



UNIVERSITÀ DI PISA

**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'ENERGIA DEI SISTEMI
DEL TERRITORIO E DELLE COSTRUZIONI**

**RELAZIONE PER IL CONSEGUIMENTO DELLA
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA GESTIONALE**

***Analisi, valutazione e miglioramento del processo
produttivo di granulazione della bentonite in Laviosa
Chimica Mineraria S.p.A.***

SINTESI

RELATORI

Prof. Ing. Gionata Carmignani
*Dipartimento di Ingegneria dell'Energia,
dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni*

Dott.ssa Elena Menicagli
Laviosa Chimica Mineraria S.p.A.

IL CANDIDATO

Leonardo Samminiatesi
l.samminiatesi@libero.it

Sessione di Laurea Magistrale del 20/07/2022
Anno Accademico 2021/2022

Analisi, valutazione e miglioramento del processo produttivo di granulazione della bentonite in Laviosa Chimica Mineraria S.p.A.

Leonardo Samminiatesi

Sommario

Questo lavoro di tesi è il risultato di un periodo di tirocinio della durata di 6 mesi svolto nell'area Operations di Laviosa Chimica Mineraria S.p.A., multinazionale tra i leader mondiali della lavorazione e commercializzazione della bentonite.

Il progetto si pone come obiettivo l'analisi della situazione AS-IS del processo produttivo di granulazione della bentonite svolto presso lo stabilimento "Galvani" di Livorno.

Grazie ad un'accurata pianificazione di un approccio di analisi strutturato, è stato possibile individuare le principali criticità e implementare degli interventi di miglioramento in grado di aumentare l'efficienza e lo sfruttamento dell'impianto produttivo, ottimizzare lo svolgimento delle attività quotidiane e disporre un sistema per la tenuta sotto controllo dell'intero processo produttivo grazie alla documentazione e la standardizzazione delle attività.

Abstract

This thesis work is the result of a 6-month internship period carried out in the Operations area of Laviosa Chimica Mineraria S.p.A., a multinational company that is one of the world leaders in the processing and marketing of bentonite.

The objective of the project was to analyze the AS-IS situation of the bentonite granulation production process carried out at the "Galvani" plant in Livorno.

Thanks to the careful planning of a structured analysis approach, it was possible to identify the main critical points and to implement improvement measures that could increase the efficiency and utilization of the production plant, optimize the performance of daily activities, and have a system for keeping the entire production process under control thanks to the documentation and standardization of activities.

1. Laviosa Chimica Mineraria S.p.A.

Laviosa Chimica Mineraria S.p.A. è una delle aziende leader mondiali per prodotti a base di bentonite che estrae, lavora e commercializza in un'ampia gamma di applicazioni, sia industriali (additivi specifici per vernici, industria cartaria, detergenti, enologia, ceramica, plastica, ingegneria civile, leganti e ausiliari per la fonderia, e impermeabilizzazioni nel settore ambientale ed edile) che per il mercato consumer (lettiere per gatti), fornendo oltre 1.500 clienti in più di 80 paesi nel mondo. Principali punti di forza e competenze dell'azienda derivano dall'attuazione di una capillare strategia di integrazione verticale perpetuata durante la centenaria storia dell'organizzazione. Il knowledge aziendale si estende dal controllo delle materie prime, al possesso delle più avanzate tecnologie di processo che meglio si adattano alle conoscenze applicative del prodotto. Grazie ad una produzione localizzata in varie parti nel mondo e l'integrazione con servizi logistici ad hoc si realizza il più efficace approccio orientato al cliente e alle sue esigenze.

1.1 Lo stabilimento "Galvani" di Livorno

L'azienda possiede, oltre agli stabilimenti delle controllate estere, tre stabilimenti produttivi in Italia: due a Livorno (LI) e uno a Villaspeciosa (CA). A Livorno è localizzato il primo stabilimento produttivo dell'azienda denominato "Galvani". In questo stabilimento si registra l'arrivo delle materie prime grezze estratte dalle miniere di proprietà della Laviosa Chimica Mineraria S.p.A. situate in Sardegna ed in India. Presso lo stabilimento "Galvani" sono numerosi i processi in atto, che, partendo dalle materie prime, realizzano una vasta gamma di prodotti finiti; in particolare, lo studio è stato svolto presso l'impianto "Granulazione" dove viene svolto il processo produttivo di granulazione della bentonite.

2. Progetto di Tirocinio

Lo scopo del progetto di tesi risiede nel miglioramento del processo produttivo di granulazione della bentonite in termini di:

- aumento della produttività oraria dell'impianto [ton/h];
- riduzione dei consumi energetici e conseguente decremento dell'impatto che essi hanno sul valore del costo unitario espresso in [€/ton];
- riduzione dell'impiego degli operatori in attività a non valore aggiunto (NVA).

Per il raggiungimento degli obiettivi prefissati, è stata svolta un'analisi basata sull'applicazione del metodo PDCA atta al conseguimento di una strategia operativa orientata all'adempimento delle prescrizioni definite da metodi e strumenti del mondo della Lean Manufacturing.

3. Analisi del processo

L'obiettivo del processo produttivo svolto presso l'impianto della granulazione è l'ottenimento di bentonite sotto forma di prodotto granulare partendo da bentonite allo stato polveroso. La generazione di prodotti granulari è resa possibile grazie all'opportuna miscelazione di bentonite polverosa ed acqua con aggiunta di eventuali, ulteriori, additivi.

Il prodotto finito granulare realizzato viene utilizzato nel settore del *Beverage* (per l'86% dei prodotti complessivamente realizzati) e nel settore dell'*House & Personal Care* (per il 14% dei prodotti complessivamente realizzati). Il flusso produttivo svolto presso l'impianto della granulazione è di tipo a lotti; quindi, una forma ibrida di sistema flow shop dove si realizza un lotto di prodotti che si muove seguendo il flusso di operazioni richieste dal prodotto stesso. Si può dire che si ha a che fare con una linea multiprodotto interrotta: si realizzano lotti di grandi dimensioni, ma periodicamente è necessario cambiare assetto per produrre componenti simili con tempi di setup considerevoli.

3.1 Mappatura processo produttivo

Per lo svolgimento di un'analisi finalizzata al miglioramento del processo produttivo, il primo passo da eseguire è la mappatura del flusso del processo, base per la successiva individuazione di colli di bottiglia, eventuali criticità e definizione delle performance.

La descrizione del processo è stata eseguita mediante l'utilizzo del linguaggio BPMN (Business Process Modeling Notation) suddividendo il flusso del processo in 4 macrofasi principali. Ogni fase è svolta in maniera automatizzata da parte dei macchinari di cui è dotato l'impianto, mentre gli operatori sono responsabili della tenuta sotto controllo del processo produttivo mediante il settaggio delle macchine affinché si realizzino prodotti finiti le cui caratteristiche granulometriche e di umidità rispettino le specifiche dettate dal CQ.

Di seguito le quattro macrofasi individuate sono brevemente sintetizzate:

- granulazione: scopo di tale fase è la miscelazione dell'opportuno batch di bentonite (materia prima polverosa) con la necessaria quantità di acqua, ed eventuali coloranti e/o additivi, affinché si realizzi l'effettiva creazione di granuli;
- essiccazione: il suo scopo è portare il livello di umidità residua del materiale all'interno di un range voluto secondo le specifiche di produzione;
- vagliatura: scopo della terza macrofase è quello di far procedere verso la fase finale di insacco solamente il prodotto la cui granulometria è conforme alle specifiche di produzione. Si tratta di un vero e proprio controllo qualità del tipo "passa – non passa". In input a tale attività si ha un unico flusso di prodotto proveniente dalla fase

- precedente di essiccazione, mentre in uscita si hanno tre differenti flussi: prodotto conforme che procede alla fase successiva, prodotto grosso che viene subito frantumato e riproposto a tale fase, prodotto fine che viene immesso nel ciclo del riciclo polveri per tornare a monte e subire nuovamente tutti il processo produttivo;
- insacco: l'ultima macrofase viene eseguita con lo scopo di stoccare il prodotto finito in big – bags di capacità di 1000kg di prodotto finito ciascuno.

Flusso generale processo produttivo

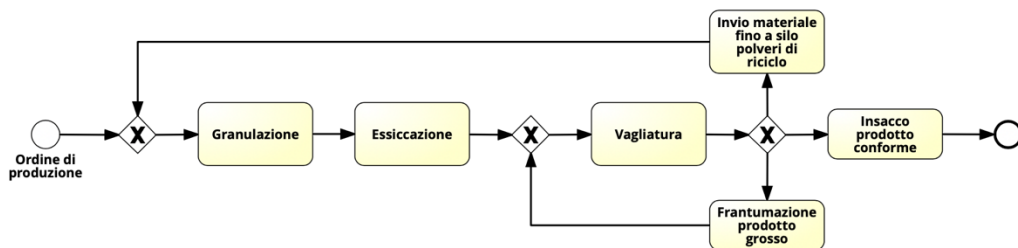


Figura 1 - Flusso processo produttivo

Nella figura 1 è riportata una mappatura generale e sintetica del flusso del processo produttivo in esame. Ognuna delle 4 fasi principali è stata dettagliatamente studiata individuando tutte le componenti impiantistiche presenti e le rispettive caratteristiche di funzionamento i cui settaggi incidono sul flusso produttivo principale. Quanto sopraddetto è stato analizzato considerando sempre le interdipendenze tra i settaggi delle diverse componenti al fine di raggiungere una produzione in grado di realizzare prodotto finito conforme.

3.2 Performance iniziali processo produttivo

Le performance iniziali del processo produttivo, calcolate grazie ai dati in possesso al tempo zero dell'analisi, non sono riferite a categorie di prodotti o dimensionamenti di variabili di processo specifici, ma si tratta di dati generali.

Sono due le KPI sulla base delle quali il processo produttivo viene valutato:

- la resa di conformità del processo: $KPI_{CQ} = q_c / Q_T [\%] = 93,29\%$ (q_c : quantità prodotto conforme; Q_T : quantità totale realizzata);
- la produttività oraria del processo: $Prod = \text{ton di PF conformi realizzate in } T / T [\text{ton/h}] = 1,5 [\text{ton/h}]$.

Guardando alla resa di conformità, questa risulta raggiungere dei valori molto elevati, ciò è dovuto al fatto che gli operatori impiegati sull'impianto svolgono controlli qualità orari su taglio granulometrico e umidità residua del prodotto finito e questo permette di tenere

sempre il prodotto entro le specifiche grazie alla variazione dei dimensionamenti delle variabili di processo.

4. Miglioramento del processo

4.1 Gestione semplificata del processo produttivo

Per limitare la complessità della tenuta sotto controllo del processo produttivo e facilitare lo svolgimento dell'analisi, è stato effettuato uno studio su tutte le variabili di processo per evidenziare quelle che incidono sulle specifiche richieste al prodotto finito (granulometria e umidità residua) e allo stesso tempo permettono di gestire l'evolvere del processo in tempo reale. In particolare, sono state evidenziate cinque variabili di processo rilevanti di cui quattro fanno riferimento allo svolgimento della macrofase di granulazione e una fa riferimento alla fase di essiccazione. Le variabili individuate sono: frequenza nastro di uscita dal granulatore [Hz], tempo di apertura tappo del granulatore [s], tempo di granulazione della granulata [s], quantità acqua per la granulazione [lt], temperatura letto fluido per l'essiccamento [°C].

Di fondamentale importanza l'evidenziazione delle interdipendenze legate ai dimensionamenti di ogni variabile rilevante rispetto alle altre: questo permette di ridurre ulteriormente la complessità dell'analisi in quanto, note le dipendenze tra i dimensionamenti, nel momento in cui si definisce una variabile, le altre sono di facile e immediata definizione. La variabile di maggior rilevanza, che incide direttamente sulla velocità di lavorazione dell'intero processo (T_c), è la frequenza del nastro di uscita dal granulatore [Hz], infatti lo studio si è concentrato sul dimensionamento di tale variabile e l'incidenza che esso ha sulla produttività della linea e l'efficacia delle componenti impiantistiche presenti. Da notare è il fatto che di seguito facendo riferimento alla frequenza del nastro di uscita del granulatore, si parlerà di "velocità". Questo viene fatto in linea con le convenzioni interne utilizzate dall'azienda atte a rendere più "user friendly" l'utilizzo ed il comando dell'impianto da parte degli operatori.

Categoria prodotti	Numero prodotti categoria	Sfruttamento CP annua
2 - 0,15	9	55%
1,2 - 0,5	2	27%
2 - 0,5	5	18%

Figura 2 - Cluster prodotti

Sempre con l'obiettivo di facilitare la gestione del processo produttivo, si sono raggruppati i

differenti 16 prodotti finiti granulari che vengono realizzati presso l'impianto in tre differenti categorie in base alle specifiche granulometriche richieste. Ogni gruppo di prodotti è evidenza di un differente settaggio delle componenti impiantistiche coinvolte nella

macrofase di vagliatura. Prodotti che appartengono a cluster differenti hanno margini di miglioramento e dimensionamenti delle variabili di processo rilevanti diversi, prodotti che appartengono allo stesso cluster hanno margini di miglioramento uguali e dimensionamenti delle variabili di processo rilevanti uguali.

4.2 Test del processo e risultati

La strada seguita per l'individuazione degli ottimali dimensionamenti delle variabili di processo e dei più efficienti settaggi delle componenti impiantistiche è stata l'esecuzione di prove industriali per il test del processo e la valutazione della risposta delle componenti impiantistiche per la raccolta di dati utili alla formulazione di informazioni di valore affidabili. In prima istanza si è definita una procedura efficace per il test del processo che evidenziasse dati inerenti agli aspetti ritenuti rilevanti, quali: un aumento sostenibile della produttività della linea, un aumento dell'efficacia del processo produttivo, una valutazione della capacità produttiva reale delle componenti impiantistiche. In figura 3 una schematizzazione della procedura di svolgimento del test del processo.

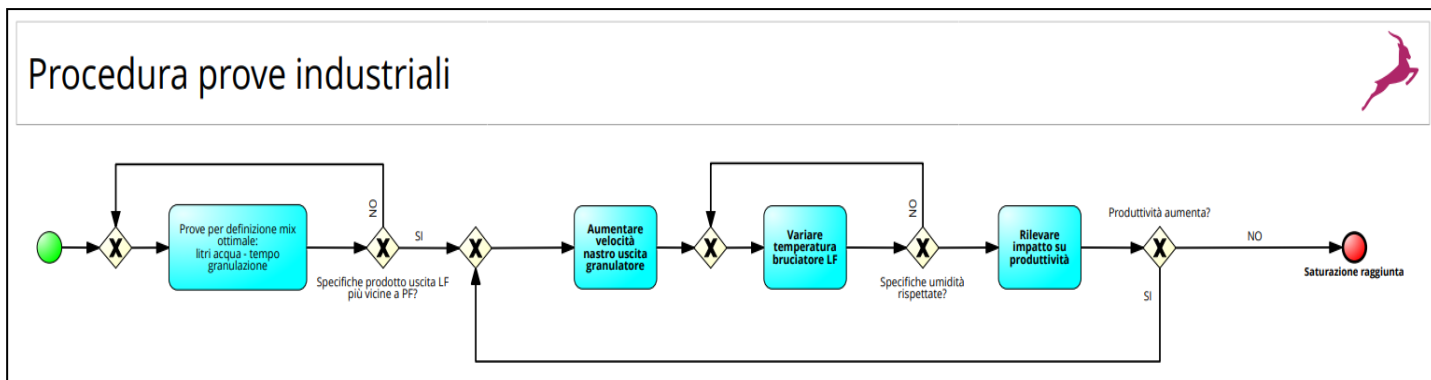


Figura 3 - Schema logico procedura test del processo

Guardando i principali risultati raggiunti grazie al test del processo, si riporta una tabella riassuntiva con dati sufficienti per comprendere l'andamento e la tendenza del valore della produttività in dipendenza del dimensionamento della velocità del nastro di uscita del granulatore. I dati in figura 4 sono una media di tutti i dati raccolti durante le attività di rilevamento e prove sul campo. La mole di dati raccolti garantisce l'affidabilità della seguente tabella:

Velocità nastro[Hz]	Produttività [t/h]
23	1,5
25	1,7
27	2
30	2,5
35	2,6

Figura 4 - Andamento produttività

Come evidenza l'andamento della produttività rispetto al settaggio della velocità del nastro di uscita del granulatore (che detta la velocità di lavoro di tutta la linea), il guadagno incrementale di produttività si riduce sempre più in risposta

all'aumento della velocità di lavorazione: questo è sinonimo del fatto che i vagli, collo di bottiglia del processo, vadano verso la totale saturazione al crescere della velocità di lavoro. Visto l'andamento della produttività, si può affermare che superando i 30 Hz di velocità del nastro, si raggiunge sempre più la capacità massima di lavoro dei vagli: l'incremento differenziale della produttività decresce e, considerando che non si riscontrano altre problematiche, la causa può essere addossata al fatto che i vagli raggiungono la massima saturazione.

Riferendoci invece ai consumi, si evidenzia che il consumo di energia elettrica non varia in relazione al tipo di produzione o in dipendenza del settaggio delle variabili di processo; quindi, per questo aspetto si può certamente dire che aumentare la produttività permette di andare a suddividere il costo dell'energia elettrica su più prodotti con una conseguente riduzione del costo unitario [€/ton].

Riguardo al consumo di gas metano si può vedere in figura 5 come, aumentando la velocità del nastro (asse X), il rapporto incrementale tra la temperatura del bruciatore (asse Y) del letto fluido e la velocità vada a diminuire. Questo è evidenza del fatto che l'essiccatore a letto fluido lavora in maniera più efficiente per temperature alte, assistendo a minori fenomeni di dispersione del calore.

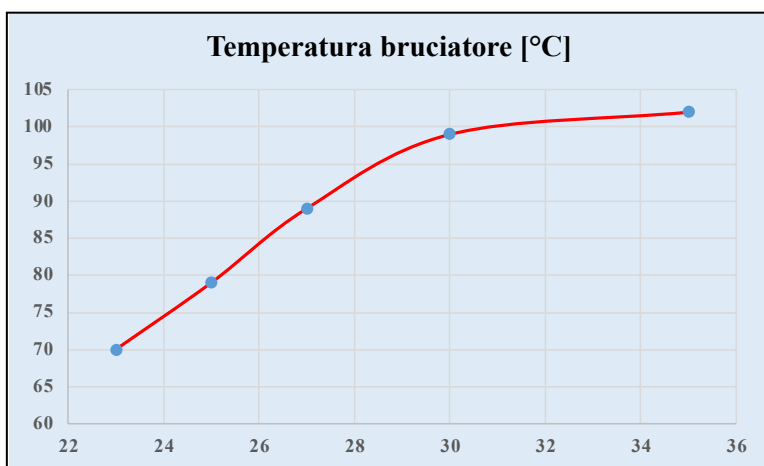


Figura 5 - Andamento temperatura bruciatore

Il rapporto incrementale diminuisce dell' 84% per variazioni di velocità tra valori oltre i 30Hz rispetto a variazioni di velocità per valori più bassi. È quindi fondamentale trovare il settaggio della velocità che permetta di avere la massima produttività per il minimo consumo.

4.3 Standardizzazione settaggio variabili di processo

Grazie all'implementazione della procedura per lo svolgimento delle prove industriali si è giunti alla definizione del dimensionamento ottimale delle variabili di processo per ogni prodotto realizzato. Il dimensionamento ottimale è quello che permette di raggiungere i più alti valori di produttività con il minor consumo di risorse energetiche.

Per il dimensionamento delle specifiche variabili di processo è stato definito un range entro il quale gli operatori hanno piena libertà di azione. Fatta eccezione per la velocità del nastro di uscita del granulatore che è fissa e non può essere variata. Guardando alla velocità del nastro i seguenti settaggi sono divenuti il nuovo standard di lavoro: 32Hz per prodotti della categoria 2 – 0.15, 28Hz per prodotti della categoria 1.2 – 0.5, 24Hz per prodotti della categoria 2 – 0.5. In produzione, gli operatori dispongono adesso di tabelle e documenti che riportano i settaggi da impostare per la produzione di ogni differente prodotto finito richiesto.

4.4 Standardizzazione operazioni di setup e semplificazione fase di insacco

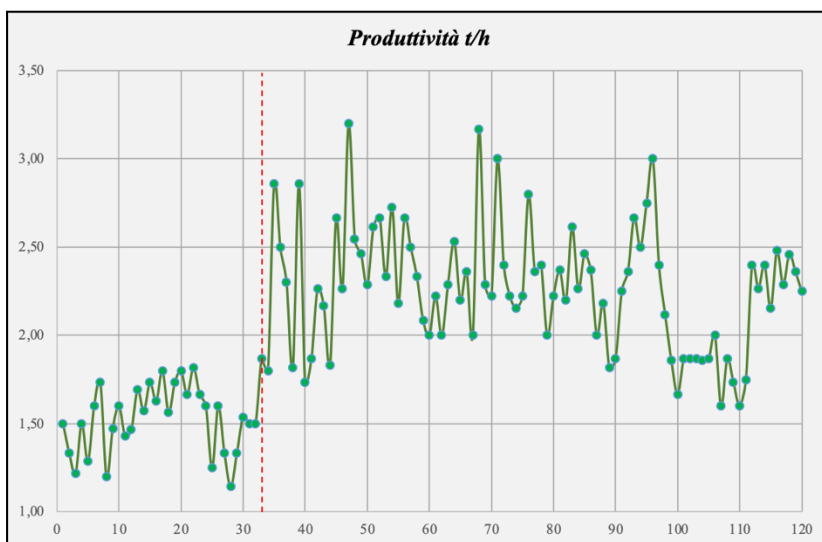
Data l'ampia gamma di prodotti finiti che vengono realizzati sull'impianto, si è reso necessario dare l'opportuna rilevanza ai frequenti cambi produzione costituiti da operazioni di setup e attrezzaggio necessarie per il passaggio tra produzioni di prodotti differenti. Lo svolgimento di operazioni di setup coincide con lo svolgimento di attività a non valore aggiunto e mediamente, queste, concorrono per il 29% del tempo di downtime totale dell'impianto. La criticità maggiore riscontrata risiedeva nel fatto che tali operazioni venivano svolte tutte come operazioni di setup interno (svolte a bordo macchina con arresto dell'impianto) e il corretto espletamento di tali operazioni era affidato unicamente all'esperienza degli operatori. È stato quindi ritenuto necessario uno studio approfondito delle operazioni di attrezzaggio e, dove possibile, è stato trasferito l'espletamento delle operazioni in ombra alla produzione. Sono state generate procedure documentate che riportano checklist di tutte le operazioni che devono essere eseguite in dipendenza del prodotto di partenza e la successiva produzione: le liste di operazioni necessarie riportano vincoli di precedenza e soprattutto si esprime, ove possibile, la necessità di svolgerle come operazioni di setup esterno (con impianto in moto). In questo modo si riduce la possibilità di errori che possono essere commessi da parte degli operatori e si ottimizzano i tempi di espletamento di tali attività a non valore aggiunto. Non disponendo di dati precisi riguardo i tempi di espletamento degli specifici cambi di produzione, l'impatto di tale miglioramento non si può attualmente quantificare per mancanza di una baseline di partenza.

Quantificabile è invece il risparmio di tempo ottenuto grazie alla modifica strutturale di una componente impiantistica presente alla fine della linea coinvolta nella fase di insacco. Basandoci sui principi di lavoro ergonomico è stata semplificata e snellita l'operazione di prelievo del big bag di prodotto finito affidata agli operatori mediante l'utilizzo di un muletto compiendo una semplice modifica della struttura "porta Big Bags". Grazie ad un'attenta

analisi dei tempi e dei metodi, adesso lo svolgimento dell'operazione di prelievo del Big Bag a fine linea necessita di un 10,5% in meno di tempo (75 secondi). Il risparmio ottenuto non ha notevole impatto sulla produttività della linea, in quanto tale operazione presentava un *Idle time* anche allo stato iniziale dell'analisi, ma importante è l'impatto che tale accorgimento ha sullo svolgimento del lavoro affidato agli operatori: sono state infatti eliminate due inutili discese e successive risalite dal muletto che l'operatore doveva svolgere per facilitare il rilascio del Big Bag dalla struttura riducendo così i rischi a cui gli operatori sono esposti.

4.5 Performance attuali processo produttivo

L'indicatore costituito dalla resa di conformità non è variato attestandosi ancora su valori che tendono all'eccellenza. Per valutare la magnitudo del miglioramento è rilevante guardare ai valori di produttività che l'impianto è attualmente in grado di esprimere verificandone la condizione di massima produttività per minimo consumo di gas metano. Come previsto, la produttività espressa dall'impianto varia in relazione alla classe di appartenenza dei prodotti. La suddivisione adoperata è quella che rende meno complessa l'analisi, ma soprattutto quella che rende più semplice la tenuta sotto controllo dell'impianto. Il nuovo assetto produttivo è divenuto nuovo standard di lavoro da aprile 2022, e si è potuto verificare l'andamento della produttività post-miglioramento in due mesi. Di seguito, la figura 6, mostra l'andamento della produttività (asse Y) registrata da inizio 2022 per 120 turni di lavoro (asse X).



Il grafico evidenzia l'andamento crescente della produttività con l'implementazione dei nuovi settaggi (linea tratteggiata rossa).

Figura 6 - Andamento produttività

In figura 7 si riporta il valore medio di produttività raggiunto per ogni categoria di prodotti e il valore della percentuale di capacità produttiva annua installata occupata dalla specifica

categoria di prodotti: valori utili per valutare l’impatto dei miglioramenti in quanto al tempo zero dello studio si dispone di informazioni riguardo il valore medio della produttività dell’impianto senza alcuna classificazione per categorie o prodotti differenti.

Categoria prodotti	Produttività registrata (valore medio)	% CP annua sfruttata
2- 0,15	2,3 t/h	55%
1,2 - 0,5	1,8 t/h	27%
2 - 0,5	1,5 t/h	18%

Figura 7 - Categoria, produttività e %CP occupata

Per il calcolo della nuova produttività media espressa dall’impianto si utilizza la seguente formula (media pesata in base allo sfruttamento della capacità produttiva):

$$Prod_{tot} = (Prod_{2-0,15}) \times (\%CP_{2-0,15}) + (Prod_{1,2-0,5}) \times (\%CP_{1,2-0,5}) + (Prod_{2-0,5}) \times (\%CP_{2-0,5})$$

Quindi il nuovo valore medio di produttività espresso su tutti prodotti è pari a:

$$Prod_{tot} = 2 \text{ t/h}$$

In figura 8 si evidenzia l’incremento percentuale di produttività raggiunto.

Produttività iniziale (valore medio)	Produttività finale (valore medio)	Miglioramento
1,5 t/h	2 t/h	+ 33,33%

Figura 8 - Miglioramento % produttività

Il valore medio della produttività ha subito un incremento del +33,33% che equivale a produrre mediamente +0,5t/h di prodotto finito conforme, ovvero 4000kg di prodotto realizzato in più per ogni turno di lavoro.

Inoltre, grazie al supporto della divisione “controllo di gestione”, si è verificato che, per i prodotti realizzati nei due mesi in cui si sono applicati i nuovi settaggi, rispetto alla produzione dello scorso anno (2021), si è registrato un consumo di metano mediamente inferiore del 10%. La tendenza ricercata è stata quindi raggiunta riducendo l’impatto dei consumi sul costo unitario di tonnellata di prodotto finito realizzato (€/ton).

5. Possibili risvolti

L’incremento della produttività media registrata dell’impianto apre alla possibilità di sviluppare differenti piani strategici mirati all’efficientamento della creazione di valore in azienda. Di seguito sono riportate alcune considerazioni che potrebbero essere valutate nella stesura di future strategie aziendali: aumentare la produttività lasciando invariate le ore lavorate dall’impianto porterebbe l’azienda alla produzione di maggiori quantità di prodotti finiti generando quindi la possibilità di acquisire nuovi ordini e/o clienti; aumentare

la produttività lasciando invariate le quantità di prodotti finiti richiesti porterebbe a ridurre le ore di lavorazione dell'impianto impiegando gli operatori in altre attività a valore aggiunto quando non c'è necessità di produzione di prodotti granulari; aumentare la produttività lasciando invariate le ore lavorate dall'impianto porterebbe alla valutazione della possibilità di ridurre il numero degli operatori per turno ad una sola risorsa che fermerà la marcia dell'impianto di tanto in tanto in modo da svuotare il silo prodotto finito; aumentare la produttività lasciando invariate le ore lavorate dall'impianto porterebbe alla valutazione della possibilità di ridurre il numero di operatori per turno ad una sola risorsa con il periodico supporto di un secondo operatore responsabile dello svuotamento del silo prodotto finito.

Le considerazioni soprariportate sono possibili input a strategie aziendali più complesse ed elaborate che dovrebbero considerare tutte le condizioni dettate dal contesto aziendale.

6. Conclusioni

L'obiettivo di analizzare e migliorare il processo produttivo svolto presso l'impianto "Granulazione" dello stabilimento "Galvani" di proprietà della Laviosa Chimica Mineraria S.p.A., per renderlo più efficiente e performante, è stato raggiunto durante i mesi di svolgimento del tirocinio curriculare. Le criticità maggiori riscontrate durante la fase di analisi possono essere tutte ricondotte alla mancanza di documentazione procedurale e standardizzazione delle operazioni. . Non avendo a disposizione uno standard da seguire il processo non era sotto controllo e non si disponeva di una baseline affidabile per valutare le performance del processo a seguito di variazioni e/o miglioramenti. Durante la fase di miglioramento, grazie alla stretta collaborazione con gli operatori e tutte le divisioni aziendali che si sono coinvolte (produzione, logistica, manutenzione, controllo qualità, ricerca e sviluppo) sono stati definiti piani di miglioramento legati agli aspetti con criticità di risoluzione prioritaria. Sono stati definiti nuovi standard produttivi che prendono in considerazione la natura di tutte le risorse umane e meccaniche del reparto, sono state definite procedure per ottimizzare le attività di setup e attrezzaggio cercando di rendere più ergonomico il lavoro che gli operatori sono chiamati ad eseguire. Il tutto detto con l'obiettivo di raggiungere un aumento sostenibile della produttività.

In conclusione, i risultati raggiunti, verificati e condivisi in azienda, si riscontrano con un aumento della produttività (ton/h) del +33%, a fronte di una riduzione dei consumi di gas del 10%.