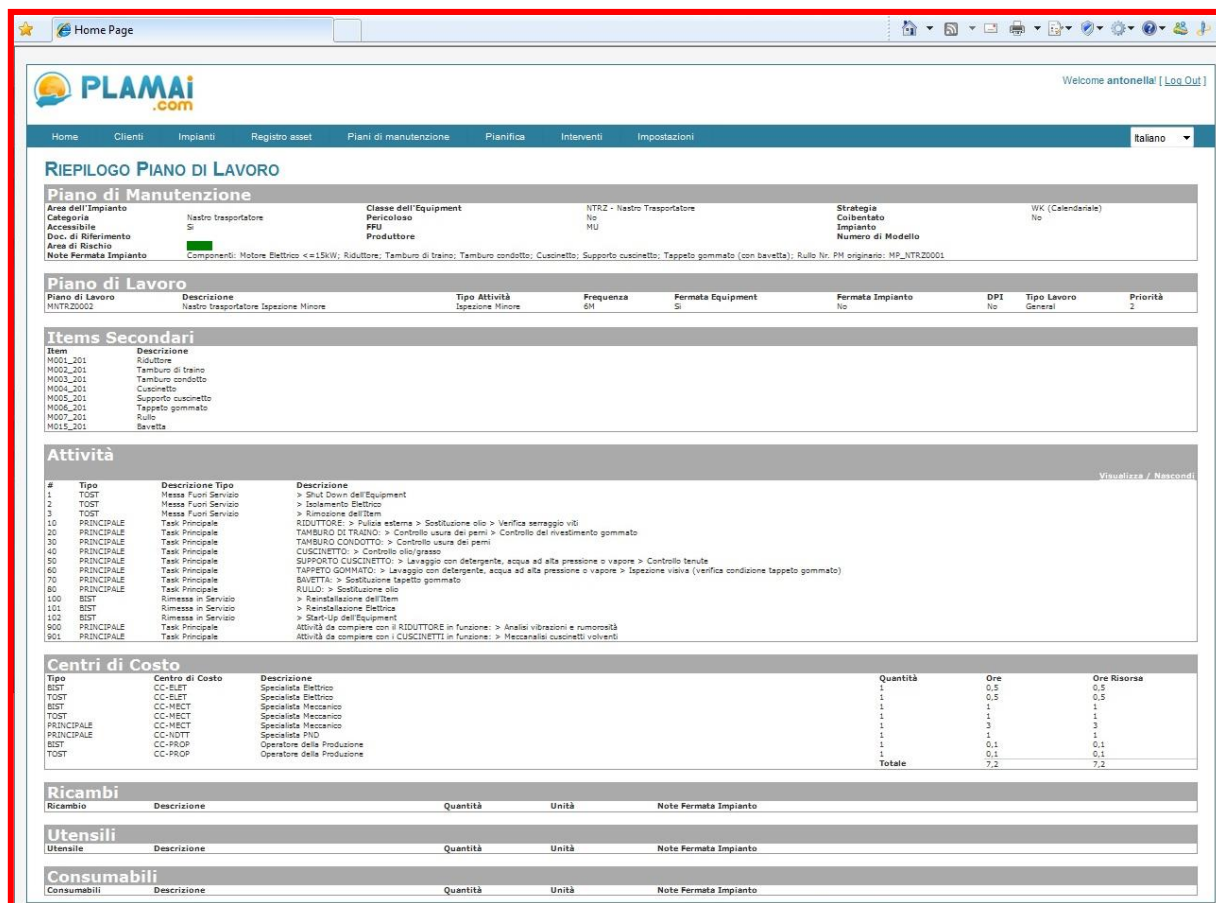
This screenshot shows the detailed view of a task within the PLAMAI application. The "Task" tab is active, displaying a list of tasks with columns for No., Tipo task, Nome, and Descrizione. The task "10" is highlighted, which is the "PRINCIPALE" task. The description for this task includes: "RIDUTTORE: > Controllo livello olio lubrificante > Verifica trafilemento olio tenute > Verifica condizioni pulizia esterna > Verifica integrità accoppiamento/giunto".

No.	Tipo task	Nome	Descrizione
1	TOST	TOST	> Shut Down dell'Equipment
2	TOST	TOST	> Isolamento Elettrico
10	PRINCIPALE	Task principale	RIDUTTORE: > Controllo livello olio lubrificante > Verifica trafilemento olio tenute > Verifica condizioni pulizia esterna > Verifica integrità accoppiamento/giunto
20	PRINCIPALE	Task principale	TAMBURO DI TRAINO: > Controllo usura dei perni > Controllo del rivestimento gommato
30	PRINCIPALE	Task principale	TAMBURO CONDOTTO: > Controllo usura dei perni
40	PRINCIPALE	Task principale	CUSCINETTO: > Controllo olio/grasso
50	PRINCIPALE	Task principale	SUPPORTO CUSCINETTO: > Lavaggio con detergente, acqua ad alta pressione o vapore > Controllo tenute
60	PRINCIPALE	Task principale	TAPPETO GOMMATO: > Lavaggio con detergente, acqua ad alta pressione o vapore > Ispezione visiva (verifica condizione tappeto gommato)
100	BIST	BIST	> Reinstallazione Elettrica
101	BIST	BIST	> Start-Up dell'Equipment

Below the task list, there is a section for "Centro di costo" (Cost Center) with columns for Centro di costo, Costo orario, Quantità, Ore, and Ore uomo. The entry "CC-MECT - Specialista Meccanico" is shown with a cost rate of 24,000, a quantity of 1, 2 hours, and 2 man-hours.

Schermata Plamai: esempio Task di Manutenzione

E' possibile, inoltre, cliccando sul link con il codice del Piano di Manutenzione preventiva, visualizzare in un'unica schermata sintetica il dettaglio del Piano:



The screenshot displays the PLAMAI.com interface for a maintenance plan. The main title is "RIEPILOGO PIANO DI LAVORO". Below it, the "Piano di Manutenzione" section provides details for the equipment: "Nastro trasportatore" (Conveyor belt), "Classe dell'Equipment" (Pericoloso), "NTRZ - Nastro Trasportatore", "Strategia Colibantato", "WK (Calendario) No", "Accessibile Si", "PFCU Produttore", "Impianto", and "Numero di Modello".

The "Piano di Lavoro" table shows the following details:

Piano di Lavoro	Descrizione	Tipo Attività	Frequenza	Fermata Equipment	Fermata Impianto	DPI	Tipo Lavoro	Priorità
MNTR2002	Nastro trasportatore Ispezione Minore	Ispezione Minore	6M	Si	No	No	Generali	2

The "Items Secondari" section lists components: RIDUTTORE, Tamburo di traino, Tamburo condotto, Cuscinetto, Supporto cuscinetto, Tappeto gommato, and Rullo.

The "Attività" section lists tasks with their descriptions, such as "SMAI Drive dell'Equipment", "Isolamento Elettrico", "Rimozione dell'Item", "Pulizia esterna", "Sostituzione olio", "Verifica serraggio viti", "Controllo usura dei pemi", "Controllo del rivestimento gommato", "Controllo usura dei pemi", "Controllo olio/grasso", "Lavaggio con detergente, acqua ad alta pressione o vapore", "Controllo tenuta", "Sostituzione tappeto gommato", "Sostituzione olio", "Rimozione dell'Item", "Rimozione Elettrica", "Start-Up dell'Equipment", "Analisi vibrazioni e rumorosità", and "Meccanali cuscinetti volanti".

The "Centri di Costo" table shows resource allocation:

Tipo	Centro di Costo	Descrizione	Quantità	Ore	Ore Risorsa
BIST	CC-ELET	Specialista Elettrico	1	0,5	0,5
TOST	CC-ELET	Specialista Elettrico	1	0,5	0,5
BIST	CC-MECT	Specialista Meccanico	1	1	1
TOST	CC-MECT	Specialista Meccanico	1	1	1
PRINCIPALE	CC-MECT	Specialista Meccanico	1	3	3
PRINCIPALE	CC-MOTT	Specialista PNO	1	1	1
BIST	CC-PROP	Operatore della Produzione	1	0,1	0,1
TOST	CC-PROP	Operatore della Produzione	1	0,1	0,1
Totale				7,2	7,2

Below the cost centers, there are sections for "Ricambi", "Utensili", and "Consumabili", each with a table for description, quantity, unit, and note.

Schermata Plamai: Esempio Piano di Lavoro

5.3 Registrazione degli interventi

Al momento richiesto vengono eseguite le attività necessarie per il ripristino dell'operatività dell'impianto.

L'esigenza di effettuare un intervento porta all'emissione di un Ordine di Lavoro che dopo essere stato eseguito deve essere registrato. La consuntivazione tecnica richiede la definizione della durata e della tipologia del fermo, componenti coinvolti e azioni di ripristino. Tale attività può essere effettuata da differenti figure in funzione dell'organizzazione aziendale (ingegnere di manutenzione, responsabile di squadra o manutentore stesso). Tutte le informazioni ottenute saranno inserite nello



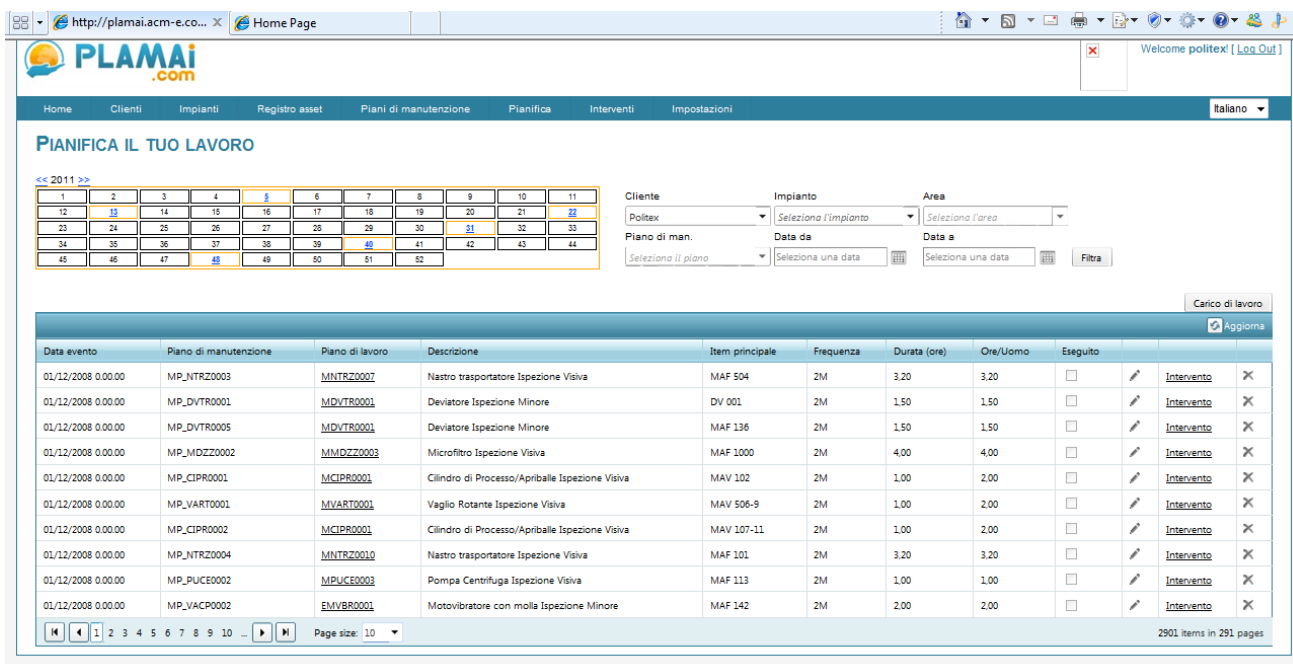
storico e contribuiranno a revisionare la pianificazione e se necessario lo standard di lavoro.

Il tool informatico plamai è provvisto dell'apposito Registro degli Eventi di Manutenzione mediante il quale vengono raccolti i dati relativi all'intervento eseguito dal personale di manutenzione. Il modulo è strutturato tale da registrare in maniera facile e immediata la sede tecnica dell'oggetto di manutenzione, il tipo di intervento manutentivo, la causa e l'effetto del guasto compresa la quantificazione delle ore di lavoro impiegate per il suo svolgimento. Il Registro degli Interventi consente, inoltre, l'individuazione del manutentore che ha eseguito l'intervento, per evidenziare le corrispondenti responsabilità oppure di eventuali sue carenze tecniche e fabbisogni formativi.

La compilazione di tale registro è molto importante perché influenzerà le successive Analisi Statistiche ad opera dell'Ingegneria di Manutenzione.

Per registrare un intervento di Manutenzione Preventiva già pianificato, è possibile accedere alla maschera di registrazione dell'intervento direttamente dalla maschera di Pianificazione, cliccando il pulsante "Intervento".

E' possibile visualizzare il dettaglio dei Centri di Lavoro/Discipline di manutenzione ed il relativo tempo di intervento previsto per ciascuna derivante dal Piano di Lavoro cui l'attività riferisce. Vengono inoltre proposte in automatico le parti di ricambio ipotizzate a livello del Piano di Manutenzione: ognuno di questi campi può, se necessario, essere modificato a consuntivo, in fase di registrazione.



The screenshot shows the PLAMAI web application interface. At the top, there is a navigation menu with options like Home, Clienti, Impianti, Registro asset, Piani di manutenzione, Pianifica, Interventi, and Impostazioni. The main heading is "PIANIFICA IL TUO LAVORO". Below this, there is a calendar for December 2011. To the right of the calendar are filters for Cliente (Politec), Impianto (Seleziona l'impianto), Area (Seleziona l'area), Piano di man. (Seleziona il piano), Data da (Seleziona una data), and Data a (Seleziona una data). Below the filters is a table with columns: Data evento, Piano di manutenzione, Piano di lavoro, Descrizione, Item principale, Frequenza, Durata (ore), Ore/Uomo, Eseguito, and buttons for Intervento and X. The table contains 10 rows of maintenance events.

Data evento	Piano di manutenzione	Piano di lavoro	Descrizione	Item principale	Frequenza	Durata (ore)	Ore/Uomo	Eseguito	Intervento	X
01/12/2008 0.00.00	MP_NTR20003	MNTR20007	Nastro trasportatore Ispezione Visiva	MAF 504	2M	3.20	3.20	<input type="checkbox"/>	Intervento	<input type="checkbox"/>
01/12/2008 0.00.00	MP_DVTR0001	MDVTR0001	Deviatore Ispezione Minore	DV 001	2M	1.50	1.50	<input type="checkbox"/>	Intervento	<input type="checkbox"/>
01/12/2008 0.00.00	MP_DVTR0005	MDVTR0001	Deviatore Ispezione Minore	MAF 136	2M	1.50	1.50	<input type="checkbox"/>	Intervento	<input type="checkbox"/>
01/12/2008 0.00.00	MP_MDZZ0002	MMDZZ0003	Microfiltro Ispezione Visiva	MAF 1000	2M	4.00	4.00	<input type="checkbox"/>	Intervento	<input type="checkbox"/>
01/12/2008 0.00.00	MP_CIPR0001	MCIPR0001	Cilindro di Processo/Apriballe Ispezione Visiva	MAV 102	2M	1.00	2.00	<input type="checkbox"/>	Intervento	<input type="checkbox"/>
01/12/2008 0.00.00	MP_VART0001	MVART0001	Vaglio Rotante Ispezione Visiva	MAV 506-9	2M	1.00	2.00	<input type="checkbox"/>	Intervento	<input type="checkbox"/>
01/12/2008 0.00.00	MP_CIPR0002	MCIPR0001	Cilindro di Processo/Apriballe Ispezione Visiva	MAV 107-11	2M	1.00	2.00	<input type="checkbox"/>	Intervento	<input type="checkbox"/>
01/12/2008 0.00.00	MP_NTR20004	MNTR20010	Nastro trasportatore Ispezione Visiva	MAF 101	2M	3.20	3.20	<input type="checkbox"/>	Intervento	<input type="checkbox"/>
01/12/2008 0.00.00	MP_PUCE0002	MPUCE0003	Pompa Centrifuga Ispezione Visiva	MAF 113	2M	1.00	1.00	<input type="checkbox"/>	Intervento	<input type="checkbox"/>
01/12/2008 0.00.00	MP_VACR0002	EMVBR0001	Motovibratore con molla Ispezione Minore	MAF 142	2M	2.00	2.00	<input type="checkbox"/>	Intervento	<input type="checkbox"/>

Schermata Plamai: Gestione delle attività Preventive

Per quanto riguarda invece gli interventi di manutenzione correttiva la registrazione è possibile attraverso la voce Registrazione Interventi > Aggiungi Intervento Correttivo.

5.4 Gestione dei Costi e dei Materiali (ricambi) di Manutenzione

Un qualsiasi evento manutentivo evidenzia un consumo di risorse economiche verso degli Asset beneficiari. Lo strumento per il controllo economico della manutenzione è il Budget Tecnico-Economico che valorizza le varie attività.

Per valutare il costo della manutenzione è opportuno:

- Definire le aree di responsabilità chiamate centri di costo
- Stabilire per ciascun centro l'ammontare di prodotto e di servizio effettuato in condizioni normali di funzionamento

- Stabilire le pratiche operative standard per ottenere quel volume
- Assegnare le risorse (manodopera, materiali e mezzi) per ottenere una unità di volume

In funzione di questi parametri e dei volumi fissati si assegnano le risorse e si raccolgono periodicamente i dati consuntivati da confrontare con il budget di spesa preventivato. Attraverso l'analisi delle variazioni tra budget e consuntivo è possibile valutare l'andamento dell'attività. Infatti un aumento del costo della manutenzione, a parità di condizioni operative e di età degli impianti produttivi costituisce un'inefficienza che va ridotta con provvedimenti di natura tecnica ad opera dell'Ingegneria di Manutenzione.

La definizione del Budget di Manutenzione ha quindi la duplice finalità di controllare i costi e al contempo promuovere il miglioramento. Infatti gestire bene significa garantire la visibilità e tracciabilità degli eventi, delle risorse economiche e delle loro modalità di impiego al fine di valutare la coerenza tra impieghi di risorse e risultati ottenuti e migliorare il rapporto efficienza/efficacia delle attività svolte.

Strettamente collegato al Budget di Manutenzione è la Gestione dei Materiali di Manutenzione (ricambi di parti costituenti il bene da mantenere). L'obiettivo di una corretta gestione è quello di renderli disponibili nel momento in cui vengono richiesti, nelle quantità necessarie e al minimo costo globale. Infatti non si devono considerare solo i costi diretti dei materiali e della manodopera, ma anche i costi di mancanza dati dalle perdite di produzione.

Per gestire i ricambi la prima cosa da fare è operare una classificazione sulla base della rilevanza tecnologica. Poi si può procedere alla definizione delle politiche gestionali:

- Gestione a magazzino: si applica per tutti i materiali il cui consumo è statisticamente determinato (punto di riordino) e per quelli a basso indice di rotazione il cui uso è discontinuo e non prevedibile (reintegro a scorta)

- Gestione a fabbisogno: implica l'acquisto dei materiali necessari solo quando se ne prevede il loro utilizzo

La Gestione dei Materiali di Manutenzione nel tool informatico Plamai ha come obiettivo quello di identificare tutte le parti di ricambio necessarie per eseguire il Piano di Manutenzione Preventiva. Essa è inclusa nella Valutazione del Carico di Lavoro.

5.5 Analisi statistiche

L'analisi statistica costituisce il supporto fondamentale per l'ingegneria di manutenzione. Infatti i compiti che spettano all'Ingegneria di Manutenzione sono:

- Gestire le informazioni relative agli oggetti di manutenzione
- Valutare quantitativamente affidabilità, disponibilità e manutenibilità impiantistica
- Modellare il sistema da un punto di vista logico-affidabilistico
- Valutare le criticità di un impianto
- Analizzare i guasti

Tutto questo deve avere come obiettivo l'ottenimento di un miglioramento continuo del Servizio di Manutenzione.

L'analisi statistica ha il compito di fornire i valori numerici di riferimento che sintetizzano il comportamento a guasto dei componenti del sistema in analisi. Essa è basata sulla Teoria dell'Affidabilità che comprende il calcolo di affidabilità, disponibilità e manutenibilità impiantistica.

✓ AFFIDABILITA'

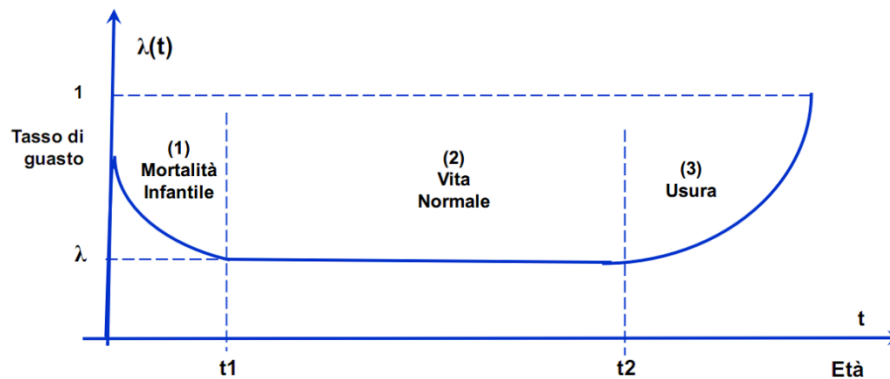
L'affidabilità viene definita nella norma UNI EN 13306 come **“l'attitudine di un'entità a svolgere una funzione richiesta in date condizioni durante un intervallo di tempo stabilito”**.

Il principale indice di misura dell'affidabilità è il MTBF (Mean Time Between Failure) che esprime la media dei tempi intercorsi tra la fine di un'avaria e l'inizio di una nuova.

L'analisi dell'affidabilità si basa sullo studio dell'andamento del tasso di guasto che consente di caratterizzare la propensione al guasto di un'entità sopravvissuta fino ad un determinato istante di tempo.

Il tasso di guasto, per la maggior parte dei componenti, assume una forma definita a “vasca da bagno” in cui si possono distinguere tra fasi separate come si vede in figura:

- Fase di Mortalità Infantile: periodo iniziale di rodaggio in cui i componenti deboli vengono individuati e sostituiti perciò l'andamento è decrescente
- Fase di Vita Utile: il tasso di guasto si mantiene costante nel tempo, infatti i guasti avvengono nella stessa quantità per un periodo di tempo
- Fase di Usura: corrisponde ad un degrado irreversibile delle caratteristiche della macchina perciò l'andamento è crescente



Curva a Vasca da Bagno: andamento nel tempo del Tasso di Guasto

Dalla conoscenza dell'andamento del tasso di guasto è possibile definire o modificare la politica di manutenzione, infatti l'Ingegneria di Manutenzione dispone gli interventi di manutenzione preventiva per la sostituzione di un componente all'inizio della Fase di Usura.

✓ Manutenibilità

La manutenibilità viene definita nella norma UNI EN 13306 come **“l'attitudine di un'entità, in certe condizioni d'uso, ad essere mantenuta o ripristinata in uno stato in cui essa possa eseguire la funzione richiesta quando la manutenzione è effettuata in date condizioni e vengono adottate le procedure e le risorse prescritte”**.

Il principale indice di misura della manutenibilità è il MTTR (Mean Time To Repair) che esprime la media dei tempi di riparazione e quindi fornisce un'indicazione dell'efficacia della manutenzione.

Le caratteristiche che influenzano la manutenibilità sono: l'accessibilità, l'estraibilità, la manipolabilità e la pulibilità.

Il Piano di Manutenzione del tool informatico plamai include l'Analisi di Maintainability che ha come obiettivo quello di fornire una stima il più possibile completa del Tempo di Manutenzione Preventiva richiesto per eseguire l'Ordine di

Lavoro. Esso verrà valutato nel seguente modo: Tempo di Messa Fuori Servizio (TOST) + Tempo di Task Principale + Tempo di Rimessa in Servizio (BIST).

In generale vengono per la definizione dei tempi vengono considerate le seguenti attività:

- Tempo di Messa Fuori Servizio (TOST): isolamento elettrico, drenaggio e bonifica (supporto tecnico all'Operation), isolamento meccanico e rimozione dell'item
- Tempo di Rimessa in Servizio (BIST): installazione dell'item e Leak Test (supporto tecnico all'Operation)

✓ Disponibilità

La disponibilità viene definita nella norma UNI EN 13306 come **“l’attitudine di un’entità ad essere in grado di svolgere una funzione richiesta, in determinate condizioni, in un particolare istante o durante un dato intervallo di tempo partendo dal presupposto che siano fornite le risorse esterne necessarie”**.

La disponibilità esprime la percentuale di tempo di funzionamento effettivo dell'entità rispetto al tempo totale di servizio richiesto e si focalizza sull'efficacia del Servizio di Manutenzione considerando le sole perdite di tempo per le quali è responsabile il servizio stesso. Poiché il tempo di funzionamento dipende dall'affidabilità della macchina e il tempo di guasto dalla sua manutenibilità, allora la disponibilità risulta dalla combinazione delle due, perciò si prefigura come il parametro di riferimento per eccellenza.

Da queste considerazioni deriva la necessità di analizzare e migliorare l'affidabilità delle singole macchine poiché l'affidabilità totale dell'impianto è data dal prodotto di quelle degli elementi di cui è composto.

I valori impiegati per l'analisi affidabilistica sono espressi dal tool informatico plamai nella sezione Asset Register dove selezionando un generico item sono fornite le indicazioni di MTBF, MTTR e Disponibilità corrispondenti.

L'analisi dei guasti, attraverso la raccolta strutturata delle informazioni, porta ad una corretta identificazione delle cause di guasto, necessaria alla definizione dei gruppi di lavoro in funzione delle competenze tecniche e specifiche per implementare soluzioni migliorative definitive. Attraverso l'analisi dei fermi impianto si individuano, grazie al supporto del sistema informativo, le macchine considerate più critiche, ovvero quelle che, secondo un Pareto dei guasti, totalizzano un maggior numero di ore di fermo oppure un maggior numero di fermi impianto.

Grazie a questi analisi è possibile calibrare meglio la pianificazione degli interventi preventivi, ottimizzando le frequenze di controllo e di intervento, concentrando l'attenzione soprattutto le macchine che risultano essere più critiche.

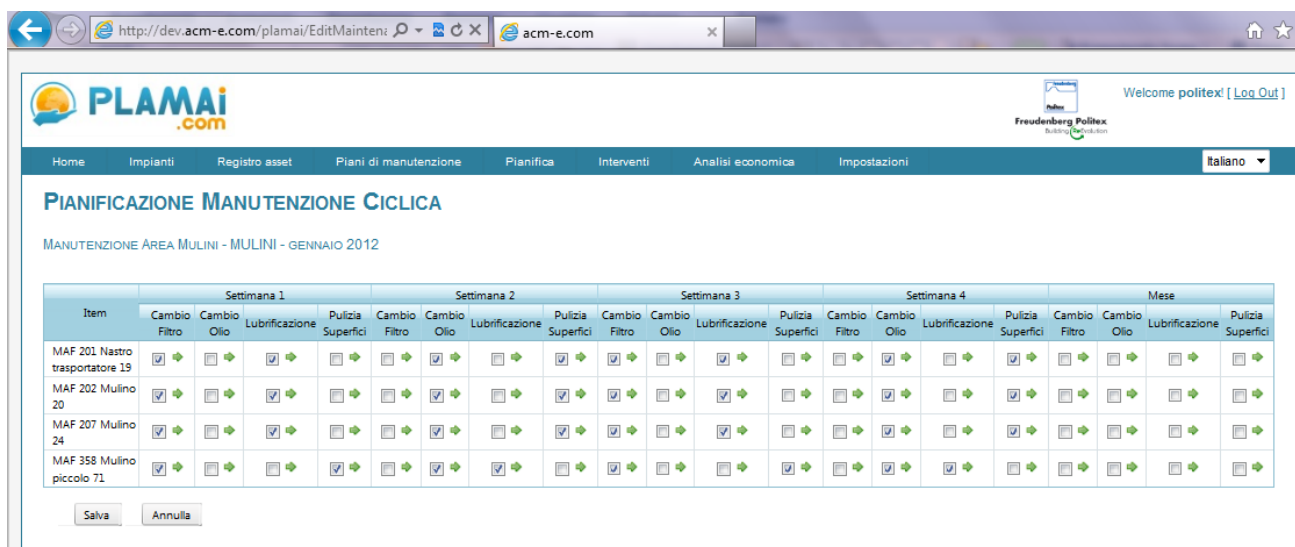
5.6 Manutenzione ciclica

Un'altra potenzialità del sistema informativo Plamai riguarda la possibilità di pianificare e registrare attività di manutenzione cicliche, che prevedono cioè una cadenza settimanale degli interventi.

Esempi di attività che rientrano in questa categoria sono l'ingrassaggio dei cuscinetti, cambio filtri e cambio olio per i motori.

Accedendo alla sezione Pianifica > Manutenzione Ciclica è possibile creare un piano di manutenzione indicando per ciascun Item la frequenza con cui devono essere svolte le attività ad esso associate. Il piano è generalmente impostato su base mensile e consegnato ai manutentori incaricati di eseguire gli interventi specificati. Alla fine del periodo in esame il gestore del sistema provvede alla registrazione degli interventi svolti accedendo all'apposita sezione del sito, controllando e verificando che le frequenze e le attività siano state rispettate,

indagando sui motivi di eventuali deviazioni dal piano originale in modo tale da avere tracciabilità delle attività svolte e da ottimizzare e migliorare in modo continuo i piani di manutenzione di ogni Item del Registro Asset relativamente alle metodologie e alle frequenze di intervento.



The screenshot shows the PLAMAI web application interface. The browser address bar displays "http://dev.acm-e.com/plamai/EditMainten:". The page title is "PIANIFICAZIONE MANUTENZIONE CICLICA" and the subtitle is "MANUTENZIONE AREA MULINI - MULINI - GENNAIO 2012". The interface includes a navigation menu with options like Home, Impianti, Registro asset, Piani di manutenzione, Pianifica, Interventi, Analisi economica, and Impostazioni. The main content area features a table for planning maintenance activities.

Item	Settimana 1				Settimana 2				Settimana 3				Settimana 4				Mese							
	Cambio Filtro	Cambio Olio	Lubrificazione	Pulizia Superfici	Cambio Filtro	Cambio Olio	Lubrificazione	Pulizia Superfici	Cambio Filtro	Cambio Olio	Lubrificazione	Pulizia Superfici	Cambio Filtro	Cambio Olio	Lubrificazione	Pulizia Superfici	Cambio Filtro	Cambio Olio	Lubrificazione	Pulizia Superfici				
MAF 201 Nastro trasportatore 19	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MAF 202 Mulino 20	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MAF 207 Mulino 24	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MAF 358 Mulino piccolo 71	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Buttons: Salva, Annulla

Schermata Plamai per Pianificazione della Manutenzione Ciclica

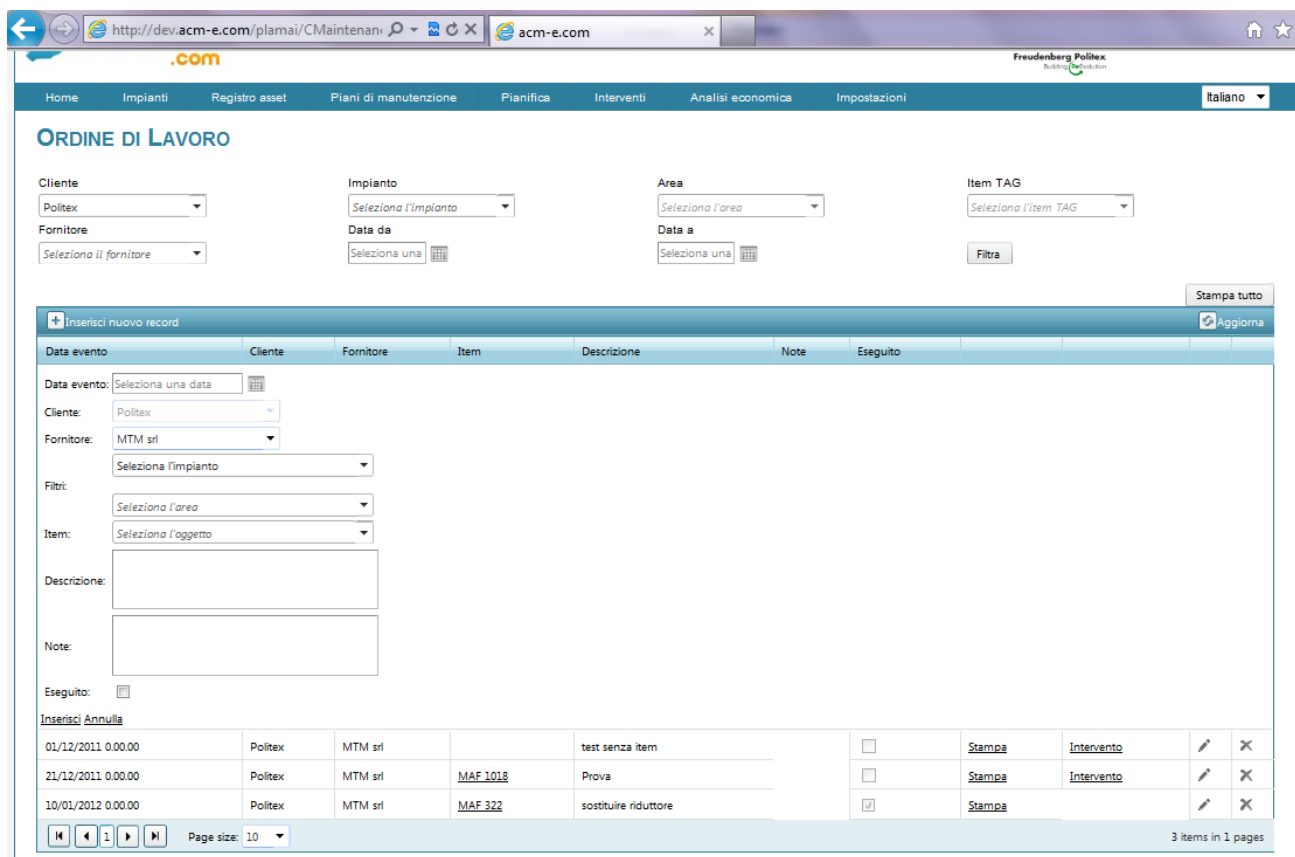
5.7 Gestione degli Ordini di Lavoro

Attraverso il sistema informativo Plamai è possibile, inoltre, gestire le richieste di intervento da parte degli operatori di produzione accedendo alla sezione Pianifica > Ordine di Lavoro.

Ogni richiesta viene inserita indicando l'impianto, l'area e l'item oggetto dell'intervento, la data nella quale l'intervento viene pianificato secondo la priorità indicata dal Capo Reparto e vagliata dal Responsabile della Manutenzione, tenendo conto delle risorse disponibili, sia in termini di manodopera che di pezzi di ricambio, e delle necessità dell'intervento richiesto.

E' possibile specificare, inoltre, il "fornitore" dell'intervento di manutenzione descritto nell'ordine di lavoro, inteso come manutenzione meccanica o elettrica

interna all'azienda, piuttosto che ditte esterne che svolgono determinati interventi di manutenzione nell'impianto.



The screenshot shows the 'ORDINE DI LAVORO' (Work Order) management interface. At the top, there is a navigation menu with options like Home, Impianti, Registro asset, etc. Below this, there are search filters for Cliente, Impianto, Area, and Item TAG. A central form allows for entering new records with fields for Date evento, Cliente, Fornitore, and Item. Below the form is a table listing existing work orders with columns for Date evento, Cliente, Fornitore, Item, Descrizione, Note, and Eseguito. The table contains three entries, with the last one marked as 'Eseguito'.

Data evento	Cliente	Fornitore	Item	Descrizione	Note	Eseguito
01/12/2011 0.00.00	Politex	MTM srl		test senza item		<input type="checkbox"/>
21/12/2011 0.00.00	Politex	MTM srl	MAF_1018	Prova		<input type="checkbox"/>
10/01/2012 0.00.00	Politex	MTM srl	MAF_322	sostituire riduttore		<input checked="" type="checkbox"/>

Schermata Plamai di Gestione degli Ordini di Lavoro

5.8 Vantaggi dell'impiego del servizio MTM/Plamai

Il tool informatico plamai è un valido supporto per individuare e definire le priorità e indirizzare nel miglior modo le risorse destinate alla gestione della manutenzione. Infatti nelle piccole e medie imprese, dotate generalmente di una struttura organizzativa nella quale non sempre si riescono a utilizzare le scarse risorse sia umane che materiali impiegate per la gestione della manutenzione, il servizio MTM/Plamai fornisce soluzioni snelle e adeguate mediante le quali è possibile conseguire obiettivi soddisfacenti senza un grande dispendio economico.

Il servizio MTM/Plamai mette a disposizione delle imprese un pool di esperti con una lunga esperienza maturata in diversi contesti industriali (produttivi e di erogazione di

servizi), quindi in grado di recepire immediatamente le criticità proprie delle diverse tipologie di impianto. Quando anche si presentassero delle difficoltà iniziali relative alla definizione delle periodicità e del contenuto dei Piani di Manutenzione Preventiva, la formazione di uno storico dei fermi e dei guasti permette di apportare successive modifiche ed integrazioni in modo tale che, al termine di un ciclo di manutenzione (solitamente un anno), si possa definire ed attuare una politica di manutenzione sostenibile per l'impresa ed in linea con le sue effettive esigenze.

Mentre i normali sistemi informativi di manutenzione (CMMS) vengono progettati ed implementati da esperti informatici a volte senza specifiche e dettagliate competenze nell'ambito della gestione della manutenzione, il tool informatico Plamai è stato ideato e sviluppato da professionisti della gestione della manutenzione competenti ed esperti, in particolar modo, per quanto riguarda le possibilità di un suo futuro impiego completo e continuativo, evitando così la presenza di moduli che si adattano con difficoltà alle differenti caratteristiche delle varie tipologie di impianto, focalizzando l'attenzione solamente sulle loro preminenti e peculiari criticità gestionali.

Non trascurabile risulta la semplice fruibilità del servizio MTM/Plamai (accessibilità mediante un collegamento Internet) unitamente alla facile interattività del Web con impiego di una guida che migliora ulteriormente la "usability" del servizio di Web tutoring a tutto il personale dell'impresa e non solo a quello appartenente alla funzione Ingegneria di Manutenzione. Si viene quindi a determinare una più estesa partecipazione del personale che consente la condivisione degli obiettivi di miglioramento del Servizio di Manutenzione, in particolar modo anche per quanto riguarda gli operatori addetti alle macchine ai quali può essere contestualmente richiesta una maggior responsabilizzazione nel rispetto di corrette ed adeguate prassi e modalità operative.

Un'altra importante peculiarità richiesta al servizio informativo di manutenzione risulta essere, inoltre, l'integrazione con i diversi moduli degli altri sistemi informativi



gestionali in uso nell'azienda ed in tale contesto Plamai assicura il riutilizzo dei dati gestiti, in modo che il patrimonio costituito dalla conoscenza e dall'esperienza accumulata nella gestione della manutenzione non venga disperso, ma torni utile e sia impiegato anche per altre applicazioni informatiche.

L'innovazione del servizio MTM/Plamai consiste, quindi, nel mettere a disposizione delle aziende a "costi minimi" un pool di esperti di manutenzione, con esperienze in molteplici campi industriali, che forniscono assistenza via Web (**Maintenance Web Tutoring**). I costi ridotti sono possibili perché il pool di esperti, che è supportato da complete e ben organizzate banche dati relative a differenti tipologie di macchine e impianti, proponendo il servizio in Web World Wide, rende possibili radicali economie di scala.

Usufruendo di una tale "assistenza a basso costo" le aziende sono in grado di riorganizzare la propria Ingegneria di Manutenzione con criteri economici, ma soprattutto snelli: condizioni indispensabili per rendere il processo sostenibile.

A ciascuna azienda che usufruisca del servizio, plamai riserva una suite dedicata sul server, con accessi differenziati in funzione della tipologia di utente, in cui tutta la documentazione prodotta è facilmente consultabile e aggiornabile tramite collegamento Internet con la possibilità di interazione da parte dell'azienda che riporta direttamente sul Web i dati di feed back dal campo, utili per l'aggiornamento costante di tutto il sistema.

6 Plamai in Politec

Nei precedenti capitoli si sono analizzate le criticità presenti presso l'azienda Politec, mettendo in evidenza soprattutto le problematiche legate alla Gestione della Manutenzione in uno stabilimento di tale complessità. Si vuole ora descrivere i miglioramenti che è possibile introdurre nell'organizzazione della manutenzione attraverso l'uso continuativo e ottimale di un sistema informativo quale Plamai.

L'analisi partirà dalla descrizione di come è avvenuto il ripristino dell'utilizzo di tale sistema nello stabilimento, cominciando dall'aggiornamento del Registro Asset, facilitato per quanto riguarda il reparto del Lavaggio, dal fatto che mi è stato assegnato come compito l'aggiornamento del layout dell'impianto supportata da un disegnatore consulente esterno: attraverso il censimento delle singole macchine presenti nel reparto si è provveduto a sistemare e rendere chiara la codifica degli Item. Ad ogni componente dell'impianto è stato, infatti, assegnato un codice identificativo ed è stato reso riconoscibile attraverso l'apposizione di un'etichetta, visibile e certificata dalle norme UNI, su ogni macchina. Il passo successivo riguarda la creazione di uno storico dei guasti: sfruttando le banche dati del sistema BAAN, dove per motivi diversi da quelli riguardanti la gestione della manutenzione, sono registrati tutti i fermi impianto con causali più o meno precise e veritiere, recuperando gli Ordini del Giorno delle fermate settimanali previste per la manutenzione programmata, le richieste d'acquisto e i consuntivi dei lavori svolti da aziende esterne, spesso comprendenti anche i rapporti di intervento compilati dai fornitori, e infine attraverso il registro degli scarichi dei materiali di ricambio da magazzino è stato possibile rintracciare i dati più importanti riguardanti i guasti e le sostituzioni dei componenti dell'impianto.

Grazie al recupero di tale registro degli interventi è stato possibile svolgere un'analisi avente come obiettivo l'ottimizzazione e il miglioramento dei piani di manutenzione preventiva, soprattutto per quanto riguarda la frequenza delle varie attività previste dai piani e i tempi necessari per svolgere gli interventi, lavoro supportato dagli esperti dell'azienda MTM/Plamai.



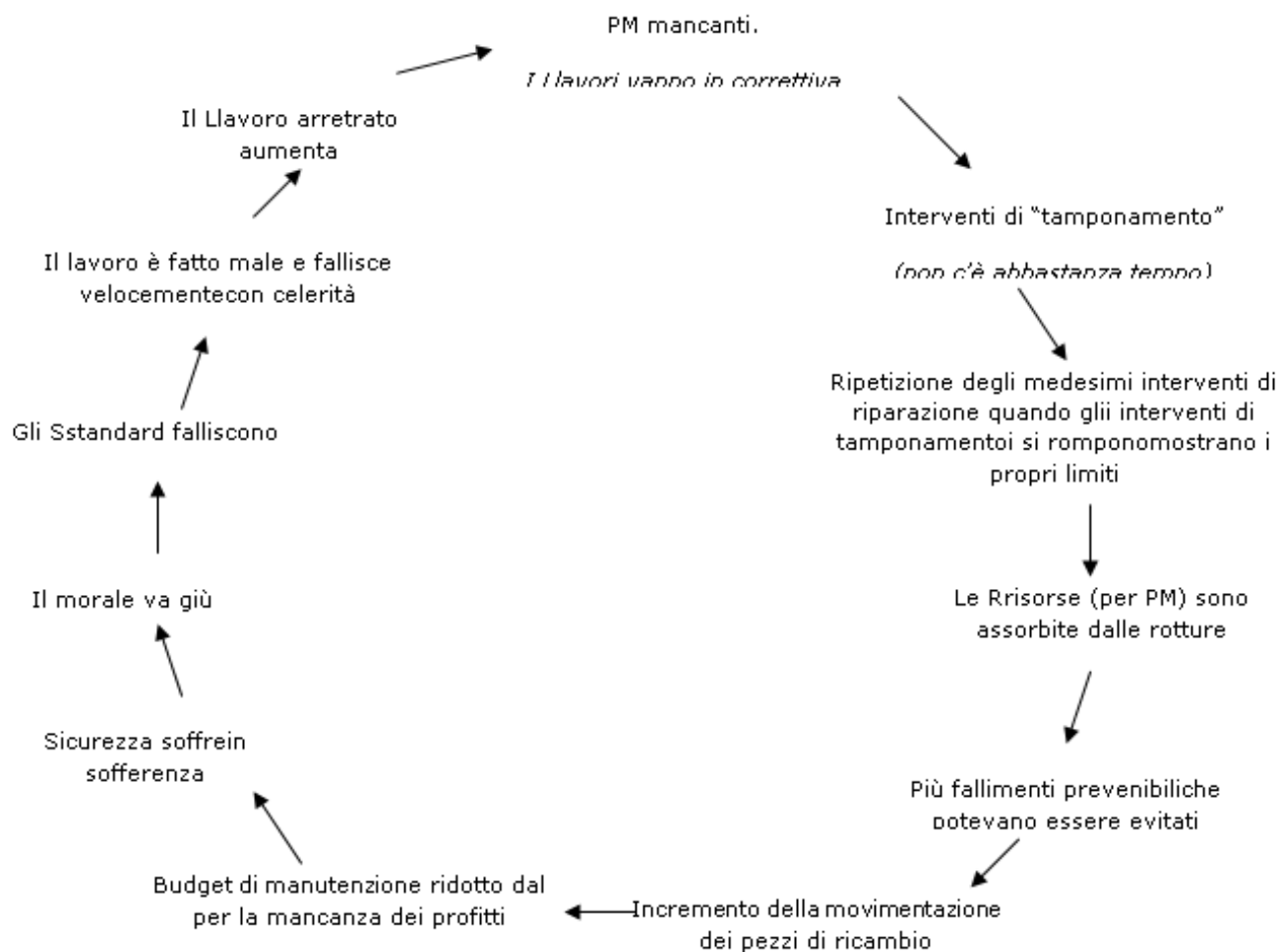
Nel presente capitolo si parlerà in seguito di come, sfruttando in modo ottimale le potenzialità offerte dal sistema Plamai, sia possibile introdurre in azienda la **Manutenzione Predittiva**, in grado di dare parecchi benefici in termini di diagnostica di anomalie ai macchinari con lo scopo di evitare i fermi impianto dovuti a guasti.

Inoltre verrà trattata la gestione della **Manutenzione Ciclica**, intesa come insieme di tutte quelle attività svolte con cadenza almeno settimanale sui macchinari, come ad esempio ingrassaggio dei cuscinetti e cambio filtri dei compressori.

L'ultima parte del capitolo riguarda, invece, la gestione delle **Richieste di Intervento** da parte della produzione descrivendo i vantaggi introdotti da tale procedura sia in termini di facilitazione nella pianificazione e programmazione delle attività di manutenzione che in termini di miglioramento nella comunicazione tra le due aree aziendali.

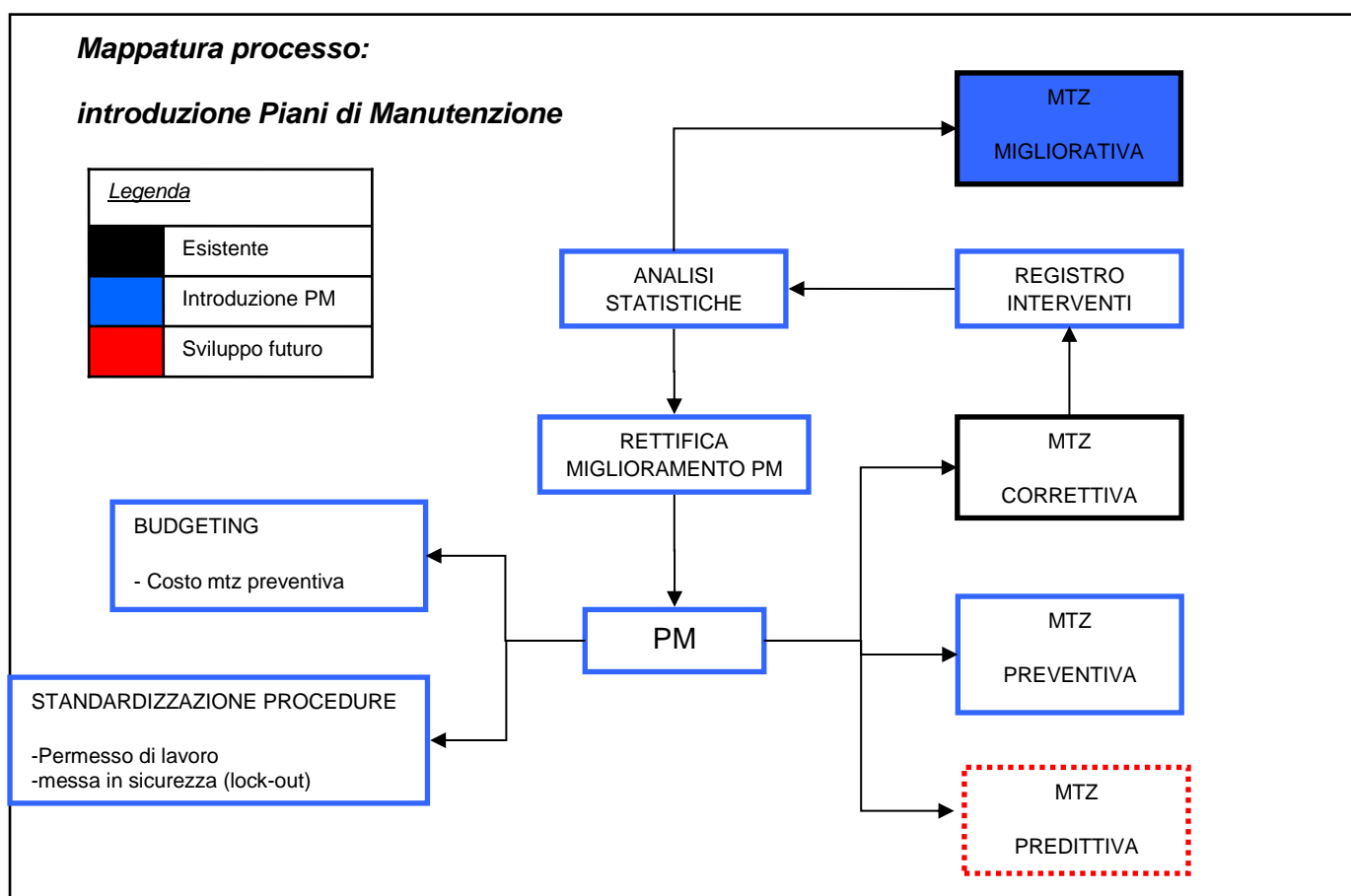
L'obiettivo di questa analisi è dimostrare come una gestione più organizzata e ingegneristica della manutenzione può portare, da una situazione di confusione e malcontento, dove da una parte i manutentori si trovano sommersi dalle troppe richieste, spesso non documentate e poco chiare, e dall'altra gli operatori dei reparti sono anch'essi scontenti perché vedono spesso le loro richieste non ascoltate o dimenticate a miglioramenti notevoli riguardo soprattutto la diminuzione dei fermi impianto dovuti a guasti e a un utilizzo delle risorse disponibile coerente e senza sprechi.

Se, quindi, il punto di partenza può essere correttamente descritto dal seguente schema:



Circolo vizioso di una scarsa Gestione della Manutenzione

attraverso l'utilizzo di un sistema informativo come Plamai si può arrivare ad ottenere diversi vantaggi seguendo lo schema presentato in figura:



Mappatura processo di introduzione Piani di Manutenzione Preventiva

6.1 Aggiornamento dell'anagrafica dell'impianto

Il primo passo per ottenere una modellazione corretta e funzionale del sistema è effettuare il censimento di tutti i componenti presenti nell'impianto, definendo per ogni macchina il livello di dettaglio che si vuole raggiungere nella scomposizione dell'item nei suoi sub-item durante la composizione di quello che viene denominato **Equipment Tree**. Questo aiuta a gestire in modo corretto e ordinato tutte le informazioni relative agli oggetti di manutenzione.

Il reparto del lavaggio, complesso per sua natura nel layout e nel flusso di materiale a causa delle continue modifiche e miglioramenti messi in atto negli anni, è stato scomposto in 11 aree funzionali, all'interno delle quali sono state individuate le macchine e in generale gli oggetti di manutenzione.

Le aree funzionali del reparto del Lavaggio sono:

- Debaler/Trituratore
- Vagliatura
- Selezione Esterna
- Scarti
- Prelavaggio
- Selezione Interna
- Mulini
- Lavaggio
- Flottazione ed Essicamento
- Uscita Lavaggio
- Pesatura ed Insacco

In totale gli item inseriti nel Registro Asset del sistema informativo Plamai sono 146, con relativi sub-item, tra i quali maggior rilievo è stato dato a centrifughe, soffianti, nastri, rotocelle, coclee, pompe e mixer di lavaggio.



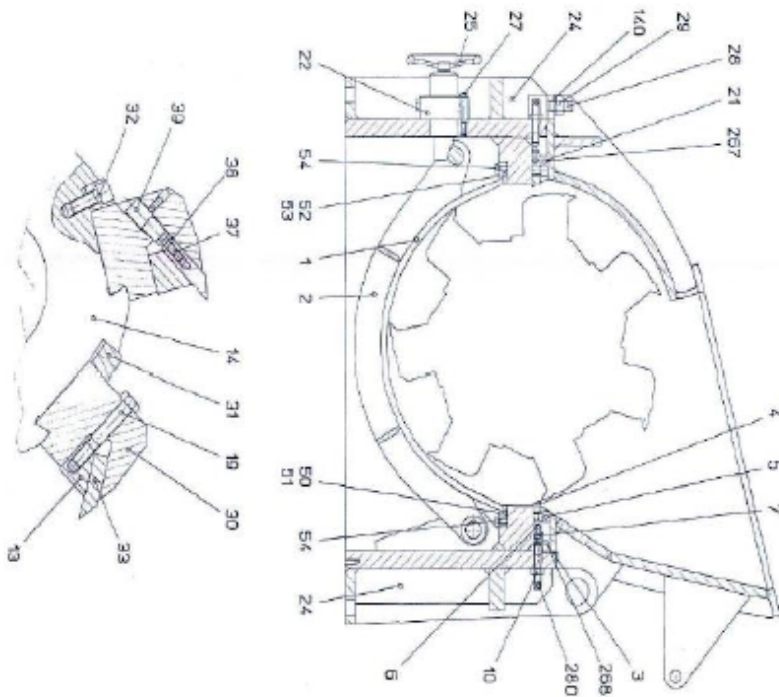
Ogni item è identificato con descrizione e con un codice in modo univoco: ad ogni macchina sono associati i suoi componenti attraverso un codice che ne identifica in modo univoco la categoria e la macchina su cui è installato.

Attraverso il sistema Plamai è possibile allegare, in modo chiaro ed ordinato, ad ogni asset diversi documenti, come ad esempio il manuale operativo di uso e manutenzione, i disegni costruttivi se disponibili, procedure e istruzioni operative relative ad attività ad essi associate e tutto ciò che può essere utile per una buona manutenzione degli stessi. Nel caso in cui, ad esempio, si debba ordinare un certo componente ad un fornitore la situazione può essere gestita molto più velocemente avendo a disposizione un database chiaro e lineare dove le informazioni utili possono essere rintracciate semplicemente aprendo la scheda dell'item oggetto della richiesta.

Per i componenti più critici, oggetto di manutenzione preventiva con una certa frequenza di intervento, si sono allegate alla scheda dell'item anche le schede di controllo, stampate prima dell'intervento e consegnate al manutentore incaricato dell'attività di manutenzione, che la riconsegnerà, una volta compilata, al gestore del Sistema Informativo che si occuperà di caricarla come allegato a seguito della registrazione dell'intervento preventivo.

Si presenta come esempio la scheda di controllo dello stato di usura dei componenti principali di uno dei due mulini che si occupano della prima macinazione delle bottiglie. In più di un'occasione le schede sono state utili per segnalare uno stato di usura anomalo degli elementi critici della macchina, che, se trascurato, avrebbe portato a rotture importanti con prolungati fermi impianto e relativi costi di mancata produzione. Grazie ai controlli preventivi è stato possibile contattare per tempo l'azienda fornitore del mulino, incaricata della sua manutenzione, che ha potuto preparare per tempo i pezzi di ricambio necessari e provvedere in tempi ragionevoli alla loro sostituzione.

MAF 202



SCHEDA CONTROLLO MULINO

MULINO N°	1	SPESORE mm	
DATA		MITZ/re	

STATO

Piatti Antiusura	<input type="checkbox"/>	
Griglia	<input type="checkbox"/>	
Camera di Taglio	<input type="checkbox"/>	
Bulloneria di Serraggio	<input type="checkbox"/>	
Supporti Blocca-Lama	<input type="checkbox"/>	

NOTE E ANOMALIE

Posizione	Descrizione

Scheda di controllo usura mulino

È possibile, inoltre, associare ad ogni componenti l'elenco dei pezzi di ricambio necessari in differenti attività di manutenzione: ciò aiuta a rendere più semplice ed efficace la gestione del magazzino degli Spare Parts e a ridurre al minimo le situazioni in cui un certo intervento, pianificato da tempo, debba essere rimandato per mancanza, non di tempo o manodopera, ma di materiale e pezzi di ricambio.

Si riporta come esempio l'elenco degli item presenti nell'area Scarti, all'interno della quale sono presenti un vibrovaglio (MAF 112) che raccoglie gli scarti del prelavaggio dal Cilindro di Processo e li convoglia in seguito, attraverso la coclea MAF 1024, in una serie di tre nastri a cascata (MAF 1111, MAF 1112, MAF 1113) che portano il materiale di scarto in due Press Container (MAF 1116 e MAF 1117) riempiti dai due nastri MAF 1114 e MAF 1115, sui quali gli scarti vengono caricati in modo alternato: si può vedere, analizzando l'anagrafica, a quale livello si è deciso di scendere nella scomposizione dei componenti nei loro sub-item.

Impianto: Lavaggio
Area: >> SCARTI
Path: MAF 1111

- MAF 1000 ●●●
- MAF 1024 ●
- MAF 1025 ●
- MAF 1026 ●
- MAF 1111 ●●●
- MAF 1112 ●●●
- MAF 1113 ●●●
- MAF 1114 ●●●
- MAF 1115 ●●●
- MAF 1116 ●●
- MAF 1117 ●●
- MAF 503 ●●
- MAF 510 ●●●
- MAF 802 ●●●
- MAV 8058 ●●

DETTAGLIO ITEM SELEZIONATO														
Codice Item	Disciplina	Tassonomia	Descrizione Item	Categoria Item	P	C	A	FFU	Area di Rischio	Dati	Avvio impianto	Allegati caricati		
MAF 1111	Mec - Meccanica	NTRZ - Nastro Trasportatore	Primo nastro trasporto scarti	Nastro trasportatore	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SCR	☐	MTBF: 10550,40 MTTR: 1,90 Disponibilità: 99,98	01/10/2008 00:00:00	Caratteristiche nastro		

ELENCO SUB-ITEM DELL'ITEM SELEZIONATO														
Aggiungi nuovo record														
Codice Item	Disciplina	Tassonomia	Descrizione Item	Categoria Item	P	C	A	FFU	Area di Rischio	Avvio impianto	Allegati caricati			Aggiorna
E001_1111	E - Elettrica	EDEM - Motore Elettrico	Motore	Electric motor 0-4 kW	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SCR	☐	01/10/2008 00:00:00				
M001_1111	Mec - Meccanica	MRID - Motoriduttore	Riduttore	Motoriduttore	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SCR	☐	01/10/2008 00:00:00				
M002_1111	Mec - Meccanica	TMTR - Tamburo Traino	Tamburo di traino	Tamburo di Traino	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SCR	☐	01/10/2008 00:00:00				
M003_1111	Mec - Meccanica	TMCO - Tamburo Condotto	Tamburo condotto	Tamburo Condotto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SCR	☐	01/10/2008 00:00:00				
M004_1111	Mec - Meccanica	CUSC - Cuscinetto	Cuscinetto	Cuscinetto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SCR	☐	01/10/2008 00:00:00				
M005_1111	Mec - Meccanica	CUSU - Supporto Cuscinetto	Supporto cuscinetto	Supporto cuscinetto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SCR	☐	01/10/2008 00:00:00				

Schermata area scarti, sub-item nastro MAF 1111

6.2 Aggiornamento ed Ottimizzazione dei Piani di Manutenzione Preventiva

Il punto di partenza dell'analisi e del miglioramento dei piani di Manutenzione Preventiva deve essere, inevitabilmente, la raccolta dati dei fermi impianto. Necessario, infatti, è ricostruire uno storico degli interventi e delle sostituzioni dei componenti delle macchine dell'impianto per poter ragionare sulla convenienza di una riduzione dell'intervallo di preventiva piuttosto che di un aumento di tale intervento: se, infatti, per alcuni componenti, dove si nota una presenza eccessiva di rotture con una certa frequenza, risulta più conveniente avere controlli continui del loro stato di usura, per altri dove le rotture sono rare o comunque presentano frequenze più basse, risulta più opportuno dilatare gli interventi di carattere preventivo.

Altro aspetto fondamentale da considerare in questa fase è il **costo** delle attività di manutenzione preventiva, che comprendono naturalmente il costo dei materiali e della manodopera interna o esterna ad esse associati, che deve essere paragonato ai costi degli interventi derivanti dai guasti. Questi ultimi devono considerare al loro interno, oltre ai **visible costs** anche i costi di mancata produzione derivanti dal fermo impianto provocato dal guasto (**hidden costs**), legati inoltre all'inefficienza di processo rispetto ad un livello standard, alla diminuzione del livello di sicurezza dell'impianto e alla perdita di qualità del processo e del prodotto finale.

Il **fermo impianto** di una manutenzione correttiva sarà inevitabilmente più lungo del Down Time necessario per portare a termine un intervento di carattere preventivo, dal momento che esso comprende anche il tempo che serve per allertare la manutenzione del guasto, il tempo per la diagnosi e ricerca guasto, il tempo di ritardo logistico, il tempo necessario per trovare i pezzi di ricambio adeguati, che, se assenti in magazzino, vanno ordinati, con relativi tempi di approvvigionamento che dipendono dal rapporto tra l'azienda e i fornitori. Per entrambi poi sono previsti

i tempi necessari effettivamente per portare a termine l'intervento e per ripristinare le funzionalità del componente.

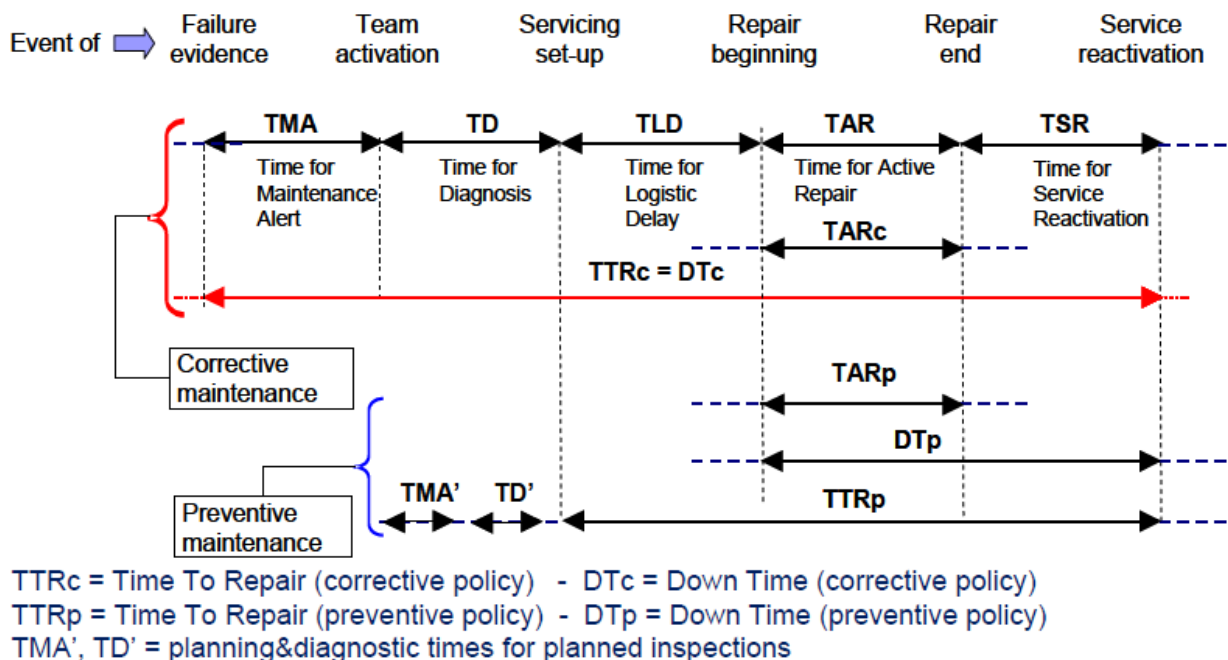


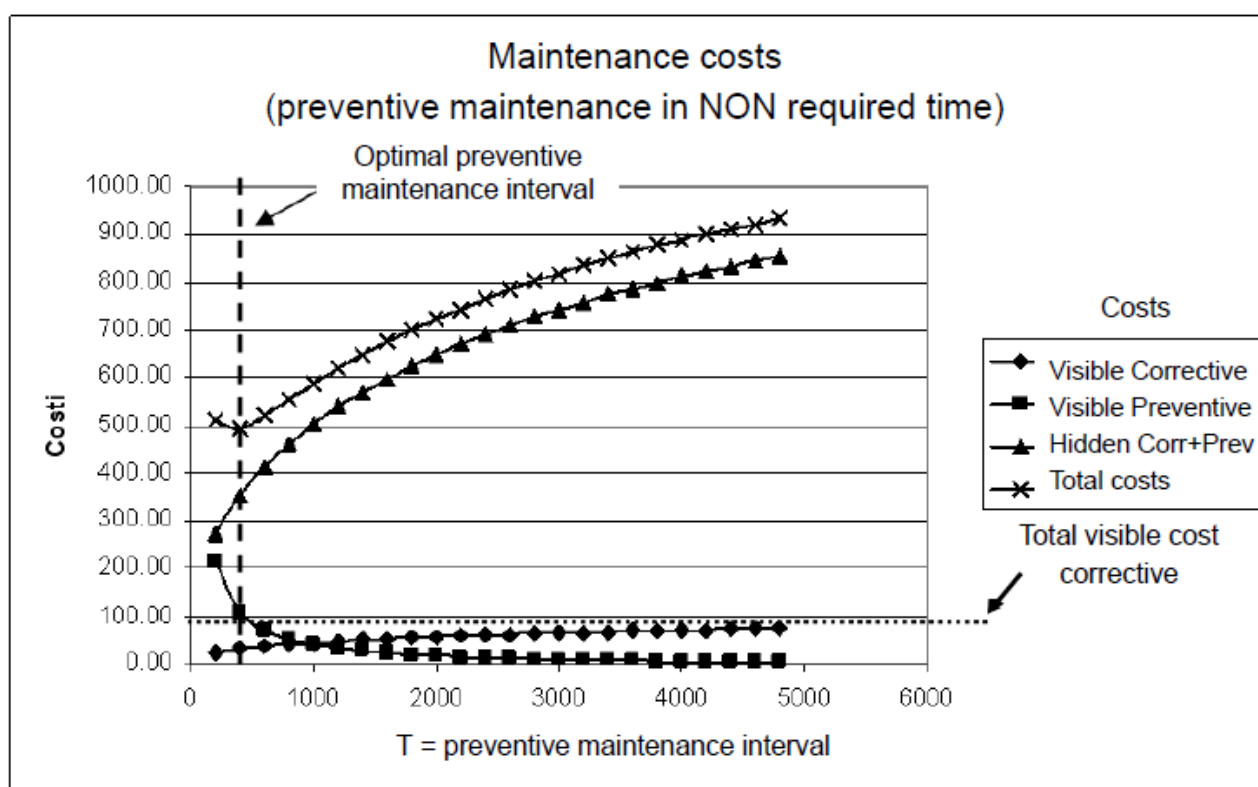
Grafico dei tempi di manutenzione correttiva e preventiva

La lunghezza effettiva dei tempi di Down Time preventivo e correttivo incide pesantemente sui costi dell'intervento e bisogna inoltre considerare che, se un intervento correttivo avverrà sicuramente durante la produzione, un intervento preventivo può essere invece pianificato in tempi di non produzione, di notte ad esempio per aziende, diverse dalla nostra, che producono su turni per 8 o 16 ore. Nel reparto Lavaggio, che lavora come si è detto 24 ore su 24, si può benissimo sfruttare la fermata settimanale del giovedì necessaria per il cambio lame dei mulini per poter svolgere le attività di manutenzione preventiva previste dai piani, evitando ulteriori fermate durante i tempi di produzione in settimana.

Si rende necessario, dunque, ragionare sulla maggior convenienza economica ad avere un elevato numero di interventi preventivi nell'arco dell'anno, che ha come conseguenza una riduzione del numero dei guasti e dei conseguenti interventi correttivi sulle macchine, rispetto ad aumentare gli intervalli di preventiva

riducendone il numero di interventi ma rischiando di aumentare notevolmente il numero di guasti occorrenti nell'anno.

Si riporta il seguente grafico, utile per compiere la valutazione ora descritta, dove si può vedere l'andamento dei costi di manutenzione, visibili e invisibili, al variare dell'intervallo di tempo degli interventi preventivi, valido per una situazione in cui si hanno a disposizione ore di fermo impianto da poter dedicare alle attività preventive, modello applicabile presso l'azienda Politex grazie alla presenza del fermo settimanale previsto per la manutenzione del reparto del Lavaggio.



Andamento dei costi di manutenzione con interventi preventivi in tempi non richiesti

Una volta individuata la politica di manutenzione ottimale per ogni item è opportuno, attraverso l'aggiornamento continuo del registro interventi, analizzare



periodicamente i piani di manutenzione sviluppati in modo tale da renderli il più efficienti ed efficaci possibili.

Molto utile a questo scopo è proprio il sistema informativo Plamai e, in particolare, il pool di esperti che MTM s.r.l mette a disposizione, (**Maintenance Web Tutoring**), che naturalmente deve essere supportato da una buona ingegneria di manutenzione operante all'interno dell'azienda. Grazie a questa analisi congiunta è, quindi, possibile apportare modifiche ed integrazioni ai piani, in modo tale che, al termine di un ciclo di manutenzione (che deve avere una durata opportuna, almeno un anno), si possa definire ed attuare una politica di manutenzione sostenibile per l'impresa ed in linea con le sue effettive esigenze.

Sono stati introdotti, quindi, i primi interventi di Manutenzione Preventiva ciclici, predittivi e su condizione, messi a disposizione da Plamai e di carattere inizialmente indicativo. Tali piani hanno costituito una solida base di partenza per conoscere, analizzare ed eventualmente riformulare lo scadenziario e la natura degli interventi di manutenzione preventiva. Nella sezione Piani di Manutenzione Preventiva sono, infatti, a disposizione gli Ordini di Lavoro da eseguire durante i fermi impianto comprese le operazioni di messa in sicurezza delle macchine, in modo da consentire all'Ingegneria di Manutenzione di disporre la cantierizzazione dei lavori, cioè effettuare tutte le verifiche necessarie e dare le disposizioni conseguenti affinché le attività possano verificarsi senza ritardi o incidenti.

I piani di Manutenzione Preventiva sono stati in seguito, come si è detto, integrati e modificati, nell'ottica del miglioramento continuo, secondo le specifiche esigenze riscontrate a seguito della raccolta dei dati sugli interventi di manutenzione correttiva e preventiva consuntivati sul campo e registrati nella sezione che riporta lo storico degli interventi.

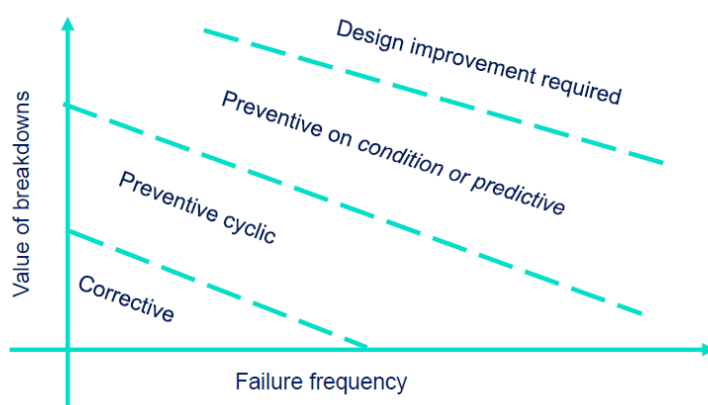
La gestione del magazzino per soddisfare le richieste di tutti i reparti aziendali e di un altro sito produttivo del gruppo posto ad un chilometro di distanza era affidata ad un unico addetto il quale provvedeva alle attività di carico, scarico e riordino

dei componenti su richiesta dei manutentori. A seguito del verificarsi di episodi di stock out l'addetto è stato affiancato da un manutentore che avvalendosi della sua esperienza e del supporto di un sistema informativo con la registrazione degli interventi, ha ottimizzato la gestione in termini di: giacenze, punti di riordino, eliminazione di ricambi obsoleti riducendo così i costi di emissione degli ordini e di immobilizzo del materiale.

Avendo inoltre a disposizione indicazioni riguardo il carico di lavoro del Servizio di Manutenzione, è stato possibile rimodulare e rendere più flessibile la gestione dei suoi addetti. Negli ultimi anni, ad esempio, è stato affidato ad un manutentore esperto proveniente dal reparto feltri il compito di coordinamento operativo e di referente per quanto riguarda la manutenzione nell'area lavaggio.

6.3 Manutenzione su condizione

Una particolare categoria di manutenzione preventiva è la **Manutenzione Su Condizione**: le azioni preventive sono basate, in questo caso, sulle condizioni del componente oggetto di manutenzione. Questo implica il monitoraggio di una o più variabili caratterizzanti il processo di usura piuttosto che altre anomalie a cui la macchina può essere soggetta.



Scelta della politica di manutenzione basata sulla frequenza e sull'impatto del guasto

Come indicato nello schema riportato risulta conveniente scegliere di seguire una politica di manutenzione su condizione o predittiva per tutti i componenti i cui guasti avvengono con una frequenza medio alta e che hanno come conseguenza un impatto economico non trascurabile.

La **CBM (Condition Based Maintenance)** si integra in strategie complessive di manutenzione quali RCM (Reliability Centered Maintenance) e RBM (Risk Based Maintenance). Si applica efficacemente a fenomeni di danno di tipo evolutivo, con elementi di regolarità (predicibilità) nell'evoluzione del danno e presuppone la disponibilità e le messa in opera di adeguate metodologie sperimentali di sorveglianza (continua o periodica) e di accertamento dell'evoluzione del danno:

Condition Monitoring and Assessment.

Metodologie efficaci di Condition Monitoring devono (per quanto possibile) consentire diagnosi:

- Precoci: i vantaggi sono proporzionali all'entità del preavviso rispetto al raggiungimento del valore critico del danno
- Affidabili: i falsi allarmi infatti annullano i benefici di tale politica e sono perdite secche
- Accurate: l'identificazione e la stima dell'entità del danno consentono di assumere la decisione di manutenzione più appropriata

Una manutenzione su condizione bene organizzata ha come vantaggio il poter intervenire sul componente soggetto ad anomalia prima che il suo funzionamento venga interrotto da un guasto e offre, inoltre, la possibilità di gestire nel breve anche le fermate non programmate, determinate dall'insorgenza e dall'evoluzione accelerata di fenomeni di danno originariamente non previsti, garantendo la gestione in sicurezza del transitorio di diminuita affidabilità del componente, senza pregiudizio per la sua integrità a lungo termine: fermate improvvise e fermate con preavviso di giorni/settimane comportano oneri molto diversi.



Gli asset dell'impianto risultano quindi maggiormente protetti; la detezione e l'identificazione precoce e affidabile di danni evolutivi consentono, infatti, di prevenire maggiori danni critici e di costo elevato.

In Politex, da qualche anno, si è ricorsi all'applicazione periodica della manutenzione su condizione, grazie al supporto di un'azienda esterna, la ditta SPM, che svolge con cadenza trimestrale dei controlli di vibrazioni e shock e della temperatura dei componenti più critici dell'impianto mediante strumenti particolari a loro disposizione. La lista con le macchine da controllare ad ogni intervento dei tecnici SPM è stata fornita inizialmente dai referenti interni e dal responsabile di manutenzione, in base alla loro esperienza in termini di numero di guasti e impatto di essi sulla disponibilità complessiva dell'impianto. Tale lista viene continuamente sottoposta ad analisi ed aggiornata in base agli indici KPI forniti da Plamai, disponibili grazie ad un aggiornamento continuo del registro interventi, che rendono evidenti in modo inequivocabile per quali macchine è utile o addirittura indispensabile mettere in atto una politica di manutenzione Condition Based.

- ANALISI DELLE VIBRAZIONI DELLE MACCHINE

Le vibrazioni sono un fenomeno che esiste in tutte le macchine rotanti e dipendono da sbilanciamenti, da anomalie di funzionamento e dalla struttura stessa dei componenti. Sono quindi da considerarsi un fatto "normale" entro certi limiti; infatti le macchine sono progettate in modo tale da sopportare un certo livello di vibrazione senza riportare danni. Tutte le misure di vibrazione si basano sulla registrazione del movimento nel dominio del tempo. Un trasduttore converte i movimenti della macchina in segnali elettrici che gli strumenti quantificano e memorizzano. Il segnale può, quindi, dare indicazioni riguardo il buono o il cattivo funzionamento del componente.

Il metodo **Shock Pulse** sviluppato nei primi anni 60 permette la conoscenza della condizione operativa del cuscinetto volvente, permettendo la pianificazione della sostituzione e prevenendo i rischi di rottura dei macchinari. Negli anni è stato raffinato fino ad arrivare alla possibilità di stabilire il grado di lubrificazione che permette l'uso dei cuscinetti in tutte le situazioni.

Ci sono due metodi di valutazione della misura della vibrazione:

1 _ Giudizio basato sulla valutazione del valore globale ISO 10816

2 _ Giudizio basato sull'isolamento delle singole vibrazioni di ciascuna parte della macchina (analisi dello spettro FFT). Ogni parte della macchina ha, infatti, una sua velocità di rotazione e particolari caratteristiche (ingranaggi, pale di pompe, cuscinetti) e ogni componente dà il suo contributo alla vibrazione globale

Attraverso l'analisi di spettro è possibile anche rilevare i danneggiamenti di un cuscinetto; infatti un cuscinetto danneggiato produce una serie di picchi sullo spettro causati dalle sfere o dai rulli (anello interno o esterno). A causa della massa esigua del cuscinetti rispetto al macchinario queste vibrazioni vengono assorbite e diventano poco visibili sullo spettro fino a quando acquistano un'entità rilevante. Quando un corpo volvente urta una zona danneggiata questo produce uno shock. Gli shock sono vibrazioni transitorie e solitamente irregolari e ripetitive. Quando questi transitori assumono una certa regolarità e coincidono con le frequenze dei cuscinetti possono evidenziare un danneggiamento. Se si osserva lo spettro si vede che l'energia prodotta da questa vibrazione è decisamente più piccola di quelle prodotte ad esempio dallo squilibrio e rischia di passare inosservata o confusa con un rumore di fondo.

Per evidenziare il segnale proveniente da un cuscinetto danneggiato si può sfruttare il fatto che uno shock essendo un singolo evento non ha una frequenza definita. Il suo effetto diventa visibile sulla frequenza di risonanza della macchina o del supporto dove anche una piccola energia causa un effetto visibile. Per fare ciò si usa un filtro che nasconde le vibrazioni principali delle macchine privilegiando

quelle comprese in un certo campo tipico della risonanza. Con la **tecnica dell'inviluppo** il segnale viene rettificato (viene tagliata la parte negativa) e con l'inviluppo vengono meglio definiti i picchi. In seguito all'applicazione di questa tecnica si possono contare i picchi per intervallo di tempo ottenendo la frequenza che poi può essere comparata con le frequenze del cuscinetto.

Gli **shock** sono onde di pressione transiente generate dai cuscinetti volventi in tutta la loro vita di esercizio. La loro intensità è direttamente rapportabile allo spessore del film lubrificante che separa le superfici delle piste e dei corpi volventi nella zona caricata del cuscinetto e alla condizione meccanica delle superfici. Una scarsa lubrificazione provoca un incremento dello shock di fondo mentre lo svilupparsi di un danneggiamento del cuscinetto causerà un marcato incremento degli shock di picco. Tutto questo accade normalmente prima di avere danneggiamenti visibili ad occhio nudo, di gran lunga in anticipo rispetto alle rotture dei cuscinetti.

Un trasduttore shock pulse è costituito da una massa di riferimento che risponde con una oscillazione smorzata quando questa viene investita dall'onda di pressione. Collegata alla massa c'è un cristallo piezoelettrico che una volta compresso genera una corrente proporzionale all'entità dell'onda di pressione. Quando la massa viene eccitata alla sua frequenza di risonanza inizierà ad oscillare con grande ampiezza esaltando il segnale. Tutte le altre vibrazioni della macchina non provocheranno una risposta da parte del trasduttore. I misuratori di shock sono meccanicamente ed elettricamente tarati per operare esclusivamente alla loro frequenza di risonanza di 32 kHz dove il segnale risultante è più forte. Questo ci permette di avere una grande sensibilità agli shock ed una neutralità nei confronti delle normali frequenze di vibrazioni della macchina.

L'intensità complessiva degli shock aumenta quando il film d'olio si riduce; questo può essere spiegato con lo stress provocato dal contatto metallo-metallo tra piste ed elementi rotanti. Infatti il danneggiamento superficiale delle piste e degli elementi rotanti provoca picchi distinti e localizzati.

La manutenzione programmata è inefficiente per i cuscinetti poiché la durata del servizio del singolo cuscinetto non può essere prevista. Infatti la sostituzione basata sulla vita di catalogo dei cuscinetti implica un grande spreco rispetto alla durata potenziale dei cuscinetti (la maggior parte verrà rimossa ancora in buone condizioni). Significa anche tralasciare completamente i fattori che riducono la durata del singolo cuscinetto in una data applicazione, come una scarsa lubrificazione, l'eccessiva vibrazione, lo scarso allineamento dell'albero, eccetera. Oltre al costo del materiale e del lavoro, c'è il rischio di guasti per l'installazione ogni volta che un cuscinetto viene sostituito.

Con misurazioni regolari di shock pulse si possono quindi monitorare cambiamenti nella condizione operativa durante tutta la vita operativa di un cuscinetto, dall'installazione alla rottura. Grazie, quindi, all'applicazione regolare di tale metodologia è quindi possibile tenere sotto controllo lo stato di salute di tali componenti e si riesce a programmarne la sostituzione nettamente in anticipo rispetto al suo cedimento evitando quindi sia un possibile guasto che la sostituzione prematura dell'item.

- ANALISI DELLA TEMPERATURA DELLE MACCHINE

Un'altra tipologia di analisi svolta dalla ditta SPM riguarda la rilevazione della temperatura, principalmente dei quadri elettrici presenti nei reparti. Questi controlli consentono di avere un monitoraggio continuo di componenti elettrici, potenzialmente pericolosi per la sicurezza degli operatori, riducendo notevolmente la possibilità di anomalie di funzionamento come il surriscaldamento di componenti, connessioni allentate o guasti che potrebbero compromettere, oltre al funzionamento della macchine, anche la salute delle persone che lavorano a contatto ravvicinato con i quadri. Le termocamere in commercio permettono di catturare immagini sia all'infrarosso che nel campo del visibile, consentendo una valutazione semplice e veloce del problema.



Occasionalmente viene richiesto al tecnico che si occupa di svolgere le indagini SPM di aggiungere al programma seguito normalmente di rilevare la temperatura di componenti che si sa essere a rischio di danneggiamento.

Alcuni elettricisti che fanno parte della forza di manutenzione interna della azienda hanno avuto la possibilità di essere formati sull'utilizzo della termocamera: in occasione di guasti viene quindi usato tale strumento a scopo di documentazione e rilevazione dello stato di salute della macchina sia prima che a seguito dell'intervento correttivo applicato per giudicarne la buona riuscita.

A seguito della campagna di analisi svolta con frequenza trimestrale dalla ditta SPM, il tecnico effettua una prima analisi "in campo", prima di lasciare l'azienda in modo tale da poter segnalare le anomalie più evidenti e pericolose, che necessitano di un intervento immediato. Dopo qualche giorno provvede a inviare l'analisi completa di tutti i dati rilevati in campo. Le anomalie e criticità rilevate vengono inserite come segnalazione in Plamai e gli interventi correttivi conseguenti, suggeriti dalla ditta esterna stessa, vengono messi in pratica secondo la priorità dell'intervento e le risorse disponibili.

Il sistema informativo Plamai è, quindi, utile per registrare i dati raccolti attraverso l'analisi delle vibrazioni e della temperatura delle macchine, per programmare con efficienza gli interventi suggeriti dai tecnici esperti e in seguito per la loro registrazione. Durante ogni campagna viene sempre effettuata, come primo passo, una riunione dove vengono discussi gli interventi svolti sui macchinari a seguito delle segnalazioni di SPM, giudicandone l'efficacia e i benefici apportati. È quindi fondamentale avere a disposizione un database dove tali dati sono immediatamente rintracciabili.

Si riportano due esempi per evidenziare i vantaggi che un'applicazione continuativa delle tecniche di controllo vibrazionale e mediante termo-camera possono apportare alla Gestione della Manutenzione Preventiva.

- Rilievo della temperatura di un cuscinetto

Durante l'ultima campagna di analisi della ditta SPM è stato chiesto al tecnico che stava rilevando la temperatura dei quadri elettrici del reparto del Lavaggio di usare la termo-camera per controllare, eccezionalmente, la temperatura di un cuscinetto del rullo folle di un nastro.

Tale cuscinetto, da tempo, era caratterizzato da surriscaldamento locale che aveva come conseguenza una breve durata della vita del componente stesso, che doveva essere sostituito molto più spesso rispetto agli altri cuscinetti della macchina.

Attraverso l'analisi svolta per mezzo della termo-camera si è rilevato che la temperatura del cuscinetto era effettivamente molto alta e si è giunti alla conclusione che la quantità di grasso usata per lubrificare il componente era eccessiva: se, infatti, una scarsa lubrificazione può portare a danneggiamenti delle diverse parti di cui è costituito il cuscinetto anche una lubrificazione esagerata può avere conseguenze negative per la durata della vita del componente.

Il grasso presente nel cuscinetto è stato, conseguentemente, cambiato ed è stato stabilito, sempre mediante gli strumenti del tecnico SPM, il livello ottimale di grasso che deve essere utilizzato per lubrificare il componente. Si è deciso, inoltre, di ridurre la frequenza di ingrassaggio del cuscinetto a due volte al mese, invece che una volta alla settimana.

Attraverso l'analisi svolta attraverso la termo-camera si è potuto evitare di avere eccessivi surriscaldamenti locali del cuscinetto che l'avrebbero danneggiato irrimediabilmente e molto più velocemente di quanto si è potuto ottenere con una lubrificazione corretta del componente.

- Analisi delle vibrazioni della girante di un mixer di risciacquo

Una delle macchine appartenente all'elenco di item da controllare durante la campagna di analisi vibrazionali è il mixer di risciacquo MAF 344, all'interno del

quale le scaglie vengono messe in movimento dall'azione delle pale di una girante azionata da un motore elettrico e, successivamente, inviate alla vasca di flottazione dove il PET viene separato dal PE, materiale di cui sono costituiti i tappi delle bottiglie.

Durante l'ultima analisi si è rilevata una vibrazione eccessiva del cuscinetto della girante, lato puleggia: dopo aver svolto l'analisi dei dati raccolti il tecnico ha consigliato di svolgere un'ispezione dello stato di usura delle pale della girante del mixer, per controllare che non vi fosse uno sbilanciamento nella rotazione, causato proprio dal consumo eccessivo delle pale.

Durante la manutenzione successiva si è provveduto subito ad aprire il mixer e si è rilevato che effettivamente lo stato di usura delle pale risultava eccessivo: lo squilibrio nella rotazione della girante era quindi dovuto, come ipotizzato durante il controllo vibrazionale, a uno sbilanciamento del componente. Il pezzo di ricambio è stato di conseguenza ordinato in previsione di una sua urgente sostituzione.

Inoltre, durante l'ispezione, si è potuto rilevare che sul fondo della vasca era presente un volume non indifferente di materiale ferroso, considerato scarto per il processo dell'impianto: molle e altri componenti presenti nelle bottiglie.

Si è quindi potuto constatare che la pulizia e lo svuotamento della vasca non veniva svolto nei tempi e con le frequenze dovuti; ciò aveva conseguenze negative anche per il processo del risciacquo che non veniva portato a termine con efficienza ottimale: si è, dunque, stabilito di aggiungere ai compiti degli operatori della produzione lo svuotamento della vasca da questo tipo di materiale inquinante una volta ogni 6 mesi, per evitare eccessivi accumuli di ferro sul fondo del mixer.

Grazie all'analisi vibrazionale svolta dal tecnico SPM si è potuto provvedere a ordinare e, poi, sostituire preventivamente la girante del mixer di risciacquo evitando fermi impianto di durata sicuramente elevata dovuti a guasti a tale componente.

6.4 Manutenzione ciclica

Altra attività importante in questo contesto è stata l'organizzazione delle attività di manutenzione ciclica. La decisione aziendale è stata quella di schedulare mensilmente questo tipo di interventi ed affidare lo svolgimento della manutenzione minuta come ingrassaggio, cambio olio e filtri agli operatori di una ditta esterna. Queste operazioni, pur non richiedendo grandi capacità tecniche rappresentano, di fatto, la costituzione di un valore aggiunto in quanto, non solo mantengono più a lungo le condizioni standard di funzionamento delle macchine, ma garantiscono anche un'ulteriore occasione di ispezione per la segnalazione di eventuali anomalie di parti di impianto.

Nel periodo iniziale del mio stage l'organizzazione e la gestione di tali attività era affidata totalmente agli operatori di una ditta esterna, liberi di eseguire gli interventi di manutenzione ciclica nei tempi e nei modi a loro più comodi. Non era presente un vero e proprio piano che schedulasse tutte le attività necessarie per mantenere in buone condizioni i componenti dell'impianto e che indicasse le frequenze con cui le attività di ingrassaggio, cambio olio e cambio filtri dovevano essere portate a termine.

Era forte, quindi, la necessità di avere un maggior controllo su questo tipo di attività da parte dell'Ingegneria di Manutenzione, dal momento che una non corretta lubrificazione o un'erronea gestione dei cambi filtri, possono avere gravi ripercussioni sull'andamento dell'impianto. Ad esempio frequenti erano le sostituzioni di cuscinetti a causa di ingrassaggi eseguiti con una frequenza non corretta (scarsa lubrificazione del componente) oppure a causa di una quantità eccessiva di grasso pompata nella sede.

Un altro problema era il fatto che per alcuni componenti, anche importanti dal punto di vista del processo di lavorazione di bottiglie e scaglie, i punti di ingrassaggio non erano accessibili; gli operatori della ditta esterna incaricati dell'ingrassaggio, quindi, si trovavano a non poter svolgere le attività a loro



assegnate senza avere, però, la possibilità di fare presente il problema alla manutenzione interna dal momento che la gestione delle attività di manutenzione ciclica era totalmente lasciato in mano loro. Ciò ha portato inevitabilmente, ancora una volta, ad avere macchine non ingrassate da parecchio tempo, con evidenti conseguenze sulla durata della vita dei componenti che ne risultava drasticamente diminuita.

Altra conseguenza dell'outsourcing degli interventi di manutenzione ciclica era il fatto che, essendo l'organizzazione di tali attività estranea ai referenti interni di manutenzione, spesso durante la fermata settimanale dell'impianto si sono notate interferenze tra i manutentori interni che dovevano portare a termine i compiti a loro assegnati attraverso il documento dell'Ordine del Giorno e gli operatori esterni che, seguendo il loro giro di attività stabilito in modo indipendente in base soltanto alle loro esigenze, si trovavano a dover operare sulle stesse macchine oggetto di attività di manutenzione. Questa mancanza di coordinazione causava inevitabilmente ritardi delle attività anche consistenti oltre che una riduzione del livello di sicurezza dell'impianto, dovendo gli interventi essere svolti sottopressione e con maggior fretta e coinvolgendo un numero elevato di persone operanti nella stessa area.

Numerose sono, infatti, le imprese esterne coinvolte in attività di manutenzione al giovedì ed era totalmente assente una pianificazione temporale degli interventi; in fase di pianificazione ci si limitava a creare un elenco delle attività da svolgersi in fermata ma senza fornire un ordine, anche solo indicativo, secondo il quale esse dovevano essere svolte.

Si è deciso quindi di operare in questo modo:

attraverso il tool relativo alla Manutenzione Ciclica messo a disposizione da MTM/Plamai si è generato un planning indicativo delle attività di ingrassaggio, cambio olio e cambio filtri comprendente tutti i macchinari presenti nell'impianto del Lavaggio con frequenze stabilite in prima approssimazione basandosi su

indicazioni del referente meccanico, un tempo incaricato della gestione di tale attività. La struttura è quella di una check-list da compilare una volta effettuata l'attività in oggetto, come si può vedere nell'esempio riportato.

		Settimana 1			Settimana 2			Settimana 3			Settimana 4			Mese		
		Cambio filtro	Cambio olio	Ingrassaggio	Cambio filtro	Cambio olio	Ingrassaggio	Cambio filtro	Cambio olio	Ingrassaggio	Cambio filtro	Cambio olio	Ingrassaggio	Cambio filtro	Cambio olio	Ingrassaggio
MAF 1005	Nastro trasportatore sotto il titech nuovo			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			
MAF 1007	Nastro trasportatore di raccolta			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			
MAF 1008	Nastro trasportatore di analisi			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			
MAF 1009	Nastro trasportatore di scarico			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			
MAF 101	Nastro trasportatore carico cilindro apriballe			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			

Estratto della Check-list di Manutenzione Ciclica reparto Lavaggio

L'utilità di tale strumento era quella, innanzitutto, di facilitare i manutentori esterni incaricati di tali attività nell'organizzazione e pianificazione del giro da seguire all'interno del reparto, evitando errori di doppia lubrificazione o assenza di lubrificazione, comprensibili date le dimensioni dell'impianto del Lavaggio e l'elevatissimo numero di macchinari presenti all'interno di esso, che rende inevitabilmente arduo il ricordarsi delle attività già svolte nell'arco di tempo previsto dal piano di manutenzione ciclica.

Principalmente, però, la scheda, che alla fine del mese viene riconsegnata all'Ingegneria di Manutenzione che si occupa della registrazione su Plamai della attività svolte, è servita per rendere i referenti interni e il responsabile di Manutenzione più consapevoli della frequenza con cui gli interventi venivano svolte dagli operatori esterni. A loro disposizione, infatti, hanno potuto avere un documento concreto da analizzare e sul quale poter ragionare in modo coordinato con gli operatori esterni.



Parallelamente alla compilazione di tale documento è stata portata avanti un'analisi più teorica delle necessità di lubrificazione dei macchinari: attraverso i codici dei cuscinetti presenti in reparto si è risalito al loro modello e si è cercato sul manuale SKF e sui manuali di uso e manutenzione dei componenti dell'impianto messi a disposizione dai fornitori le frequenze ottimali di ingrassaggio e lubrificazione stabilite dai costruttori. Inoltre durante interventi di manutenzione straordinaria sulle macchine da parte dei fornitori dei componenti, ci si è soffermati su tale argomento facendosi compilare un rapporto di intervento sul quale indicare le necessità della macchina in termini di lubrificazione e eventuale cambi periodici di olio e filtri.

Procedendo in questo modo si sono potuti analizzare congiuntamente lo stato di fatto del reparto in termini di manutenzione ciclica e lo stato ottimale in cui si sarebbe potuto trovare seguendo in modo scrupoloso le indicazioni fornite dai costruttori. Fondamentale durante l'analisi è rimasta l'esperienza dei meccanici interni ed esterni a contatto da anni con le macchine del reparto del Lavaggio.

Altra attività portata avanti in questo periodo, che ha aiutato a definire un piano di manutenzione ciclica per il reparto del Lavaggio che fosse il più completo possibile e tenesse conto tutte le problematiche ad esso connesse, è stata l'analisi componente per componente dell'eventuale necessità di fermata per la lubrificazione piuttosto che la possibilità di effettuare tale attività a macchina in movimento.

Attraverso una codifica a colori si sono evidenziate sul layout le due categorie di componenti, lasciando quindi tutte le attività collegate alle macchine aventi bisogno di fermata per la lubrificazione da effettuarsi durante la fermata settimanale del giovedì, mentre le attività esenti da tale necessità sono state schedate nei diversi giorni della settimana, tenendo conto anche degli altri compiti degli operatori esterni negli altri reparti.



Questo ha consentito, innanzitutto, di liberare ore uomo per la manutenzione settimanale dell'impianto, durante la quale numerosi sono sempre gli interventi da effettuare e forte è la necessità di avere il maggior numero di risorse disponibili a portare avanti le attività.

Allo stesso tempo si è generato, sempre attraverso un tool presente sulla piattaforma di Plamai, un elenco di tutte le attività routinarie svolte dalle diverse imprese durante la fermata settimanale, comprendente, oltre che le attività di manutenzione ciclica descritte in questo capitolo, anche lo svuotamento delle canaline e delle vasche svolto da un'impresa di spurghi, la pulizia dei macchinari e dell'impianto compiuta dagli operatori di una cooperativa e i controlli della strumentazione di selezione ottica delle bottiglie assegnati agli elettricisti interni.

Altra conseguenza positiva è stata, quindi, avere la possibilità di coordinare le attività di manutenzione stabilite settimanalmente, in generale il giorno prima della fermata di manutenzione, e le attività routinarie cicliche. Il layout dell'impianto, dove sono state evidenziate le aree oggetto di manutenzione ciclica, è utile infatti per avere un'idea chiara ed immediata delle possibili interferenze che si potrebbero generare durante la fermata. In fase di programmazione l'ordine delle attività di manutenzione ciclica viene, quindi, modificato in modo tale da rendere il meno problematico possibile il fatto di avere numerose imprese esterne operanti all'interno dell'impianto.

I tools disponibili grazie al servizio MTM/Plamai sono stati fondamentali per lo sviluppo dell'analisi descritta nel presente capitolo e rimarranno utili anche con il procedere dei lavori, in quanto consentono di registrare puntualmente le attività svolte mese per mese dalle diverse aziende coinvolte nella manutenzione del reparto del Lavaggio. Un altro vantaggio di usare una piattaforma di tal genere è la facilità con cui tutte le informazioni e la documentazione si possono reperire. Il layout con la codifica basata sui colori e le check list di cui si è parlato in questo capitolo sono, infatti, state caricate su Plamai, associate all'item creato appositamente per la linea Lavaggio, e vengono usate in fase di programmazione

6.5 Gestione delle Richieste di Intervento dai reparti

Uno dei compiti principali assegnatomi dal mio tutor aziendale è stata l'elaborazione di una Procedura di Manutenzione, che avesse come obiettivo principale l'ottenimento di una maggiore organizzazione e razionalizzazione della gestione e della raccolta delle richieste di intervento da parte della produzione.

Di fatto, fino a qualche mese fa, la modalità con cui gli operatori di produzione richiedevano un intervento alla manutenzione era unicamente la richiesta verbale. I capituomo e i capireparto, fidandosi dei coordinatori della manutenzione elettrica e meccanica, grazie ad anni di collaborazione e lavoro fianco a fianco, si limitavano a far notare un'anomalia di un macchinario a chi di dovere, ad esempio in occasione di altri interventi durante i quali i manutentori si trovavano già in reparto, esponendo anche le loro necessità di modifica o possibili miglioramenti alle macchine che potessero facilitare i loro compiti di pulizia e gestione della linea.

Evidenti sono i lati negativi di tale modo di procedere: facilmente le richieste verbali, in mancanza di documentazione scritta, possono essere inizialmente trascurate e in seguito, con il trascorrere del tempo, dimenticate. Interventi che quindi potevano essere svolti in anticipo rispetto al guasto, sfruttando la capacità di diagnostica degli operatori a contatto da anni, ogni giorno, con i macchinari, evitando ore preziose di fermo impianto e mancata produzione, si trovavano quindi a dover essere gestiti con urgenza, con tutte le relative conseguenze negative: pezzi di ricambio da dover rintracciare all'ultimo momento, manodopera aggiuntiva da dover richiedere per poter sopperire agli interventi da svolgersi immancabilmente in altri reparti, situazione tutt'altro che rara in un impianto complesso come quello di Novedrate, incapacità di soddisfare ordini di materiale causa fermo prolungato dell'impianto e così via.

Frequenti erano le lamentele dei reparti che le loro richieste non venivano ascoltate e non veniva data loro la giusta importanza. D'altra parte anche la manutenzione si trovava a dover lavorare in una situazione di evidente disordine e



confusione, che si sarebbe potuta risolvere con un metodo di raccolta delle richieste più formale, con regole chiare e precise.

Riporto un esempio, a testimonianza di quanto esposto, accaduto nel periodo iniziale dello stage: nel reparto di Filatura, la macchina fondamentale del processo è l'Estrusore, estremamente complesso e delicato nel suo funzionamento. Tale macchinario è stato installato su una delle tre linee circa vent'anni fa, prodotto da un'azienda americana specializzata in questo tipo di tecnologie, nel frattempo assorbita da un'altra società. Fino a metà di quest'anno non sono stati necessari interventi importanti su questo asset; in magazzino quindi non era presente una scorta di parti di ricambio, nonostante la complessità della macchina e l'evidente difficoltà di reperibilità che ci sarebbe stata in seguito a un guasto imprevisto. Anche i manuali di uso e manutenzione non erano così facilmente rintracciabili. Alla fine del mese di Luglio è stato segnalato dagli operatori di linea un rumore proveniente dalla zona del riduttore, indice di una possibile usura o addirittura guasto di uno dei componenti. Alla segnalazione non è stata data, inizialmente, la giusta priorità e l'intervento è stato rimandato: il reparto di Filatura, infatti, per necessità di processo non è soggetto a fermata settimanale per manutenzione ma viene fermato solo in occasione di manutenzioni straordinarie con frequenza generalmente annuale. Non era così semplice ed immediato quindi fermare la linea per poter aprire l'estrusore e rilevare quale fosse il componente che stava dando problemi. Il rumore però con il passare dei giorni era diventato sempre più evidente e grazie alla fermezza del coordinatore della manutenzione meccanica si è deciso di fermare la linea con urgenza, con l'ipotesi che il rumore potesse essere dovuto all'usura di un cuscinetto dell'albero veloce del riduttore, conclusione a cui si è arrivati grazie all'esperienza di chi è andato ad analizzare la situazione, persone da anni a contatto con questo tipo di problemi e dotati delle caratteristiche necessarie per gestire emergenze di tale complessità, sicurezza e capacità di prendere iniziative, anche in assenza di certezze. Il cuscinetto in questione non era disponibile come pezzo di ricambio a magazzino, ma, sempre grazie all'esperienza e ai contatti, sviluppati a seguito di anni e anni di



collaborazione, con i fornitori, il Responsabile di Manutenzione, è riuscito a procurare il pezzo di ricambio con tempi di consegna brevissimi, data l'urgenza dell'intervento. L'ipotesi, fortunatamente, si è rivelata corretta e il rumore era effettivamente dovuto al cuscinetto descritto: l'operazione è stata portata a termine in tempi brevi ed è stato risolutivo, non lasciando quindi dietro di sé altre necessità di intervento.

Si è deciso di riportare questo esempio dal momento che la buona riuscita dell'intervento descritto è dovuta, evidentemente, alle persone coinvolte nella gestione del problema. In una situazione diversa, nella quale chi si fosse trovato a dover gestire la situazione ed organizzare l'intervento non fosse dotato della stessa esperienza e capacità di prendere decisioni con la fermezza e sicurezza necessaria, le conseguenze sarebbero state inevitabilmente diverse.

E' quindi chiara l'esigenza di avere un metodo, da consolidare all'interno dell'azienda, attraverso il quale tutte le segnalazioni provenienti dai reparti possano essere registrate e non vi sia possibilità che le richieste vengano dimenticate o trascurate, che possa essere, inoltre, assegnata loro la giusta priorità rispetto ad altre richieste.

Il mio obiettivo è stato quindi quello di trovare il giusto strumento che potesse risolvere le criticità descritte e rendesse più facile l'organizzazione e pianificazione degli interventi, che andasse incontro alle esigenze sia della produzione che della manutenzione.

Con il supporto del Responsabile della Manutenzione e dell'HSE Manager dello stabilimento abbiamo, quindi, elaborato il modulo chiamato **Segnalazione di Intervento**, che deve essere compilato dal capoturno di ogni reparto ed è realizzato in duplice copia, in modo tale che la matrice del blocco, compilata dalla produzione rimanga all'interno del reparto e possa essere consultata da tutti gli operatori, che possono essere così resi partecipi di tutte le richieste che sono state fatte alla manutenzione, anche in turni diversi dal proprio vedendo cosa è

stato svolto e cosa ancora rimane da portare a termine. La seconda copia viene raccolta dalla manutenzione, durante la riunione giornaliera effettuata in ogni reparto: la richiesta viene in seguito registrata attraverso il sistema informativo Plamai, in modo tale che, in fase di generazione dell'Ordine del Giorno e in fase di programmazione dei lavori, gli interventi possano essere organizzati e pianificati tenendo conto di tutte le richieste, in base alla loro priorità e alle risorse disponibili, in termini di manodopera e pezzi di ricambio.

Il modulo è diviso in più sezioni:

- **SEZIONE A:** questa parte deve essere compilata dalla produzione, che deve indicare la macchina e la relativa area oggetto della richiesta, la data della segnalazione e la priorità decisa dal capoturno e, in seguito, vagliata dal caporeparto. L'indicazione della priorità è fondamentale per una giusta pianificazione degli interventi e, per questo, è importante che il caporeparto vagli tutte le richieste e confermi o, se serve, cambi la scelta del capoturno. Solo il caporeparto è, infatti, a conoscenza di tutto ciò che avviene sulle linee e si può accorgere, inoltre, del fatto che una determinata richiesta sia già stata inoltrata alla manutenzione.

Si è deciso di usare lo stesso modulo per registrare anche gli interventi urgenti, che provocano fermi impianto o rischi per l'operatore, l'ambiente e le cose; per tutti questi interventi va indicata priorità 1. In questo modo si evita di perdere traccia degli interventi che vengono svolti con urgenza, dal meccanico o dall'elettricista, che viene comunque chiamato appena necessario. La registrazione dell'intervento sul modulo, infatti, avviene solo una volta che il guasto o il problema alla macchina è stato risolto.

- **SEZIONE B:** questa sezione invece serve alla manutenzione per poter ridefinire la priorità della richiesta stabilita dal reparto, in base alle risorse disponibili e alla presenza di altre manutenzioni in altre reparti che limitano la disponibilità di manodopera. La priorità potrebbe anche essere alzata se l'esperienza

della manutenzione porta alla conclusione di un certo intervento debba essere svolto più urgentemente di quanto ipotizzato dalla produzione. L'eventuale ridefinizione deve avvenire però in presenza del capoturno o del caporeparto in modo tale che la produzione sia resa partecipe del cambiamento della priorità e non si trovi a chiedersi il perché un intervento ancora non è stato portato a termine.

- SEZIONE C: in questa parte il capoturno descrive l'anomalia riscontrata sulla macchina oggetto della richiesta riportando anche indicazioni che potrebbero essere utili alla manutenzione in fase di ricerca guasto
- SEZIONE D: la manutenzione una volta svolto l'intervento deve compilare questa sezione descrivendo le operazioni compiute per risolvere il problema, indicando anche la data in cui è avvenuto l'attività di manutenzione e il tempo impiegato, dato utile in fase di analisi dei guasti e dei KPI
- SEZIONE E: una volta portato a termine l'intervento manutenzione e produzione si trovano per poter discutere dell'efficacia dell'operazione svolta. Un certo intervento può essere infatti risolutivo, come, ad esempio la sostituzione di un certo componente usurato, oppure può essere soltanto un'azione provvisoria atta a rimettere in moto il processo, evitando fermi troppo prolungati all'impianto, che necessita quindi di un intervento definitivo durante la fermata della linea. Questo può avvenire in caso di mancanza del pezzo di ricambio necessario o nel caso i tempi di intervento siano troppo lunghi rendendo non conveniente portare a termine l'intervento durante le ore di produzione. Ad esempio, una griglia di un centrifuga, forata a causa dell'usura provocata dall'impatto delle scaglie di PET, può essere temporaneamente saldata evitando la perdita di scaglie e la relativa diminuzione di produzione rendendo però necessaria una successiva sostituzione, il più presto possibile, del componente. Nel caso vi sia la necessità di riprogrammare l'intervento, ad esempio nel caso in cui ci si



accorga che il guasto non possa essere risolto immediatamente o nel momento stabilito, la manutenzione, sempre in accordo con la produzione, può indicarne la nuova priorità.

Si è inoltre deciso di svolgere una riunione con cadenza settimanale, da svolgersi all'interno di ogni reparto, durante la quale manutenzione e produzione possano parlare degli interventi non ancora svolti fornendo le relative spiegazioni e, riguardo le attività portate a termine, si possa discuterne l'efficacia e l'eventuale necessità di un nuovo intervento, compilando congiuntamente la sezione E del modulo.

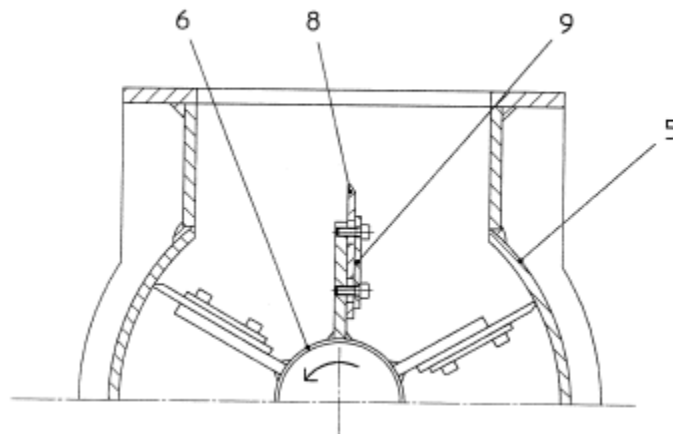
Obiettivo di questa riunione settimanale è avere un ulteriore momento di pianificazione e programmazione degli interventi di manutenzione ma, soprattutto, favorire la comunicazione tra le due aree dell'azienda, spesso in contrasto e portate ognuno a difendere i propri interessi. Si è, quindi, creato un momento di discussione costruttiva sia dal punto di vista della manutenzione, che si vede facilitata nell'organizzazione, sia per la produzione, che finalmente può avere una risposta alle sue richieste e non sia portata a pensare che le segnalazioni fatte siano state dimenticate.

Come anticipato, molto utile nella gestione delle Segnalazioni di Intervento è Plamai, che consente di avere un database contenente tutte le richieste dei tre reparti ordinate in base alla loro priorità, da cui poter estrarre le informazioni necessarie in fase di formulazione dell'Ordine del Giorno.

7 Esempi nel reparto Lavaggio

7.1 La Valvola Stellare MAF 319a

Attraverso l'analisi del Registro degli Interventi presente in Plamai, dopo aver provveduto a creare uno storico guasti realistico degli ultimi mesi di funzionamento dell'impianto del Lavaggio, si è potuto rilevare che una situazione particolarmente critica riguardava i diversi fermi impianto dovuti a scatto termico di una coclea presente nell'area Uscita Lavaggio, la coclea T002. L'impianto si fermava, quindi, per tempi più o meno lunghi a seconda della situazione, a causa del surriscaldamento del motore di tale componente che provocava appunto il suo scatto termico. La reale causa del fermo era dovuta, però, non tanto alla coclea quanto alla valvola stellare a valle di essa, la rotocella MAF 319a.



Dettaglio rotore con pattini Valvola Stellare

I pattini di questa particolare rotocella sono realizzati in gomma. A contatto 24 ore al giorno con una materia prima caratterizzata da particolari proprietà di usura come le scaglie PET, che oltretutto, lanciate ad alta velocità, sfregano continuamente contro le pareti di ogni componente dell'impianto, i pattini in gomma delle valvole stellare si consumano in tempi abbastanza rapidi e ciò provoca un peggioramento delle condizioni di funzionamento del componente. Non riuscendo più a lavorare nel modo corretto le scaglie riescono a passare tra il

pattino e la parete della camera della valvola stellare e “tornano indietro” provocando l’intasamento di tutte le tubazioni e componenti ad essa collegati.

In queste situazioni l’unico intervento che può portare a una risoluzione definitiva del problema è la sostituzione del componente, o quanto meno, la registrazione dei suoi pattini. Questa operazione, tuttavia, non può essere effettuata in opera, perché richiede tempi troppo lunghi, ma la valvola stellare deve essere portata in officina, dove un meccanico porterà a termine l’intervento. La strategia d’azione più veloce, che risolve definitivamente il problema, è, dunque, la sostituzione immediata della rotocella, non appena si presenti il problema dello scatto termico della coclea.

I fermi impianto attribuibili a questa causa, negli ultimi mesi, sono stati parecchi e la maggior parte di questi di durata considerevole, spesso superiore alle tre ore. Ciò che ha attirato l’attenzione durante l’analisi, però, è stato il fatto che in molte occasioni l’intervento risolutivo di sostituzione della valvola stellare, veniva messo in atto soltanto dopo aver riavviato l’impianto diverse volte semplicemente liberando le tubazioni che, naturalmente, risultavano intasate dalle materiale accumulato, non più scaricato dalla valvola stellare.

Un primo accorgimento messo in atto, attraverso l’aiuto del caporeparto, dei capituono e dei meccanici con diversi anni di esperienza, è stato quello di fare in modo che, non appena si presentasse un problema nell’area dell’uscita lavaggio, dovuto allo scatto termico della coclea piuttosto che errori legati al pressostato installato nella stessa area, non si perdesse tempo alla ricerca del possibile guasto, ma si provvedesse immediatamente alla sostituzione della valvola stellare. Questo componente, proprio a causa della sua criticità, ha, infatti, sempre un ricambio a magazzino, già pronto per essere montato sull’impianto, con i pattini registrati correttamente.

Per evitare, inoltre, il più possibile, i fermi impianto durante le regolari ore di funzionamento del reparto del Lavaggio, che hanno come inevitabile



conseguenza notevoli perdite di produzione, si è deciso di sfruttare la fermata settimanale di manutenzione del giovedì per poter effettuare una **sostituzione preventiva** della valvola stellare.

Analizzando il Registro Interventi sviluppato attraverso il sistema informativo Plamai si è rilevato che la frequenza dei fermi impianto dovuti a problemi alla valvola stellare in oggetto era di tre/quattro settimane massimo.

Si è quindi creato un **Piano di Manutenzione Preventiva** che prevede la sostituzione della valvola stellare MAF 319a ogni tre settimane. La rotocella smontata dall'impianto in tale occasione viene portata in officina, per poter provvedere alla sostituzione dei pattini e al controllo dello stato del rotore della valvola stellare e degli altri componenti, in modo tale che sia già pronta come scorta a magazzino.

Procedendo in questo modo, si è potuto constatare che il numero di fermi impianto dovuti a problemi di funzionamento della valvola stellare MAF 319a si sono drasticamente ridotti.

Ridurre i fermi impianto a zero è, però, impossibile. La vita dei pattini della valvola stellare è, sì, ipotizzabile analizzando lo storico dei guasti legati a tale componente, ma non si tratta di un dato deterministico. Oltre che dalle sue caratteristiche intrinseche, la durata della vita del componente, dipende, infatti, anche dal materiale che entra nel processo, dal fatto che sia più o meno carico di materiale inquinante o comunque diverso da PET, situazione che causa una sovrastimolazione della valvola stellare così come di tutti gli altri componenti dell'impianto.

Nel caso in cui, quindi, la sostituzione preventiva non basti a evitare il fermo impianto ma si renda necessario effettuare un intervento sulla valvola stellare durante il periodo di normale funzionamento dell'impianto, si deve quindi fare in modo che la sostituzione del componente avvenga in tempi il più breve possibile.

Osservando diverse volte l'attività di sostituzione della valvola stellare si è notato che il tempo necessario a portare a termine l'intervento risultava consistente non tanto a causa delle operazioni meccaniche legate alla sostituzione del componente quanto a causa dei lunghi tempi di attesa dell'elettricista, necessario per scollegare i cavi della macchina dal quadro e ricollegarli una volta sostituita la rotocella, magari perché impegnato in altre attività di manutenzione.

Il tempo attivo di sostituzione della valvola stellare si è notevolmente ridotto andando a collegare ai cavi del componente una spina; in questo modo, infatti, non è più necessario aspettare l'intervento dell'elettricista ma lo stesso manutentore meccanico, incaricato della sostituzione, può scollegare la rotocella dal quadro semplicemente staccando la spina e ricollegandola una volta posizionato il ricambio.

Il caso descritto nel presente capitolo è un esempio di come, attraverso un'analisi FMECA dei componenti critici dell'impianto, sviluppata sulla base del registro dei guasti attraverso un lavoro di gruppo con persone di diverse competenze al suo interno, nel nostro caso capitano del reparto del Lavaggio, manutentori meccanici ed elettricisti, ingegneria della manutenzione, si è arrivati a definire delle azioni correttive sia in termini di ottimizzazione, o in questo caso, creazione di un piano di manutenzione preventiva associato al componente in oggetto, sia in termini di applicazione di accorgimenti a livello progettuale del componente.

Si è andati quindi ad agire sia sul MTTF (Mean Time To Failure), riducendo il numero di guasti o dei fermi impianto legati all'usura del componente, sia sul MTTR (Mean Time To Repair) riducendo notevolmente i tempi necessari al ripristino delle funzionalità dell'impianto.

Da una situazione in cui si aveva un fermo impianto dovuto a problemi alla valvola stellare MAF 319a una volta ogni due settimane, caratterizzati da una durata di Down Time maggiore di tre ore, si è passati ad avere una sostituzione della valvola stellare durante il funzionamento dell'impianto una volta ogni due mesi con Down

Time minore di un'ora, applicando un piano di manutenzione preventiva che prevede la sostituzione in tempi di non funzionamento dell'impianto ogni 3 settimane.

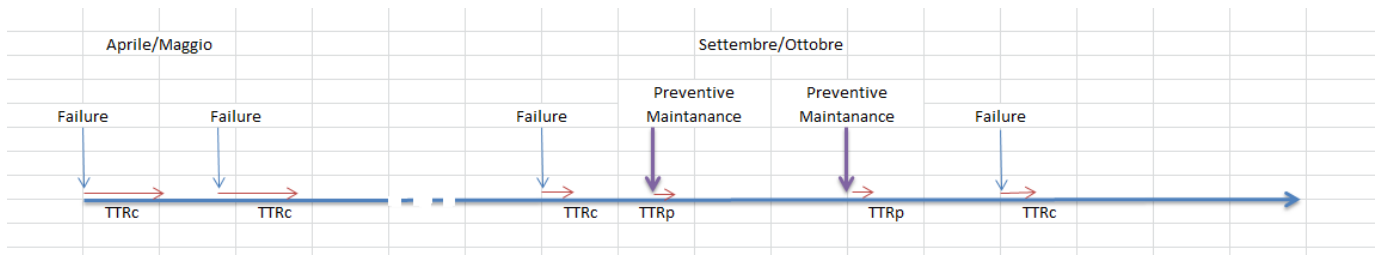


Grafico indicativo dei tempi di guasto e riparazione della valvola stellare

Quello che si potrebbe fare in futuro per migliorare ulteriormente la situazione andando a ridurre ancora le sostituzioni del componente, è cercare un altro materiale, diverso dalla gomma, con cui realizzare i pattini della valvola stellare. Si potrebbe, in questo modo, ridurre il consumo del componente prolungando la vita della rotocella.

7.2 La Centrifuga Doppia MAF 317/MAF 318

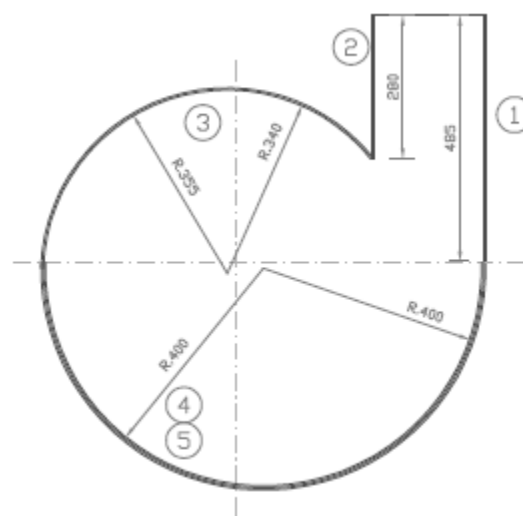
Un altro componente caratterizzato da un'alta frequenza di guasti è la Centrifuga Doppia, il cui scopo è quello di asciugare le scaglie di PET, successivamente alla fase di lavaggio che avviene nei quattro mixer ad opera di una miscela di acqua e soda.

Le scaglie vengono, quindi, inizialmente asciugate passando attraverso la centrifuga MAF 317 e, prima di essere lanciate dal ventilatore MAF 354 verso la successiva fase di Flottazione ed Essiccamento, vengono nuovamente centrifugate dalla centrifuga MAF 318, identica nelle dimensioni e nella sua funzione alla precedente, con lo scopo di aumentare l'efficienza di questa fase del processo.

Per questo motivo il macchinario, nel suo complesso, viene chiamato Centrifuga Doppia.

Le due centrifughe sono costituite da una girante e dal suo monoblocco collegato attraverso una trasmissione a cinghie al motore.

La corazza esterna è costituita da una serie di lamiere calandrate, attualmente in acciaio inossidabile AISI 304.



Disegno costruttivo corazza esterna MAF 317/MAF 318

Sulla parte inferiore della centrifuga, posizione 4 nel disegno, è presente una griglia di scolo (lamiera forata) per l'acqua di processo, depositata poi in un'apposita vasca, svuotata dagli operatori di una ditta esterna settimanalmente.

Le scaglie di PET, sfregando sulla corazza della centrifuga ad alta velocità, ne provocano una rapida usura: anche le pale della girante stessa risultano spesso danneggiate per questo motivo.

Molto frequenti sono, quindi, i fermi impianto necessari per saldare la corazza della centrifuga in diversi punti. Fori nella corazza esterna, o addirittura nella griglia della centrifuga, causano una notevole perdita di scaglie e una conseguente perdita di produzione.



Analizzando lo storico dei guasti si è notato che, per entrambe le centrifughe, circa cinque mesi dopo la sostituzione della griglia, si rendeva necessario mettere in atto una sua riparazione, saldando la zona interessata dal foro. Altre saldature venivano, successivamente, realizzate per un periodo della durata mediamente di un mese, fino a quando, la sostituzione del componente diventava necessaria.

Si è quindi deciso di formalizzare un Piano di Manutenzione Preventiva che tenesse conto di questi dati estrapolati dall'analisi statistica del Registro dei Guasti relativo alla Centrifuga Doppia: tale piano prevede controlli periodici dello stato di usura della griglia e consiglia la sostituzione preventiva del componente non appena si cominci a notare un assottigliamento del suo spessore, evitando i numerosi fermi impianto necessari per compiere eventuali saldature dei fori provocati dall'usura.

Il costo dovuto all'acquisto del componente, in anticipo rispetto alla sua durata teorica, vengono in questo modo ampiamente bilanciati dal risparmio che si ottiene evitando la riduzione di produzione conseguente al fermo impianto e alla perdita di scaglie.

Durante i controlli dello stato di usura della griglia viene anche rilevato lo stato di salute della girante, ne viene controllato il suo bilanciamento e, nel caso in cui una parte delle pale risulti eccessivamente consumata, il componente viene sostituito.

Sulle pale sono inseriti dei piatti antiusura, il cui scopo è proprio quello di evitare di dover sostituire l'intera girante: consumandosi prima delle pale, infatti, le proteggono allungando la durata della vita della girante e allo stesso tempo rendono l'operazione di sostituzione molto più veloce ed efficiente.

L'altro componente della centrifuga caratterizzato da rapida usura provocata dall'impatto e dallo sfregamento delle scaglie di PET è la sua corazza: in particolare alcune sue posizioni, interessate maggiormente dall'azione ad alta velocità delle scaglie, si forano molto spesso, a causa del senso di rotazione della girante e dalla direzione di rilancio delle scaglie, prima dalla centrifuga MAF 317 verso la MAF 318 e poi verso il ventilatore di rilancio MAF 354. Controllarne lo stato di usura,

ipotizzandone la durata della vita, risulta più complesso. Tuttavia un tentativo di miglioramento è stato messo in atto aumentando lo spessore della lamiera nelle posizioni risultate più critiche dall'analisi.

In futuro si può pensare di aumentare l'investimento iniziale acquistando lamiere in materiale più costoso ma caratterizzato da proprietà di resistenza all'usura più elevate, magari un acciaio inossidabile AISI 316.

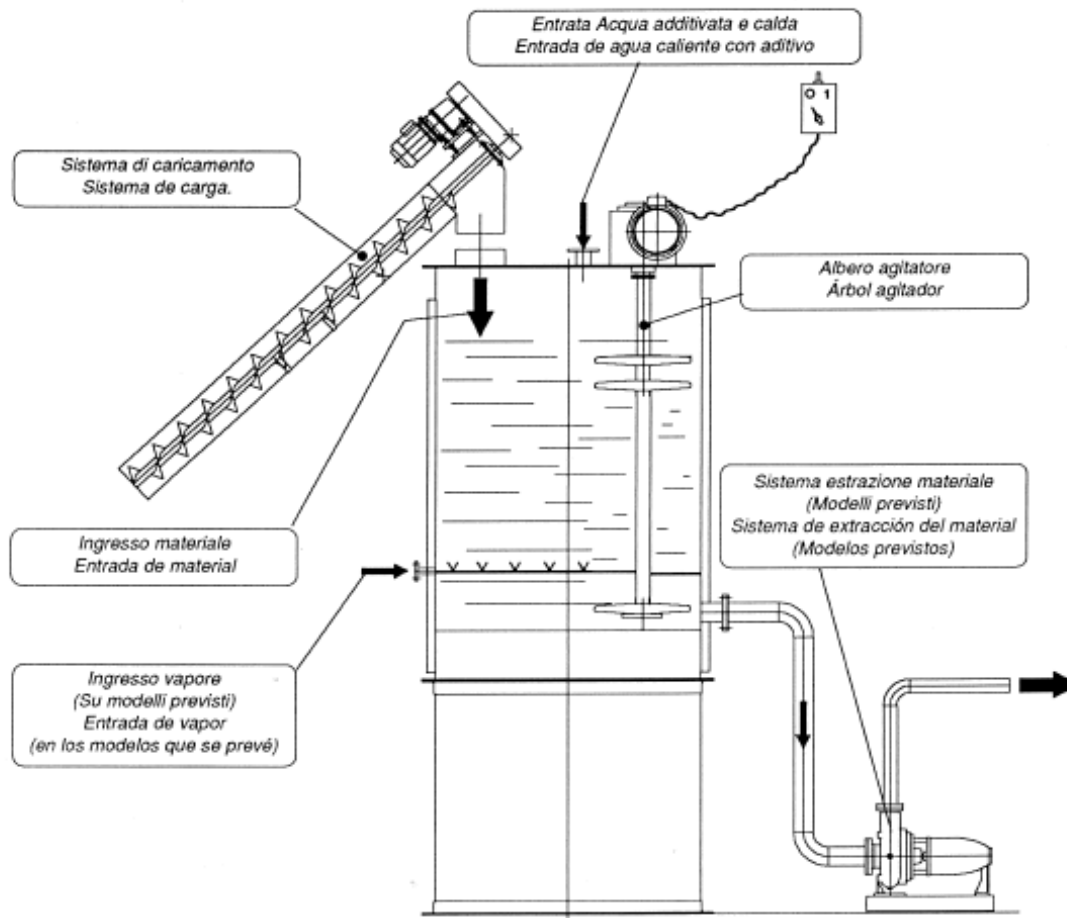
Si dovrà poi compiere un'analisi costi-benefici per valutare se il maggior investimento iniziale può essere bilanciato da un aumento della vita utile della corazza della centrifuga, abbassando la necessità di saldatura o sostituzione del componente, o se l'usura provocata dallo sfregamento delle scaglie di PET è talmente alta da rendere inutile un tentativo di miglioramento del materiale.

7.3 La Coclea MAF 708

Un'altra tipologia di analisi è stata compiuta, con il supporto dei capitano del Reparto del Lavaggio e della Manutenzione, sulla coclea di caricamento della vasca di risciacquo presente nella fase di Flottazione ed Essiccamento, la coclea MAF 708.

I guasti di questo componente non sono così frequenti come quelli relativi agli altri casi precedentemente trattati: la problematica legata alla coclea, che si evince ancora una volta dal Registro degli Interventi presente in Plamai, è il fatto che un suo guasto provoca fermi impianto caratterizzati da una durata piuttosto elevata, dalle due alle tre ore di fermo.

La durata del fermo non è tanto dovuta ai tempi di riparazione di componenti della coclea ma piuttosto alla necessità di dover liberare tutto il sistema di tubazioni posto a monte, fino alla Centrifuga Doppia, anch'essa interessata dall'intasamento.



Schema di funzionamento della coclea di caricamento MAF 308

La durata del fermo non è tanto dovuto ai tempi di riparazione di componenti della coclea ma piuttosto alla necessità di dover liberare tutto il sistema di tubazioni posto a monte, fino alla Centrifuga Doppia, anch'essa interessata dall'intasamento.

Attualmente non è, infatti, installato sulla coclea nessun sistema che ne rilevi l'effettiva rotazione, che riesca quindi a segnalare se l'albero della coclea sia in movimento o sia invece bloccato a causa di un eventuale guasto.

Quando la coclea si trova in stato di avaria il processo a monte non viene, quindi, interrotto ma tutto continua a funzionare regolarmente fino a quando l'accumulo di scaglie risulta eccessivo e la centrifuga doppia si blocca a causa dell'



intasamento dei suoi componenti e di tutto il sistema di tubazioni posto tra di essa e la coclea MAF 708.

Lunghi sono quindi i tempi necessari ai manutentori e agli operatori di produzione per liberare tutte le tubazioni e la centrifuga doppia per fare ripartire il processo una volta risolto il problema di funzionamento della coclea.

Guasti che si potrebbero risolvere in tempi molto brevi, anche inferiori all'ora, provocano, invece, fermi impianto caratterizzati da una durata eccessiva.

Si è quindi chiesta un'offerta ai fornitori di questa parte di impianto per inserire un sistema di fotocellule nella parte superiore della spirale della coclea che ne possa rilevare la rotazione e, nel caso l'albero risulti fermo a causa di una qualsiasi anomalia di funzionamento, comunichi con i componenti a valle e ne blocchi temporaneamente il funzionamento, in modo tale da evitarne l'intasamento.

Il collegamento non verrà messo in atto, possibilmente, tra la coclea di caricamento e la Centrifuga Doppia, in quanto non risulta così immediato bloccare tali componenti, anzi una loro improvvisa fermata potrebbe avere conseguenze non trascurabili a livello di funzionamento.

L'allarme verrà, invece, lanciato ad un'altra coclea, l'item MAF 316, che si occupa del caricamento della centrifuga MAF 309, subito a monte della Centrifuga Doppia, che si occupa della prima fase di asciugatura delle scaglie successivamente alla fase di Lavaggio nei quattro mixer.

Una volta messa in atto tale modifica di impianto i tempi di riavvio dell'impianto in seguito a un guasto sulla coclea MAF 308 verranno sicuramente drasticamente accorciati, diminuendo quindi la mancata produzione dovuta al fermo impianto, ma liberando allo stesso tempo anche la manodopera di produzione, che non si deve occupare più di dover liberare le tubazioni dall'intasamento, ma si può dedicare ad altri compiti di pulizia e supervisione che possono essere svolti



sfruttando il tempo necessario ai manutentori per ripristinare il funzionamento della coclea, operazioni che non possono essere svolte con l'impianto in marcia.

Nel caso in cui, una volta messa in pratica la modifica di impianto descritta, le previsioni di miglioramento saranno confermate si potrà pensare di estendere tale soluzione anche ad altri componenti critici presenti nel Reparto del Lavaggio caratterizzati dalle stesse problematiche.

8 Conclusioni

Nel seguente elaborato di tesi ho voluto raccontare la mia esperienza di stage svolta presso lo stabilimento di Novedrate della ditta Freudenberg Politex. Il focus del lavoro è stato quello di mettere in evidenza i vantaggi che l'introduzione di una gestione corretta ed ottimale della manutenzione preventiva, supportata da uno strumento come il sistema informativo Plamai, può portare in un'azienda di tale complessità.

Una maggior chiarezza nell'organizzazione e pianificazione degli interventi può portare a miglioramenti non solo per la stessa manutenzione ma dà anche vantaggi che si ripercuotono sulle altre aree aziendali. L'assenza, o almeno la riduzione, della confusione con cui i diversi interventi venivano richiesti e portati a termine evita le frequenti lamentele da parte dei reparti sulla mancanza di coordinazione e lo scarso interesse della manutenzione e tutto ciò porta inevitabilmente a miglioramenti dell'intero ambiente aziendale, collaborando alla riduzione dello stress e anche al miglioramento della sicurezza dell'impianto.

Naturalmente numerosi altri progetti possono essere portati avanti nell'azienda all'interno del campo della gestione della manutenzione: uno dei primi obiettivi è quello, ad esempio, di introdurre nel programma di manutenzione della fermata settimanale dell'impianto del Lavaggio delle attività di **Automanutenzione**, come compiti non degli addetti della manutenzione bensì degli operatori di produzione. Si tratta di semplici e routinarie attività di manutenzione che non richiedono elevate capacità specialistiche e che possono essere tranquillamente portate a termine anche dagli operatori del reparto con il duplice vantaggio di sgravare gli operatori della manutenzione da compiti che portano via tempo e impediscono loro di svolgere altre attività più complesse ma necessarie per il funzionamento dell'impianto, e allo stesso tempo di sfruttare la capacità di diagnostica di persone a contatto da anni e giornalmente con le macchine del reparto, in grado di individuare facilmente eventuali loro anomalie.



L'applicazione di queste attività di manutenzione è il primo passo che può portare all'introduzione in azienda della cosiddetta **TPM** (Total Productive Maintenance) i cui obiettivi sono il raggiungimento dell'impiego più efficace ed efficiente degli impianti, l'impostazione di un sistema per eliminare tutte le perdite, raggiungendo le "Perdite Zero" attraverso la motivazione individuale, la collaborazione e il lavoro in piccoli gruppi, implementando un sistema di prevenzione delle perdite, che nel campo della manutenzione si possono classificare come perdite per inefficienza della manodopera, per inefficienza delle strutture e del processo.

Per l'applicazione pratica dell'approccio TPM necessario è impostare un programma di lavoro per il miglioramento delle attività di manutenzione che parte dalla stesura del piano di manutenzione e di cui fanno parte anche la predisposizione di standard di lubrificazione, di pulizia delle macchine e delle attrezzature. Queste attività sono state avviate con buon successo, ottenendo notevoli miglioramenti anche dalla formazione e successiva analisi dello storico guasti che si è riusciti a creare.

All'interno del panorama della TPM, per svolgere le attività di automanutenzione descritte l'operatore deve essere opportunamente formato e motivato sull'importanza che ricopre il suo ruolo. Inoltre deve essere guidato nei suoi compiti attraverso la stesura di procedure e la predisposizione sulle macchine di segnalatori del loro stato di funzionamento.

Il primo passo sarà quello di portare a termine il progetto, già avviato, di estensione dell'utilizzo del sistema informativo Plamai anche per gli altri due reparti di Filatura e HS, arrivando alla definizione di piani di manutenzione affidabili ed ottimali anche per le macchine di questi due impianti.

L'obiettivo è quello di formare tutti i manutentori, partendo dal referente meccanico ed elettrico all'utilizzo della piattaforma Plamai in modo da rendere più veloce ed efficace la registrazione degli interventi e l'inserimento degli ordini di lavoro e allo stesso ottenere la collaborazione di tutti, sviluppando gruppi lavoro



con lo scopo di analizzare e migliorare i piani di manutenzione inseriti a sistema, primo passo per compiere un'affidabile Analisi Fmecca.

9 Bibliografia

- ✓ Luciano Furlanetto, Marco Garetti, Marco Macchi – Principi Generali di Gestione della Manutenzione – Franco Angeli
- ✓ Luciano Furlanetto, Marco Garetti, Marco Macchi – Ingegneria della Manutenzione – Strategie e Metodi – Franco Angeli
- ✓ Slide del corso di "Gestione della Manutenzione" a cura del prof. Marco Garetti
- ✓ Sito Internet e materiale illustrativo/divulgativo messi a disposizione dall'azienda
- ✓ Testo aziendale "Manuale di processo reparto lavaggio"
- ✓ Testo aziendale "Procedura di Manutenzione"
- ✓ Materiale scaricato dal sito www.plamai.com
- ✓ Manuale Operativo Utente del sistema informativo Plamai
- ✓ Gianluca Gherardi – Fattibilità dell'erogazione di un servizio di Web-Tutoring per l'Ingegneria di Manutenzione
- ✓ Materiale fornitomi da SPM Instrument srl: Monitoraggio della condizione operativa dei cuscinetti volventi con il metodo shock pulse LR/HR; EVAM, Valutazione dell'analisi di Vibrazione

10 Ringraziamenti

Questo lavoro di tesi rappresenta il coronamento di un percorso di studi cominciato molti anni fa, anni durante i quali molti sono stati i sacrifici e le difficoltà da superare, ma anche anni ricchi di gioie e soddisfazioni.

Rappresenta allo stesso tempo per me anche la possibilità di ringraziare chi mi è stato vicino in tutti questi anni, chi mi ha aiutato e supportato, chi ha fatto insieme a me enormi sacrifici, chi ha cercato di ostacolarmi e senza saperlo mi ha dato una spinta in più per arrivare in fondo, chi mi ha voluto bene e chi, senza mai nessun dubbio, ha sempre creduto in me. Il mio lavoro di tesi è dedicato a tutti voi.

Ringrazio innanzitutto il mio relatore, professor Marco Garetti, per avermi accolto come tesista, per il materiale che mi ha fornito e per gli insegnamenti, fondamentali per svolgere il mio lavoro di stage e di tesi, raccolti nelle sue lezioni, durante le quali è riuscito a farmi capire l'importanza di avere all'interno di ogni azienda una buona Gestione della Manutenzione.

Grazie anche a tutti gli altri professori incontrati durante il mio percorso universitario, li ringrazio per aver contribuito ad arricchire le mie conoscenze trasmettendomi la passione per le loro materie. Ringrazio in modo particolare i docenti che, oltre ad avermi fatto comprendere il contenuto dei loro insegnamenti, mi hanno portato a ragionare sulle mie competenze e qualità, fornendomi spunti utili per la mia carriera futura e per la mia vita in generale.

Grazie a Maria Grazia, l'esempio che anche per una donna è possibile portare avanti un'importante carriera in un campo ancora prettamente maschile e allo stesso tempo crescere una bellissima famiglia. Grazie dei preziosi consigli che mi hai dato nel momento in cui dovevo scegliere cosa fare da grande, grazie per avere intuito, forse per prima, che potevo avere delle buone possibilità in questo campo.

Molte sono state le persone incontrate durante questi cinque anni di università, persone con le quali ho condiviso difficoltà e soddisfazioni, presenti nei ricordi più



belli e più ricchi di ansia legati al mio periodo universitario: dalle partite a carte nelle pause con Martina, Marzia, Michael, Marco, Matteo, Alice, ai viaggi interminabili in treno, quasi sempre in piedi e al freddo, con Riccardo, Andrea e Matteo, dagli aperitivi e le serate a Como e Milano agli attimi interminabili prima degli esami. Grazie a Ilaria e Giulia, con le quali ho condiviso risate e litigate durante la preparazione dei progetti del terzo anno. Giulietta, tra i momenti più sereni e tranquilli ricordo i nostri pranzi da Marvy, dove riuscivamo a staccarci anche solo per poco tempo dalla frenesia e dalla stanchezza delle lezioni. Ancora, grazie a Matteo, Gianmarco, Alessandro: il quarto anno sarebbe stato molto più pesante e difficile da superare se non avessi condiviso con voi le difficoltà dei progetti, delle relazioni, dell'organizzazione degli infiniti scritti e orali, alleggerendo il tutto con risate e lamentele sui corsi e i professori. Un grazie particolare a Martina, che mi è stata accanto fin dal primo giorno, quando disperate non riuscivamo a trovare l'aula di Informatica e abbiamo dovuto attendere per ore interminabili l'inizio delle lezioni, fino al mio ultimo giorno di scuola; durante questi cinque anni abbiamo condiviso preoccupazioni e soddisfazioni, ci siamo sopportate e supportate a vicenda tra un consiglio e un commento acido, sempre vicine l'una all'altra. Spero che il nostro legame continui anche al di là dei banchi universitari.

Ringrazio chi mi ha consigliato di partecipare al progetto Erasmus, esperienza fondamentale per la mia vita e per la mia carriera, che mi ha portato nella meravigliosa città di Praga e mi ha fatto conoscere centinaia di persone da tutto il mondo. Nei sei mesi trascorsi lontani da casa ho vissuto momenti indimenticabili, dai viaggi in treno e in bus organizzati all'ultimo momento, alle notti interminabili tra un pre e un after party, dalle lezioni da assonnati fino agli esami preparati nella bellissima biblioteca dell'università. Grazie Mirella, senza di te tutto questo sarebbe stato comunque bellissimo ma sarebbe mancato qualcosa, qualcosa che ha reso tutto più speciale. Bef, durante l'Erasmus sei stata la mia famiglia, abbiamo condiviso ogni momento, rendendo più facile superare i momenti brutti e raddoppiando la felicità dei momenti più belli. Ora che sono passati quasi tre anni sei rimasta una persona per me indispensabile, siamo lontane ma se una delle due



metà ha bisogno, l'altra corre subito ad aiutarla. Le difficoltà e gli ostacoli che dovremo superare saranno tanti ma faremo sempre in modo di sostenerci l'un l'altra, con una risata e una canzone cantata a squarciagola.

Grazie a Chiara, amica da tanti anni, tanto simile e tanto diversa da me. Anche se ormai siamo grandi, tutte e due piene di impegni, riusciamo lo stesso a sentirci e a incontrarci, a confidarci e a condividere le nostre preoccupazioni e tutto ciò che ci dà felicità. Le nostre discussioni su film e telefilm e anche le nostre litigate rimarranno sempre tra i miei ricordi più belli del liceo. Un grazie anche a Diana, anche se ormai sono poche le occasioni per incontrarci, riusciamo comunque a ridere e scherzare come se non fosse passato così tanto tempo da quando trascorrevamo ogni giorno insieme dietro i banchi di scuola.

Ringrazio anche Georgina, la mia coinquilina, per le sere trascorse insieme a chiacchierare guardando la televisione, tra mille risate e racconti dei nostri lavori, il giusto e meritato sfogo alla fine di ogni giornata.

Colgo l'occasione anche per ringraziare Maria Grazia, che mi ha suggerito l'opportunità di presentare il mio curriculum chiedendo di essere ammessa allo stage prima ancora di essermi laureata. Ringrazio il Dottor Cozzi e il Dottor Azzaretti, che hanno creduto in me e nelle mie potenzialità e mi hanno dato la possibilità di svolgere lo stage da cui è nato questo lavoro di tesi. Grazie per avermi concesso di frequentare le lezioni, consentendomi di finire gli esami in tempo, per aver contribuito alla mia formazione e per avermi permesso di compiere una vera esperienza nel mondo del lavoro, importante sia per la mia carriera che a livello personale. Grazie al signor Ferrario, responsabile delle Manutenzione, che in questi otto mesi ha saputo prendermi sotto la sua ala e donarmi insegnamenti che rimarranno impressi dentro di me durante tutta la mia carriera lavorativa. Essere riuscita a venire considerata da lui un utile supporto nella gestione della Manutenzione e aver conquistato la sua fiducia è per me motivo di orgoglio; grazie per avermi permesso di lavorare sul campo e di avermi fatto conoscere la vera realtà del mondo del lavoro. Ringrazio anche il dottor Garofali, che tra una battuta



e un consiglio è riuscito a facilitare il mio inserimento in azienda. Grazie ai miei compagni di Stage, Maurizio ed Alessandro: insieme abbiamo condiviso dubbi e preoccupazioni rendendo ogni difficoltà più semplice da superare supportandoci a vicenda.

Un grazie sincero a tutti gli operatori e ai capireparto e, in particolare, a tutta la manutenzione, per tutto l'aiuto e il supporto che mi avete dato in questi mesi. Se durante lo stage sono riuscita a fare qualcosa di utile per l'azienda è soprattutto grazie a voi. Da ognuno di voi ho imparato qualcosa, tra una presa in giro, una risata e un insegnamento. Grazie per avermi fatto sentire parte del gruppo manutenzione, per avere risposto alle mie mille domande, per avermi fatto assistere ai vostri interventi permettendomi di vedere dal vivo cosa vuol dire dover risolvere un guasto e fare ripartire l'impianto nel minor tempo possibile. In particolare ringrazio Carlo, Fabio e Pompeo, da subito disponibili e gentili, che nonostante i mille impegni hanno sempre trovato il tempo di ascoltarmi e rispondere alle mie domande, grazie per aver capito il mio desiderio di voler vedere da vicino i problemi dell'impianto, ogni giorno grazie a voi ho imparato e compreso qualcosa di nuovo. Grazie anche a Gabriele che mi ha messo a disposizione la sua postazione in magazzino permettendomi di lavorare direttamente in campo, di entrare nel cuore del lavoro della Manutenzione. Tutto questo ha reso molto più semplice e divertente la mia prima esperienza lavorativa.

Grazie a Marinella, che fin dal mio primo colloquio, ha saputo mettermi a mio agio e superare le mie paure e preoccupazioni, senza di lei il mio inserimento in azienda sarebbe stato certamente più difficile. Grazie per tutti i pranzi e i caffè e per avermi saputo ascoltare nei momenti un po' più difficili.

Un grazie enorme va a Silvana, per avermi prestato la macchinetta per fare i buchi e per avermi insegnato ad usare la rilegatrice e la plastificatrice, ma grazie soprattutto per i momenti di leggerezza e svago, per le risate e le chiacchierate durante i momenti di pausa, per avermi lasciato sfogare e ogni tanto lamentarmi e per avermi dato tanti consigli che conserverò sempre dentro di me.



I ringraziamenti più importanti e speciali vanno, però, ad ogni membro della mia famiglia.

Comincio dai miei tre nonni che non ci sono più ma che so vegliare sempre su di me: grazie nonna Carolina per avermi cresciuto con amore e semplicità, tu per prima mi hai fatto capire cosa vuol dire rispettare ed aiutare gli altri senza mettersi in mostra, in silenzio, senza pretendere niente in cambio. Grazie nonno Andrea, per i pranzi che mi preparavi quando da piccola tornavo da scuola, per avermi portato a camminare sulle tue preziose montagne, per i sacrifici e gli ostacoli che hai dovuto superare per far crescere la tua famiglia. Nonno Elio, tu sei stato per me l'esempio in tante cose: mi hai fatto capire quanto è importante essere precisi ed impegnarsi in tutto ciò che si fa, hai saputo affrontare con coraggio e senza mai lamentarti i tuoi problemi di salute. La tua commozione, la gioia e la soddisfazione davanti ai risultati e ai successi di figli e nipoti rimarranno sempre nel mio cuore. So che anche se fisicamente non sarete accanto a me sentirò la vostra presenza e condividerò questo momento di gioia anche con voi.

Grazie a tutti i miei zii e ai miei cugini: zia Tata e zio Leo, grazie per avermi accolto in casa vostra ogni volta che avevo bisogno di essere più vicina a scuola e all'università e grazie per avermi regalato l'esperienza meravigliosa di visitare il Canada; zia Tata, grazie per la tua tenerezza e la soddisfazione che ho sempre visto in te ogni volta che ho raggiunto obiettivi importanti, zio Leo, il fatto che una persona come te possa essere contento di avere me come nipote mi riempie di orgoglio e soddisfazione. Carlo e Laura, grazie per tutti i vostri consigli, per i momenti di festa e divertimento trascorsi insieme. Preparatevi, presto tornerò a Monaco a trovarvi. Grazie ai miei zii Tedeschi: grazie alla zia Chiara, se tante volte discutiamo è solo perché siamo tanto simili, due teste dure come dice la nonna, non ho mai dubitato dell'affetto e il bene che ci lega; zio Ernst, grazie per essere entrato a fare parte della nostra famiglia, su mia richiesta come ben ricordi, mi hai fatto capire che si può essere seri professionisti sul lavoro ma allo stesso tempo vivere la vita con leggerezza e serenità, senza il bisogno di prendersi troppo sul



serio. Grazie per le bellissime esperienze che ho potuto vivere grazie a voi. Grazie zia Sabrina e zio Franco e ai miei tre mostriattoli Massimiliano, Marianna e Marco, ogni momento che passo con voi mi fa tornare un po' bambina: zia Sabri grazie per le risate e le perle di gossip durante le nostre corsette, zio Franco grazie per tutto ciò che mi hai insegnato, non sarei mai riuscita a superare l'esame di disegno senza il tuo aiuto, rimarrei ad ascoltarti per ore quando parli del tuo lavoro e delle nuove scoperte di tecnologia. Grazie zia Donatella e zio Giovanni: anche se sono pochi i momenti in cui riusciamo a vederci sento sempre il vostro affetto e la vostra vicinanza. Jennifer ricorderò sempre i giochi che facevamo da bambine a casa dei nonni, quando riuscivamo a vederci più spesso.

Grazie a Lilli e Gigi, ad Adriano e alla zia Agnese e grazie anche allo zio Lino, che ora non c'è più. Grazie anche a zia Luisa e zio Silvestro. Questo mio momento di gioia e soddisfazione lo condivido anche con voi, che mi siete sempre stati vicini e mi avete aiutata a crescere. Grazie zio Don Renzo, anche se non sei più qui, per tutti noi rimarrai sempre un grande esempio da seguire, nella tua eccezionalità: i valori che ci hai trasmesso non verranno mai dimenticati.

Grazie alla mia nonna Ave, che spero mi rimarrà sempre accanto: sei per me l'esempio da seguire. Il tuo coraggio e l'amore per la tua famiglia ti rendono una persona speciale. Nei momenti di difficoltà hai saputo mettere da parte le tue necessità e i tuoi desideri e dedicarti completamente al nonno, che aveva tanto bisogno di te. Spero di riuscire a non deluderti e renderti sempre orgogliosa di me. In tutta la mia vita hai saputo insegnarmi tanto e hai ancora tanto da insegnarmi. So che la mia laurea ti renderà felice così come ogni successo raggiunto dalla nostra famiglia. Se siamo così uniti è soprattutto grazie al tuo amore e all'affetto che ogni giorno ci dai.

Un grazie grande grande alla mia sorellina Laura, l'unica persona con cui posso parlare alla velocità che voglio, senza la paura di non essere capita. Spero che tu sappia quanto sia orgogliosa di averti come sorella, sei una persona speciale e non vedo l'ora di assistere ai tuoi successi futuri in qualsiasi campo deciderai di



proseguire i tuoi studi. Seguirò da vicino la tua meravigliosa carriera condividendo con te la gioia dei momenti belli e aiutandoti a superare le difficoltà.

Mamma e papà, spero in tutti questi anni di avervi fatto capire quanto vi sia grata di tutto ciò che mi avete donato. Se sono la persona che sono è solo grazie a voi, a tutti i sacrifici fatti per me, a ciò che avete dovuto rinunciare per regalarmi la mia vita. Grazie per avermi fatto capire, allo stesso tempo, che non tutto ciò che ho ricevuto mi era dovuto ma dipendeva dal mio impegno e dai sacrifici che mi avete insegnato a fare a mia volta. Mamma, dire che ti ammiro e stimo è dire poco, la tua forza e la tua intelligenza, dimostrate da tutti i tuoi successi, sono per me un esempio da seguire: non sai quanto sia orgogliosa di potere dire agli altri che sono tua figlia. Spero di assomigliarti almeno un po' e se quando avrò la tua età avrò due figlie che mi vogliono bene come io e la Laura ne vogliamo a te potrò ritenermi fortunata e soddisfatta. Grazie per essere stata in tutti questi anni la mia valvola di sfogo e il mio carica batteria: non importa quanto io sia triste o stanca, un tuo abbraccio è sempre in grado di farmi passare tutto e rimettermi in carreggiata. Papà grazie per avermi insegnato a vivere la vita con semplicità, affrontando le difficoltà una per volta, grazie per avermi insegnato che aiutare gli altri è sempre fonte di gioia e che a fare del bene si sarà sempre ripagati. Vederti correre se qualcuno della nostra famiglia o dei tuoi amici ha bisogno, lasciando sempre per ultime le tue necessità, mi rende fiera di essere tua figlia. Mamma e papà, vi devo anche ringraziare per i valori che mi avete trasmesso, e per la sicurezza che mi date che qualsiasi difficoltà dovrò affrontare nella mia vita sarete sempre pronti ad aiutarmi. Spero un giorno di essere in grado di ripagarvi di tutto quello che avete fatto per me, almeno rendendovi orgogliosi e senza mai darvi motivo di preoccupazione.

Grazie in generale alla mia stupenda famiglia, dietro ad ogni mio sorriso ci siete tutti voi e l'amore che ci lega l'un l'altro.

