



**MASOL CONTINENTAL BIOFUEL S.R.L.  
STABILIMENTO DI LIVORNO**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**REALIZZAZIONE TERZA DI LINEA DI  
PRODUZIONE BIODIESEL**

**COORDINAMENTO PROGETTISTI:**



**PROGETTISTA SPECIALISTA:**



*Relazione descrittiva del progetto definitivo*

**INDICE**

<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>1. OBIETTIVI E MOTIVAZIONI PROGETTUALI.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Organizzazione proponente il progetto .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2. Scopi e obiettivi del progetto .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3. Criteri di scelta progettuale .....</b>	<b>4</b>
<b>2. LOCALIZZAZIONE DEL SITO .....</b>	<b>5</b>
<b>3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO .....</b>	<b>6</b>
<b>4. DESCRIZIONE DEL PROCESSO .....</b>	<b>7</b>
<b>4.1. Chimismo del processo .....</b>	<b>7</b>
<b>4.2. Ricevimento e stoccaggio materie prime .....</b>	<b>8</b>
4.2.1. <i>Olio vegetale.....</i>	<i>8</i>
4.2.2. <i>Metanolo .....</i>	<i>9</i>
4.2.3. <i>Metilato sodico .....</i>	<i>9</i>
4.2.4. <i>Acido cloridrico.....</i>	<i>10</i>
4.2.5. <i>Soda caustica.....</i>	<i>10</i>
4.2.6. <i>Acido citrico .....</i>	<i>11</i>
4.2.7. <i>Acidi grassi .....</i>	<i>11</i>
4.2.8. <i>Resina catalitica .....</i>	<i>11</i>
<b>4.3. Stato Attuale: Linee produttive.....</b>	<b>11</b>
4.3.1. <i>LINEA A (in dismissione).....</i>	<i>11</i>
4.3.2. <i>LINEA B.....</i>	<i>22</i>
<b>4.4. Sezione di esterificazione .....</b>	<b>30</b>
4.4.1. <i>Unità 170: Esterificazione con glicerolo.....</i>	<i>30</i>
4.4.2. <i>Sezione purificazione glicerina .....</i>	<i>30</i>
<b>4.5. Nuova linea produttiva: stato di progetto .....</b>	<b>31</b>
4.5.1. <i>Descrizione generale .....</i>	<i>31</i>
4.5.2. <i>Colonna di esterificazione .....</i>	<i>34</i>
4.5.3. <i>Prima colonna di raffinazione del metilestere.....</i>	<i>34</i>
4.5.4. <i>Seconda colonna di raffinazione del metilestere.....</i>	<i>34</i>
4.5.5. <i>Sistema di trattamento del catalizzatore.....</i>	<i>35</i>
4.5.6. <i>Colonna distillazione Metanolo/acqua .....</i>	<i>35</i>
4.5.7. <i>Stoccaggio e invio prodotti finiti.....</i>	<i>35</i>
<b>4.6. Utilities e servizi .....</b>	<b>36</b>
4.6.1. <i>Centrale termica.....</i>	<i>36</i>
4.6.2. <i>Torre di raffreddamento .....</i>	<i>36</i>
4.6.3. <i>Impianto antincendio .....</i>	<i>36</i>
4.6.4. <i>Impianto elettrico .....</i>	<i>37</i>
<b>4.7. Dati di input e output.....</b>	<b>38</b>
4.7.1. <i>Fabbisogni di materie prime.....</i>	<i>38</i>
4.7.2. <i>Consumi energetici .....</i>	<i>39</i>



4.7.3. Consumi idrici .....	39
4.7.4. Reflui idrici.....	39
4.7.5. Emissioni in atmosfera .....	39
4.7.6. Prodotti finiti .....	40
<b>5. OPERE EDILI .....</b>	<b>41</b>
5.1. Impianto Fame Plant .....	41
5.2. Tettoie per ricovero resine nuove ed esauste .....	42
5.3. Parco serbatoi .....	42
5.4. Pensiline di carico/scarico prodotti .....	42
5.5. Nuova torre di raffreddamento .....	42
5.6. Nuova Cabina.....	42
5.7. Nuova Caldaia.....	42
<b>6. CANTIERIZZAZIONE .....</b>	<b>43</b>
6.1. Individuazione delle aree di cantiere.....	43
6.2. Fasi di realizzazione .....	43
6.3. Stima quantitativa dei materiali movimentati.....	43
6.4. Attrezzature di cantiere .....	44
<b>7. TEMPISTICA E COSTI DI REALIZZAZIONE .....</b>	<b>45</b>
7.1. Tempistica di realizzazione.....	45
7.2. Costi di realizzazione .....	45

## ALLEGATI

**ALLEGATO 1 – CRONOPROGRAMMA DEGLI INTERVENTI**

**ALLEGATO 2 – COSTI DI REALIZZAZIONE**



## PREMESSA

Lo stabilimento Masol Continental Biofuel s.r.l. di Livorno svolge un'attività di produzione del biodiesel mediante reazione di transesterificazione tra l'olio vegetale e metanolo in presenza di metilato sodico. L'attività si sviluppa a ciclo continuo e porta alla produzione di biodiesel e glicerina (sottoprodotto della reazione).

La società intende apportare alcune modifiche all'interno del proprio sito produttivo. In particolare sono previsti i seguenti interventi:

- la dismissione dell'attuale linea produttiva denominata "Linea A";
- la realizzazione di una nuova linea produttiva denominata "Linea 3";
- un parziale riassetto dell'area dedicata al carico/scarico dei prodotti;
- l'introduzione di una nuova caldaia a servizio della nuova linea produttiva;
- l'installazione di un ulteriore torre di raffreddamento;
- l'installazione di un gruppo frigo a servizio della nuova linea di produzione;
- l'installazione di un FLARE SYSTEM per la combustione eventuale del DME (Dimetil etere);
- l'installazione di un nuovo serbatoio da 50 m<sup>3</sup> per miscela acqua/metanolo;
- la realizzazione di n° 5 serbatoi di stoccaggio prodotto finito (Biodiesel da Palma, PME).

Nella presente relazione, costituente la relazione descrittiva del progetto definitivo, si descriverà l'intero intervento rimandando, per gli aspetti di dettaglio, agli elaborati specialistici.



## **1. OBIETTIVI E MOTIVAZIONI PROGETTUALI**

### **1.1. ORGANIZZAZIONE PROPONENTE IL PROGETTO**

Nel Giugno 2013 il Gruppo Indonesiano Musim Mas ha acquisito lo stabilimento di produzione ex Novaol di Livorno.

Il gruppo, con sede a Singapore, negli ultimi 30 anni ha avuto un rapido sviluppo diventando oggi una realtà internazionale completamente integrata nella lavorazione dell'olio di palma, dalla coltivazione dei frutti fino alla consegna dei prodotti finiti. L'efficienza delle sinergie e dell'integrazione della catena di produzione, sono stati elementi fondamentali per rendere vincente il progetto, facendo così di Musim Mas un leader di riferimento nel mercato dell'olio di palma e dei suoi derivati.

Alla base di tutte le scelte strategiche, il Gruppo Musim Mas ha da sempre posto la Sostenibilità ed il rispetto per l'ambiente, fattori che hanno spinto anche il WWF a scegliere Musim Mas come Società Modello nell'anno del suo 50° Anniversario.

Nel 2014 Il Gruppo è presente in 12 Paesi di tutto il Mondo con circa 28.500 dipendenti e ha il 12% della quota mondiale di mercato.

I settori di interesse sono: l'Alimentare, il Consumer Care, l'Industriale e l'Energia.

Attualmente in Italia il Gruppo è presente con le Società Masol Continental Biofuel S.r.l., la proponente il progetto, La Masol S.r.l., Società proprietaria di un'area all'interno del porto di Livorno, e la IMBiofuel, Società che commercializza Biodiesel, Glicerina e Acidi Grassi. La sede legale di tutte le Società è a Milano.

### **1.2. SCOPI E OBIETTIVI DEL PROGETTO**

L'obiettivo del progetto è l'introduzione di una terza linea di produzione, in concomitanza ad un parziale riassetto dell'area dedicata al carico/scarico dei prodotti, all'introduzione di una nuova caldaia nella centrale termica di stabilimento e all'installazione di un ulteriore torre di raffreddamento.

### **1.3. CRITERI DI SCELTA PROGETTUALE**

La nuova linea di produzione Biodiesel, oggetto principale del progetto, è basata su una tecnologia completamente sviluppata dal Gruppo Musim Mas (con impianti già funzionanti in Indonesia) che, partendo da Acidi Grassi Distillati di Palma (praticamente ciò che risulta essere un sottoprodotto durante la raffinazione fisica per utilizzo anche alimentare di tale Olio), arriva a produrre il Biodiesel con specifiche di qualità molto migliori rispetto a quelle uscenti dal processo di produzione che attualmente è funzionante nello stabilimento di Livorno.

Questa, sommata alla possibilità di utilizzare una materia prima diversa (Olio di Palma Raffinato) marciando con l'attuale linea 2 di produzione biodiesel, è stata la ragione di scelta progettuale.

Analizzando la capacità produttiva complessiva del sito, è importante notare come si vada a saturare quella che attualmente è la fetta di mercato in Italia del Gruppo, fatto che sta spingendo la nostra Società commerciale a trovare sbocchi di mercato fuori dai confini Italiani.

## 2. LOCALIZZAZIONE DEL SITO

Lo stabilimento oggetto del presente documento, è ubicato nel Comune di Livorno in via Leonardo da Vinci 35/A su terreno di proprietà sito nell'area portuale di Livorno.

Le coordinate geografiche in cui è posizionato lo stabilimento sono:

- latitudine 43° 34' 54" N
- longitudine 10° 19' 06" E (Greenwich)

Di seguito si riporta l'aerofotogramma con l'ubicazione dello stabilimento MASOL.



*Aerofotogramma stabilimento MASOL*



### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Oggetto dell'intervento sono le opere volte alla costruzione di un impianto tecnologico denominato *impianto di produzione biodiesel linea 3*.

All'interno dell'impianto, in prossimità del nuovo insediamento, l'area non è libera ma occupata da due pensiline di carico/scarico prodotti che verranno smontate e rilocate in una nuova posizione. Si dovrà pertanto demolire le fondazioni stesse. Il piano di calpestio risulta essere a circa +0,00 metri rispetto al piano del piazzale esterno.

Al fine di accertare e valutare la fattibilità degli interventi previsti, l'area coinvolta è stato oggetto di indagini volte all'analisi geologica, idrogeologica, idraulica e geomorfologica di dettaglio del sito allo scopo di ottenere informazioni sulla litostratigrafia del substrato e di arrivare ad una caratterizzazione dei parametri fisico-meccanici dei terreni interessati dalla fase di progetto.

I risultati di tali indagini sono riportati nella "Relazione tecnica geologica".

Da tale studio sono emerse le seguenti considerazioni:

- Il piano strutturale del Comune di Livorno inserisce la zona di intervento nella classe 3b di pericolosità geomorfologica media. Lo stesso strumento fornisce per l'area una fattibilità di classe 3 condizionata.
- L'Autorità di Bacino Toscana Costa inserisce l'area tra quelle dotate di particolare attenzione per la prevenzione da allagamenti.
- I sopralluoghi eseguiti su tutta la proprietà ed i terreni vicini non hanno evidenziati problemi di natura geomorfologica in atto o quiescenti. La caratterizzazione geotecnica del sottosuolo è stata ottenuta per mezzo di indagini eseguite nei pressi dell'area in esame ed elaborate con opportuni programmi e confrontate con indagini eseguite negli intorni dell'area.
- La caratterizzazione sismica è stata ottenuta mediante l'analisi di indagini in down-hole e MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) condotte nelle immediate vicinanze del settore di intervento.

Durante l'esecuzione dei lavori deve essere accertata in loco la corrispondenza delle indagini geologiche e delle previsioni di progetto con lo stato effettivo dei terreni, ed adottato di conseguenza ogni ulteriore accorgimento necessario ad assicurare la stabilità dei terreni stessi e la regimazione delle acque.

#### 4. DESCRIZIONE DEL PROCESSO

Si procede, in questa sezione, a descrivere il processo produttivo dello stabilimento relativo allo stato attuale e, successivamente, allo stato di progetto, con l'analisi della nuova linea che verrà installata.

##### 4.1. CHIMISMO DEL PROCESSO

Il Biodiesel è una miscela di metilesteri e di oli vegetali ottenuti mediante reazioni di esterificazione e/o trans-esterificazione con un alcool in presenza di catalizzatori.

La reazione di esterificazione avviene tra i gruppi funzionali acidi degli oli vegetali (acidi grassi) e l'alcool metilico, ed è catalizzata da un acido forte.

Dalla reazione di equilibrio, che avviene tra i 115 e i 125°C, si ottengono il metilestere equivalente ed acqua, come schematizzato nel meccanismo generale di seguito riportato:



Figura 1 - Meccanismo generale di formazione del metilestere

In un olio vegetale, solo una piccola percentuale della frazione lipidica totale è costituita da acidi grassi liberi. Infatti la maggior parte degli acidi grassi è presente sotto forma di *esteri della glicerina*, cioè come *trigliceridi*.

Le reazioni di transesterificazione permettono di trasformare i trigliceridi in metilestere, costituente principale del biodiesel.

La transesterificazione avviene tra una molecola di trigliceride e tre molecole di alcool (metilico) per dare tre molecole di estere (metilestere) ed una di glicerina.

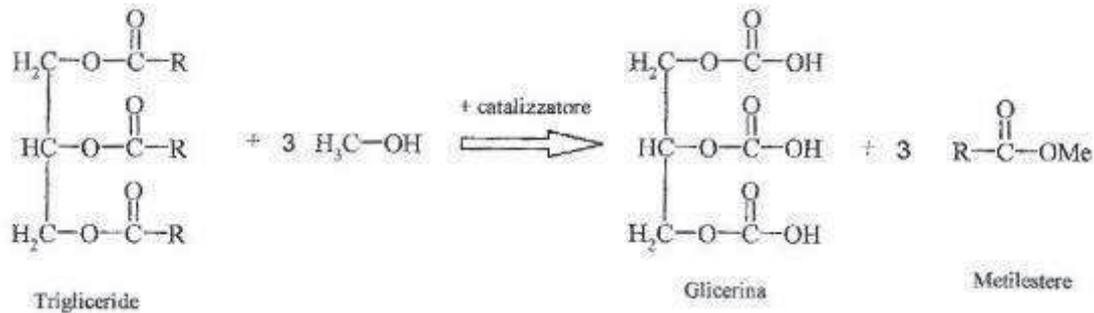
Il processo è condotto in presenza di un catalizzatore alcalino (metilato sodico, alta efficienza, elevata velocità di reazione, temperatura e pressioni non elevate).

La glicerina grezza, prodotto secondario, dopo raffinazione, costituisce la materia prima per l'industria farmaceutica e cosmetica.

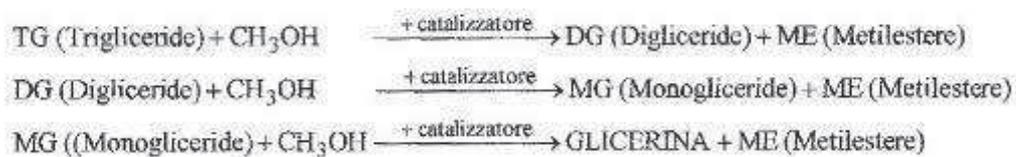
Di seguito sono schematizzati il meccanismo generale e molecolare della reazione di transesterificazione, sulla quale è basato il processo realizzato nello stabilimento Masol.



Meccanismo generale:



Meccanismo molecolare:



#### 4.2. RICEVIMENTO E STOCCAGGIO MATERIE PRIME

La sezione di ricevimento e stoccaggio delle materie prime risulta comune per la linea di produzione esistente e per la quella nuova.

Si sottolinea che il progetto in esame prevede un riassetto dell'area di ricezione; le pensiline di carico Autobotte verranno infatti riposizionate come indicato nel progetto civile.

Le materie prime impiegate sono costituite da:

- Olio vegetale e metanolo come reagenti;
- Metilato sodico (catalizzatore) in soluzione di metanolo (30% in peso di metilato sodico);
- Acido cloridrico, acido citrico e soda caustica.

In seguito all'introduzione della nuova linea di produzione saranno utilizzate anche le seguenti sostanze:

- Acidi grassi, utilizzato come reagente e stoccato nel serbatoio D1101;
- Resina catalitica, utilizzata come catalizzatore e stoccata in sacchi.

Acido cloridrico e soda caustica sono approvvigionati mediante autocisterne, mentre l'olio vegetale raggiunge lo stabilimento tramite navi ed il metanolo tramite tubazione da serbatoi dedicati, ubicati dall'area Neri Depositi S.p.A.; tutte le materie prime vengono consegnate in appositi serbatoi di stoccaggio. L'acido citrico viene approvvigionato solido in sacchi.

Si riporta di seguito un esame di dettaglio delle diverse sostanze e delle modalità di ricevimento e stoccaggio.

##### 4.2.1. Olio vegetale

L'olio vegetale viene approvvigionato, in Neri Depositi Costieri, sia da nave sia da autobotte ed è stoccato in appositi serbatoi (fuori terra) ad asse verticale dai quali viene poi trasferito, tramite la pompa G 130 controllabile da quadro (all'interno dell'area Masol Continental Biofuel), ai serbatoi D 101 (avente capacità di 1000 m<sup>3</sup>) e D 1101 (avente capacità pari a 1000 m<sup>3</sup>). Poiché la pompa G 130 viene



utilizzata anche per lo scarico autocisterne, il travaso ai D 1017D 1101 viene effettuato nei periodi notturni o comunque di non previsto scarico autocisterne.

Dai serbatoi D 101/D 1101 l'olio vegetale viene poi inviato, tramite le pompe G 101, direttamente al processo produttivo.

#### 4.2.2. *Metanolo*

La sostanza viene approvvigionata di norma mediante tubazione nel serbatoio interrato D 102, avente una capacità geometrica di 180 m<sup>3</sup> ed utilizzato, di regola, non oltre l'80% di detta capacità. Il serbatoio risulta polmonato con azoto a bassa pressione regolabile con set point. Il serbatoio è inoltre dotato di una valvola rompivuoto che, in caso di mancanza azoto, evita un'eccessiva depressurizzazione del sistema facendo entrare aria.

Lo scarico dei vapori di azoto, contenenti metanolo vapore in funzione della temperatura (18% in volume a 25 °C), viene inviato alla sezione di lavaggio sfiati. Per eventuali anomalie il sistema è inoltre dotato di scarico di emergenza che invia lo sfiato in guardia idraulica (D 402) con battente di 4 m di colonna d'acqua. Le eventuali condense che potrebbero formarsi nella tubazione di collegamento sfiati alla condensazione o alla guardia idraulica sono scaricate al serbatoio D 302 (serbatoio di alimentazione metanolo alla reazione della Linea A) o al serbatoio D1553 (serbatoio di alimentazione metanolo della Linea B).

Lo stoccaggio è dotato di un ulteriore accorgimento in grado di evitare sversamenti e infiltrazioni di metanolo nel terreno sottostante e di tenere sotto controllo eventuali perdite: il serbatoio è infatti posizionato su una vasca in cemento dotata di pozzetto di drenaggio e raccolta al quale confluiscono eventuali acque piovane (il serbatoio è comunque posizionato sotto tettoia), sversamenti metanolo e perdite serbatoio. Nel pozzetto è installata una pompa a mano che consente il periodico prelievo di campioni per la relativa analisi. Un'apposita manichetta, con possibilità di attacco a cisterna, consente la rimozione di eventuali sversamenti macroscopici di metanolo dovuti, ad esempio, a cedimento del serbatoio.

#### 4.2.3. *Metilato sodico*

La soluzione al 30% in peso di metilato sodico in metanolo viene stoccata nel serbatoio D 103 avente capacità geometrica 40 m<sup>3</sup> riempito, di regola, non oltre l'80% della capacità massima.

Lo scarico dall'autocisterna è effettuato per mezzo della pompa G 103, utilizzata anche per l'invio della sostanza al processo di produzione (D 202 e D 1201). Di conseguenza, l'operatore locale procede esclusivamente con il consenso dell'operatore di sala controllo, il quale verifica se il contenuto di metilato nei serbatoi di impianto D 202/d 1201 è sufficiente a garantire le necessità di impianto per il periodo previsto di scarico cisterna. L'esclusione del carico ai serbatoi D 202/D 1201 avviene per blocco meccanico ed interconnessione dei collegamenti effettuati, compreso anche il collegamento lato gas all'autocisterna.

Poiché la soluzione di metilato sodico al 30% tende a cristallizzare al diminuire della temperatura al di sotto dei 7 °C e presenta difficoltà di ridissoluzione per successivo riscaldamento, il serbatoio D 103 è dotato di riscaldatore elettrico esterno, escludibile a settori dal controllo di temperatura TIC 103; la



restante superficie del D 103, le linee e la pompa G 103 sono tracciati elettricamente. Tutti i cavi sono protetti e garantiti per avere una temperatura di parete bassa (intorno ai 50 °C).

Il serbatoio D 103 è polmonato con azoto a pressione gasometrica (100-200 mmH<sub>2</sub>O nel serbatoio).

Lo scarico funzionale dei vapori di azoto, contenenti metanolo vapore in quantità dettata dalla temperatura e dalla tensione di vapore del metilato sodico (8% in volume a 30 °C), viene inviato sezione di lavaggio sfiati.

Per condizioni di anomalia il serbatoio è dotato di guardia idraulica contenente olio con battente di 300 mm di colonna d'acqua oltre il quale scarica, attraverso la guardia, in posizione di sicurezza (*safe location*).

Sul serbatoio è inoltre installata una valvola di sicurezza (PSV 114) con funzione anche di rompivuoto. Tale valvola, dimensionata per carico di incendio, scatta per sovrappressioni superiori a 400 mmH<sub>2</sub>O; inoltre, nel caso di vuoto nel serbatoio superiore a 100 mmH<sub>2</sub>O, funziona da rompivuoto facendo entrare aria.

#### 4.2.4. Acido cloridrico

L'acido cloridrico viene stoccato nei serbatoi D106A/B di capacità geometrica pari a 20 m<sup>3</sup> cadauno, riempiti di regola non oltre l'80% della capacità massima. I serbatoi sono dotati di bacino di contenimento in grado di contenere tutta la capacità massima di un serbatoio.

Lo scarico dall'autocisterna è effettuato per mezzo delle pompe G 106A/B mentre l'invio della sostanza ai reattori di lavorazione della glicerina (R 531 ed R 1531) avviene tramite le pompe G106 e G 1106C.

Per condizioni di anomalia i serbatoi sono dotati di guardia idraulica contenente acqua con battente di 300 mm oltre il quale scaricano, attraverso la guardia, in posizione di sicurezza (*safe location*). I serbatoi D 1106A/B risultano polmonati con azoto a pressione gasometrica (100-200 mmH<sub>2</sub>O nel serbatoio).

#### 4.2.5. Soda caustica

La soda caustica in soluzione al 50% risulta stoccata in due serbatoi.

Un primo serbatoio risulta di capacità geometrica pari a 30 m<sup>3</sup> riempito di regola non oltre l'80% di detta capacità. Il serbatoio è dotato di bacino di contenimento in grado di contenere tutta la capacità massima del serbatoio.

Tale serbatoio alimenta le seguenti utenze:

- Reparto neutralizzazione olio
- Centrale termica

Un secondo serbatoio fuori terra orizzontale di capacità pari a 10 m<sup>3</sup> è adibito invece allo stoccaggio dell'idrossido di sodio destinato ad essere utilizzato quale agente neutralizzante nelle sezioni di lavorazione della glicerina presenti nelle due linee produttive.

Il serbatoio è dotato di apposito bacino di contenimento atto a contenere eventuali sversamenti di sostanza.



#### 4.2.6. *Acido citrico*

L'acido citrico viene approvvigionato in sacchi, stoccato all'interno del magazzino/officina e quindi impiegato in soluzione acquosa nella sezione di separazione metilestere-glicerina.

A tale scopo viene utilizzato un serbatoio agitato in cui viene caricato manualmente l'acido citrico. La soluzione così preparata viene quindi inviata, mediante la pompa dosatrice, alla sezione di separazione metilestere-glicerina.

#### 4.2.7. *Acidi grassi*

Gli acidi grassi vengono approvvigionati via nave, via piping o via autobotte e stoccati nei serbatoi del vicino Neri Depositi Costieri. Tramite pompa poi vengono inviati al serbatoio di impianto D1101 e da qui pompati alla nuova linea produttiva.

#### 4.2.8. *Resina catalitica*

La resina catalitica viene approvvigionata in sacchi e viene stoccata sotto apposita pensilina di protezione vicino l'impianto, come illustrato nella planimetria allegata. Il carico ai reattori avviene mediante diluizione con metanolo nella apposita sezione d'impianto.

### **4.3. STATO ATTUALE: LINEE PRODUTTIVE**

#### 4.3.1. *LINEA A (in dismissione)*

L'attività della linea produttiva può essere schematizzata attraverso una serie di fasi ed operazioni principali che possono così riassumersi:

- A) Essiccamento olio vegetale;
- B) Reazione di esterificazione;
- C) Reazione di transesterificazione;
- D) Separazione metilestere-glicerina;
- E) Distillazione metanolo;
- F) Lavorazione e raffinazione glicerina;
- G) Rettifica metanolo;
- H) Lavaggio sfiati di processo e di emergenza;
- I) Stoccaggio intermedio prodotti;
- J) Stoccaggio prodotti finiti e spedizione.

Di seguito viene descritto in maniera dettagliata il funzionamento della linea produttiva.

#### A) Essiccamento olio vegetale.

La fase di essiccamento, alla quale viene sottoposto soltanto l'olio vegetale, ha lo scopo di mantenere costante il tenore di umidità dell'olio da inviare alla successiva fase di reazione (reazione di



esterificazione); si tratta, in sostanza, di un'operazione di disidratazione dell'olio ottenuta per ebollizione della fase acquosa.

La sezione comprende le seguenti apparecchiature:

E 800	scambiatore per il recupero di calore
E 802	scambiatore per il riscaldamento dell'olio
C 801	essiccatore dell'olio
E 801	condensatore d'acqua
G 851	pompa per lo scarico essiccatore
G 101/S	pompa per carico reattori esterificazione
G 853	pompa per vuoto

L'olio vegetale da disidratare è alimentato alla sezione di essiccamento per mezzo della pompa G 113, con portata regolata tramite il sistema di controllo FIC 801.

Dopo un preriscaldamento iniziale nel recuperatore di calore E 800, alimentato con l'olio caldo in uscita dalla colonna C 801, l'olio viene inviato allo scambiatore di calore E 802, alimentato con vapore a bassa pressione, e da qui, attraverso ugelli nebulizzanti, nella colonna C 801, mantenuta sotto vuoto dalla pompa ad anello liquido G 803; il livello di olio in colonna è mantenuto dal regolatore di livello LIC 802. I vapori acquosi che si liberano dall'olio vengono condensati nel condensatore E 801, mantenuto anch'esso sottovuoto dalla pompa G 803.

Il grado di vuoto dell'essiccatore C 801 e del condensatore E 801 è garantito anche dal collegamento con la pompa ad anello liquido G 306/S.

L'olio disidratato, scaricato dalla colonna C 801 mediante la pompa centrifuga G 851, viene inviato nello scambiatore E 800, dove cede parte del suo calore, e di seguito alla pompa G101/S per alimentare la reazione.

Le caratteristiche del processo con riferimento alle apparecchiature principali sono riportate di seguito:

portata di alimentazione olio a C 801	10	m <sup>3</sup> /h
temperatura in C 801	110	°C
pressione residua in C 801	100	mmHg (0,13 bar)
portata della pompa G 101	25	m <sup>3</sup> /h

Le acque in uscita dal condensatore, previo passaggio da vasca a trappola per l'eliminazione di eventuali trascinalenti di olio, vengono inviate alla vasca di raccolta acque di impianto. L'aria in uscita è inviata alla sezione di lavaggio sfiati.

#### B) Reazione di esterificazione

Come anticipato in precedenza, i due tipi di olio vegetale impiegati nel processo di produzione del Biodiesel ed indicati come olio vegetale ed olio vegetale ad alta acidità seguono percorsi fisicamente separati fino al raggiungimento dei reattori principali di transesterificazione R 201A/B/C.



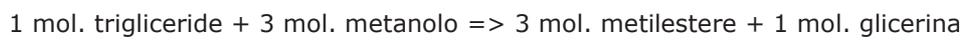
Infatti, mentre l'olio vegetale in uscita dal serbatoio D 101 viene inviato direttamente ai reattori di transesterificazione R 201A/B/C tramite la pompa G 101/S, previo preriscaldamento a 80°C nel recuperatore E 307 e nello scambiatore a vapore E 203, l'olio vegetale ad alta acidità, in virtù dell'elevata acidità stessa (oltre al 40% per la presenza di acido oleico libero), che potrebbe essere causa del verificarsi di reazioni parassite nelle fasi successive, richiede un trattamento preliminare per ridurre l'acidità in eccesso ([acidità massima consentita per la reazione di transesterificazione in R 201A/B/C]=0,1%), consistente in una reazione di esterificazione con glicerolo (condotta a T=220°C e P=0,2 atm) dell'acido oleico libero contenuto nell'olio.

Tale processo viene realizzato nella sezione di esterificazione, comune alle due linee produttive descritta di seguito nel presente documento.

### C) Reazione di transesterificazione

L'olio esterificato (nell'apposita sezione di esterificazione), l'olio vegetale proveniente dai serbatoi D 101/D 1101, il metanolo ed il catalizzatore (metilato sodico) vengono alimentati in discontinuo ai reattori R 201A/B/C (ad intervalli di circa un'ora l'uno dall'altro), nei quali ha luogo la reazione di transesterificazione che, attraverso una serie di stadi successivi (reazioni a catena), porta alla conversione del trigliceride (olio vegetale) in metilestere (biodiesel) e glicerina.

La reazione, catalizzata dal metilato sodico, avviene in pratica senza sviluppo di calore e può essere così schematizzata:



La reazione, completa in circa 90 min., avviene in eccesso di metanolo successivamente distillato, condensato e riciclato. La reazione di transesterificazione è effettuata nei tre reattori R 201A/B/C, agitati e pesati, realizzati in AISI 316L, attraverso un procedimento discontinuo.

I sistemi di carico e dosaggio dei vari reagenti sono comuni ai tre reattori principali di transesterificazione R 201A/B/C.

La capacità complessiva dell'impianto è realizzata per un 10% con il tipo di olio ad elevata acidità e per il restante 90% con l'olio vegetale.

I tre reattori R 201A/B/C, del tutto identici e indipendenti tra loro, svolgono le medesime funzioni ad intervalli di circa 1 ora l'uno dall'altro e sono caricati con:

- miscela ottenuta dalla reazione di esterificazione prelevata dai serbatoi D 111B/C tramite la pompa volumetrica G 113; la quantità di miscela per il batch viene prefissata da quadro manualmente o automaticamente tramite il FIC 111;
- olio vegetale, prelevato dai serbatoi di stoccaggio D 101/D 1101 tramite la pompa volumetrica G 101/S, in quantità di 7200 kg per batch (durata della fase di carico olio circa 30 min). Prima di essere immesso nel reattore l'olio viene preriscaldato a 80°C nel recuperatore di calore (E 307) e nello scambiatore a vapore E 203; la quantità di olio necessaria per il batch viene prefissata da quadro manualmente o automaticamente tramite FICQ 202, che ha anche funzione di totalizzatore; la temperatura è controllata automaticamente tramite TIC 201 che agisce sul vapore di riscaldamento;
- metanolo, proveniente dal serbatoio di dosaggio D 302 tramite la pompa G 303/S, in quantità ottenuta sottraendo alla capacità complessiva di impianto il metanolo caricato al reattore R 901; il



carico del metanolo (circa 1500 kg) può iniziare a metà circa del carico olio al reattore, per una durata di circa 10 min, oppure può avvenire contemporaneamente all'olio vegetale, riducendo in tal modo i tempi di alimentazione, senza variazione né della quantità di reagenti presenti all'interno dei reattori, né della cinetica di reazione; la quantità di metanolo viene prefissata da quadro manualmente o automaticamente tramite FIQR 203;

- metilato sodico, scaricato per gravità dal serbatoio intermedio di dosaggio in controllo di peso D 202, in quantità prefissata; il carico di metilato sodico al reattore (circa 130 kg) viene effettuato parallelamente al carico metanolo e ha una durata di circa 10 min.

L'intero processo è completamente automatizzato e comandato da quadro. L'operatore assume, pertanto, la sola funzione di *controllore* del corretto andamento delle varie fasi, pur potendo intervenire manualmente da quadro in ogni momento.

Caricati i reagenti ed il catalizzatore (metilato sodico) nelle quantità indicate, ha inizio la reazione di transesterificazione che avviene alla temperatura controllata di 60-65°C sotto agitazione (ciascun reattore ha il proprio agitatore PR 201A/B/C, del tipo a turbina a pale inclinate, dotato di variatore del numero di giri in un range compreso tra 30 e 150 giri/min).

La temperatura all'interno dei reattori è mantenuta mediante sistema di controllo TICR 204/206/212 (rispettivamente per reattore R 201A/B/C) che agisce sul vapore circolante nella camicia a semitubo esterna al reattore.

I reattori sono polmonati con azoto a pressione gasometrica (100-200 mmH<sub>2</sub>O).

Nonostante la presenza di azoto la temperatura di reazione fa sì che si sviluppino vapori di metanolo che, salendo ai condensatori ad acqua E 201A/B/C, vengono ricondensati e riciclati, rispettivamente, ai reattori R 201A/B/C, mentre gli incondensabili, costituiti da azoto saturo di metanolo alla temperatura di uscita (40°C circa), vengono inviati, tramite valvola pneumatica (PV 206/208/210) azionata dal controllo di pressione (PIC 206/208/210), alla sezione di lavaggio sfiati.

Al termine delle operazioni viene prelevato un campione per la verifica della rispondenza dei parametri principali (specificamente la conversione), prima di dare il comando di scarico del batch.

Il processo sopra descritto è perfettamente analogo per i tre reattori, nei quali viene effettuato in maniera sfalsata, a distanza di circa 1 ora l'uno dall'altro, con completamento del ciclo sul medesimo reattore in tre ore. La reazione può essere rappresentata sinteticamente con il seguente schema temporale, valido a partire dal tempo zero fino a regime:

- a. Fase di carico reattore
- b. Fase di reazione
- c. Fase di controlli
- d. Fase di scarico reattore
- e. Fase separazione metilestere-glicerina
- f. Distillazione metanolo

Il processo, a valle della reazione di transesterificazione, procede in apparecchiature operanti in continuo. Per passare da operazioni che avvengono in discontinuo (reazione in R 201A/B/C) alle operazioni successive, effettuate in continuo, il materiale scaricato, dopo aver subito un trattamento di



demetanolizzazione nel serbatoio D 301, viene inviato tramite la pompa G 201/S nel serbatoio polmone D 307 (capacità 40 m<sup>3</sup>) dove ha inizio il primo stadio della fase di separazione metilestere-glicerina.

#### D) Separazione metilestere-glicerina

Come anticipato in precedenza, i prodotti in uscita dai reattori R 201A/B/C, costituiti da metilestere, metanolo e glicerina, vengono inviati tramite la pompa G 201/S nel serbatoio di D 301 dove avviene una prima separazione del prodotto di reazione dal metanolo residuo, attraverso lo stripping mediante vapore a bassa pressione immesso in un serpentino semitubulare esterno, controllato in automatico dal TIC 301.

Il serbatoio D 301 è polmonato con azoto a pressione gasometrica (100 - 200 mmH<sub>2</sub>O) ed è dotato di un disco di rottura con scarico convogliato alla sezione di lavaggio sfiati.

I vapori di metanolo sviluppati sono parzialmente condensati attraverso raffreddamento con acqua nello scambiatore E 301. Il liquido ottenuto può essere convogliato al serbatoio di dosaggio metanolo D 302 o al serbatoio di raccolta metanolo D 551 per l'alimentazione delle colonne di rettifica. I vapori residui sono invece alimentati nello scambiatore E 505, nella sezione di raffinazione della glicerina.

Il prodotto in uscita dal fondo dello stripper D 301, regolato dal controllo di portata FIC 301, viene alimentato tramite la pompa G 301/S al separatore polmone D 307 (capacità 40 m<sup>3</sup>), dove ha inizio il primo stadio della fase di separazione metilestere-glicerina.

Dal separatore D 307 esce, dal fondo, glicerina, con portata intorno ai 1500 kg/h complessivi, e, per sfioro dalla parte alta, metilestere, con portata intorno ai 10000 kg/h complessivi. Il separatore D 307 è polmonato con azoto a pressione gasometrica (100 -200 mmH<sub>2</sub>O). Lo scarico funzionale dei vapori di azoto contenenti metanolo vapore in funzione della temperatura viene inviato alla sezione di lavaggio sfiati. Per eventuali anomalie il sistema è inoltre dotato di scarico di emergenza che invia lo sfiato in guardia idraulica (D 402).

Il separatore D 307 è inoltre dotato di allarme di alto ed altissimo livello (LAHH).

La glicerina in uscita dal fondo del separatore D 307, contenente metanolo ed acqua in soluzione (rispettivamente 10% e 30%) e tracce di metilestere, viene alimentata, tramite la pompa G308, alla sezione di lavorazione della glicerina.

Il metilestere in uscita per sfioro dalla parte alta del separatore D 307, contenente tracce di metanolo e di glicerina, viene alimentato, tramite la pompa G309, al separatore D 305, del tipo a fiorentino verticale, dal quale esce dal fondo glicerina e per sfioro dalla parte alta metilestere. Al separatore D305 è, inoltre, alimentato il ricircolo proveniente dallo scambiatore di calore E 303.

La glicerina in uscita dal fondo del separatore D 305, contenente metanolo in soluzione e tracce di metilestere, viene ricircolata al serbatoio di separazione metilestere-glicerina D 307.

Poiché la glicerina in uscita dal separatore D 305 è voluta priva di metilestere (perdita prodotto), lo scarico è bilanciato con flangia a fori asolati che consente di ottimizzare la linea di interfaccia metilestere/glicerina alla quota desiderata internamente al separatore e conseguentemente lo scarico dei prodotti.

Il metilestere in uscita dalla parte alta del separatore D 305, contenente tracce di glicerina e di metanolo, è inviato per gravità al serbatoio D 303, che ha la funzione di garantire il battente per il



carico delle relative pompe, e da qui, tramite la pompa G 304/S, alla fase di centrifugazione, per spingere ulteriormente la separazione dalla glicerina.

Sia il serbatoio D 303 che il separatore D 305 sono polmonati con azoto a pressione gasometrica e gli sfiati, decisamente limitati date le condizioni operative e le caratteristiche delle sostanze, sono inviati alla sezione di lavaggio. Il prodotto liquido in uscita dal serbatoio D 303, costituito da metilestere e glicerina, è spinto dalla pompa G 304/S nello scambiatore a recupero termico E 321, dove viene riscaldato ad opera di un flusso in controcorrente costituito da metilestere proveniente dall'evaporazione a film sottile. Il flusso metilestere-glicerina è regolato dal controllo di portata FIC 554, mentre la temperatura in uscita dallo scambiatore viene mantenuta in specifica tramite il controllo TIC 302 che agisce sul by-pass sulla linea della corrente calda.

Il flusso metilestere-glicerina viene quindi inviato alle centrifughe P 301 e P 302. Le modalità di utilizzo delle due centrifughe possono variare in relazione alle necessità di produzione: infatti, tramite opportune condotte di collegamento e valvole manuali, è possibile l'utilizzo delle due centrifughe in serie o in parallelo, o l'esclusione di una delle due dal processo.

Le correnti in uscita dalle centrifughe sono:

- metilestere, inviato allo scambiatore che alimenta la colonna E 301;
- acque di processo, che possono essere raccolte nel serbatoio polmone D 320 e riciclate tramite la pompa G 554 a monte della pompa G 304/S, oppure riciclate per gravità al separatore statico D 307; la portata in uscita dal serbatoio D 320 è regolata tramite il controllo LIC 320;

#### E) Distillazione metanolo

Come già anticipato al punto precedente, il metilestere in uscita dalle centrifughe P 301 e P 302 viene inviato allo scambiatore E900, scaldato con vapore ed inviato in alimentazione colonna E 301.

La colonna E301 è realizzata in AISI 316L. All'ingresso del materiale nell'evaporatore il metanolo si libera per flash, per poi continuare ad evaporare fino a raggiungere la concentrazione richiesta nel prodotto di coda. La concentrazione di metanolo nel prodotto in uscita è mantenuta al valore desiderato tramite controllo di temperatura TIR 308, che agisce sulla portata del vapore di riscaldamento inviato nella camicia dell'evaporatore.

Dall'evaporatore escono due flussi:

- dalla testa: metanolo vapore che, dopo avere attraversato un demister centrifugo per l'abbattimento delle gocce trasportate, viene condensato nello scambiatore E 302 (raffreddato con salamoia) e scaricato, mediante canna barometrica, nel serbatoio D 551 a servizio della colonna di rettifica C 552;
- dalla coda: metilestere che, spinto dalla pompa G 302/S, viene riscaldato nuovamente a circa 120°C nello scambiatore E 804 e quindi inviato alla colonna di demetanolazione D 802, poi raffreddato e pompato ai serbatoi di stoccaggio intermedi D 120/B/C oppure riciclato al separatore D 305.

Il grado di vuoto all'interno dell'evaporatore E 301 e del condensatore E 302 è ottenuto tramite la pompa ad anello liquido G 306, con flussaggio ad olio, per diminuire il carico di metanolo inviato all'unità lavaggio sfiati.



#### F) Lavorazione e raffinazione glicerina

La glicerina in uscita dal fondo del separatore D 307 viene alimentata, tramite la pompa G 308, allo scambiatore di calore a piastre E 532. In tale apparecchiatura la glicerina, contenente metanolo, acqua e tracce di metilestere, viene riscaldata tramite un flusso in controcorrente di vapore a bassa pressione, la cui portata è regolata attraverso il TIC 535, in base alla temperatura raggiunta dalla glicerina all'uscita dallo scambiatore di calore, ed inviata al serbatoio D 531, all'ingresso del quale è installato un sistema di separazione a flash per l'evaporazione del metanolo. Al serbatoio D 531 arriva quindi una soluzione con una residua quantità di metanolo. Dal serbatoio D 531, la glicerina è alimentata tramite la pompa G 531 al reattore R 531 dove viene fatta reagire con acido cloridrico al 33%. Scopo della reazione è quello di neutralizzare il catalizzatore ancora presente (metilato sodico) e rompere i saponi formati durante la reazione di transesterificazione, portando così all'ottenimento di sali ed acidi grassi in un ambiente di reazione a pH=3. Prima dell'ingresso al reattore R 531, la glicerina è raffreddata nello scambiatore a piastre E 533. La misura ed il controllo della temperatura della glicerina in ingresso al reattore R 531 sono effettuati tramite il TIC 536, in grado di variare la portata di acqua di raffreddamento in ingresso allo scambiatore E 533. La successiva decantazione (serbatoi D 532 e D 533) consente la separazione degli acidi grassi dalla glicerina; i primi sono riciclati al serbatoio D 801 o al serbatoio D120A, mentre la glicerina è inviata in un secondo reattore R 532, nel quale l'aggiunta di idrossido di sodio innalza ulteriormente il pH, fino ad un valore di circa 7, consentendo così di ottenere glicerina di migliore qualità. Il reattore R 531 è polmonato con azoto a pressione gasometrica (100 - 200 mmH<sub>2</sub>O). Lo scarico funzionale dei vapori di azoto contenenti metanolo vapore in funzione della temperatura viene inviato, previo abbattimento dei vapori di HCl nello scrubber ad acqua (C 532), alla sezione di lavaggio sfiati. Per eventuali anomalie il sistema è inoltre dotato di scarico di emergenza che invia lo sfiato in guardia idraulica (D 402) con battente di 4 m di colonna d'acqua.

Anche i serbatoi polmone D 532 e D 533, il reattore R 532 ed il serbatoio D 534 sono polmonati con azoto a pressione gasometrica (100 - 200 mmH<sub>2</sub>O). Lo scarico funzionale dei vapori di azoto contenenti metanolo vapore in funzione della temperatura viene inviato alla sezione di lavaggio sfiati. Per eventuali anomalie il sistema è inoltre dotato di scarico di emergenza che invia lo sfiato in guardia idraulica (D 402) con battente di 4 m di colonna d'acqua.

La glicerina in uscita dal serbatoio intermedio D 534 viene inviata tramite la pompa G 501 alla successiva fase di raffinazione. Scopo dell'operazione, è quello di spingere il recupero del metanolo e migliorare le caratteristiche del prodotto finito (glicerina). Il metanolo, strappato dalla glicerina insieme alla fase acquosa, viene quindi distillato e reinserito in ciclo.

Le portate in gioco sono estremamente ridotte e le apparecchiature installate hanno dimensioni decisamente contenute (le colonne principali hanno diametro 8 pollici).

La sezione, definita unità 500, comprende le seguenti apparecchiature principali:

C 501	colonna separazione metanolo-glicerina
C 501A	colonna separazione metanolo-glicerina
E 501	riscaldatore della glicerina
E 501bis	riscaldatore della glicerina
E 502	riscaldatore della glicerina
E 503	condensatore della miscela acqua/metanolo



E 504	scambiatore di calore
E 505	raffreddatore vapori metanolo in uscita da C 501°
G 501	pompa alimentazione glicerina all'unità 500
G 502	pompa invio glicerina agli stoccaggi finali
G503	pompa di alimentazione glicerina alla C 501

La glicerina, prelevata dal serbatoio D 534 ed alimentata all'unità 500 mediante la pompa G 501, azionabile sia da sala controllo sia localmente, viene preriscaldata, dapprima, nel recuperatore di calore E 502, che utilizza, come fluido riscaldante, la glicerina già strippata che viene inviata agli stoccaggi finali, e, successivamente, negli scambiatori di calore E 501 ed E 501bis che impiegano, come fluido riscaldante, vapore a bassa pressione. La disposizione delle condotte per il flusso della glicerina è tale da permettere l'utilizzo di entrambi gli scambiatori in parallelo, di uno soltanto o di alimentare la colonna C 501A attraverso un by-pass di entrambi gli scambiatori; la variazione del flusso può essere effettuata tramite valvole manuali.

La temperatura della glicerina è regolata tramite il termoregolatore TIC 503 che fa variare il flusso di vapore in ingresso agli scambiatori E 501 ed E 501bis.

Successivamente la glicerina è sottoposta al processo di separazione dal metanolo nelle due colonne in serie C 501A e C 501 che operano a una pressione residua di 130 mmHg ass. Dopo il passaggio negli scambiatori di calore E 501 ed E 501bis, la glicerina subisce una prima separazione dal metanolo contenuto nella colonna C 501A per un processo di flash. Il livello di liquido nella colonna C 501A è controllato attraverso la regolazione della portata in uscita dalla coda con il sistema LIC 505. Il prodotto in uscita dalla coda della colonna C 501A, prima di alimentare la seconda colonna C 501 spinto dalla pompa G 503, attraversa lo scambiatore di calore E 504 in cui viene riscaldato ad opera di un flusso di vapore a media pressione.

La temperatura del prodotto in uscita è regolata tramite il controllo TIC 508 che agisce sul flusso di vapore. Nella colonna C 501 la glicerina viene separata dal metanolo residuo per strippaggio con azoto.

Il prodotto concentrato (glicerina), che scende verso il fondo colonna C 501, dove raggiunge una temperatura di circa 120°C, viene estratto dall'impianto mediante pompa a ingranaggi G 502 ed inviato agli stoccaggi finali dopo avere ceduto parte del suo calore nello scambiatore E 502. Il livello di liquido nella colonna C 501 è controllato attraverso la regolazione della portata in uscita dalla coda con il sistema LIC 502. Il metanolo evaporato che esce dalla testa della colonna C 501A è raffreddato con salamoia frigorifera a 0°C nello scambiatore E 505 e successivamente unito al metanolo evaporato in uscita dalla testa della colonna C 501A. I vapori di metanolo sono quindi condensati nello scambiatore orizzontale E 503, sempre con salamoia frigorifera, e quindi scaricati, mediante canna barometrica, al serbatoio D 551. I vapori di metanolo non condensati nello scambiatore E 503 sono inviati nel serbatoio D 503 in cui vengono raffreddati ad opera di un fluido refrigerante alimentato nella camicia esterna; il liquido ottenuto viene scaricato, mediante canna barometrica, al serbatoio D 551, mentre i vapori non condensati sono aspirati dalla pompa a vuoto G 306/S e vengono inviati alla sezione di lavaggio sfiati.

Principali condizioni operative:

- Alimentazione glicerina 1,5 m<sup>3</sup>/h
- Concentrazione metanolo in glicerina 10 %



### G) Rettifica metanolo

Il serbatoio D 551 raccoglie le condense di metanolo, contenenti acqua, dalle varie sezioni dell'impianto. Esso è polmonato con azoto a pressione gasometrica (100 - 200 mmH<sub>2</sub>O). Lo scarico funzionale dei vapori di azoto contenenti metanolo vapore in funzione della temperatura viene inviato alla sezione di lavaggio sfiati. Per eventuali anomalie il sistema è inoltre dotato di scarico di emergenza che invia lo sfiato in guardia idraulica (D 402) con battente di 4 m di colonna d'acqua.

Il metanolo, in questa sezione, viene separato dall'acqua attraverso il passaggio in due torri di rettifica (C 552, C 553) che operano in serie.

Dal serbatoio C 551 il metanolo è inviato, tramite la pompa G 551, a monte della pompa G 553, da cui è spinto, insieme alla corrente in uscita dalla coda della colonna C 552, in testa alla colonna C 553. Da questa colonna escono, in testa, i vapori di metanolo ed acqua, che vengono inviati per una ulteriore separazione al fondo della colonna C 552, e dalla coda acqua di processo che, spinta dalla pompa G 554, viene inviata al recuperatore termico E 552 e quindi alla vasca di raccolta A 401.

Il calore necessario a tale separazione viene fornito nello scambiatore E 552, a servizio della colonna C 553, ad opera di vapore a bassa pressione.

Nella colonna C 552 avviene la separazione finale del metanolo contenuto nella corrente in uscita dalla testa della colonna C 553. La corrente in uscita dal fondo della colonna C 552 viene ricircolata, come già descritto in precedenza, alla colonna C 553; i vapori di metanolo rettificato in uscita dalla testa della colonna C 552 vengono prima raffreddati nello scambiatore ad aria E 553, quindi condensati attraverso lo scambio termico con fluido refrigerante nello scambiatore E 553bis ed infine inviati al serbatoio di impianto D 552. Parte di tali condense va a costituire il riflusso della colonna C 552, mediante la spinta della pompa G 552, mentre il resto viene stoccato nel serbatoio di raccolta metanolo rettificato D 302 oppure ricircolato al serbatoio polmone D 551.

Le due colonne di rettifica presentano caratteristiche costruttive simili.

L'utilizzo di due colonne di rettifica invece di una soltanto permette di incrementare l'allontanamento del metanolo dall'acqua reflua, in modo da diminuire il carico di C.O.D. nello scarico liquido inviato alla vasca di trattamento.

### H) Lavaggio sfiati di processo e di emergenza

Prima di passare ad esaminare gli stoccaggi intermedi e definitivi dei prodotti finiti, si ritiene utile approfondire l'esame della sezione di abbattimento degli sfiati di processo e di emergenza.

La sezione di abbattimento sfiati è costituita dallo scambiatore E 304, dalle colonne C 401 e C 401bis e dalla guardia idraulica D 402.

#### Scambiatore E 304

Allo scambiatore E 304 arrivano direttamente gli sfiati di processo, contenenti metanolo, dalle varie sezioni dell'impianto.

Lo scambiatore E 304 è raffreddato con fluido refrigerante (salamoia). Il condensato viene inviato al serbatoio di dosaggio metanolo D 302.



Sulla linea dei vapori in uscita dallo scambiatore è presente un indicatore di temperatura con allarme di alto e segnale riportato in sala quadro.

#### Colonne C 401 e C 401bis

Alla colonna di abbattimento C 401 bis sono alimentati direttamente gli sfiati provenienti dallo scambiatore a fluido frigorifero E 304. Il fluido assorbente per il trattamento è costituito da olio vegetale, successivamente impiegato nella reazione di transesterificazione.

Nella successiva colonna C 401 sono inviati i vapori in uscita dalla colonna C 401bis, impoveriti di metanolo, dal separatore glicerina/metilestere (D 305), dal serbatoio metilestere in uscita dal separatore (D 303), dal serbatoio D 534 e lo scarico di emergenza dalla guardia idraulica D 402.

Il flusso assorbente della colonna C 401 è costituito da acqua alimentata mediante un toro di distribuzione, con portata costante e controllata (FIC 401), con allarme di minimo e intervento automatico con apertura della valvola di fondo del serbatoio D 401 per mancanza acqua o calo pressione sulla linea acqua refrigerante. Tale accorgimento consente di avere sempre acqua in colonna per l'abbattimento dei vapori anche in caso mancanza acqua di rete.

L'utilizzo di un doppio stadio di lavaggio permette di ottenere una minore concentrazione di metanolo nel reflu liquido inviato alla vasca di trattamento.

Per evitare il fenomeno della mucillagine nella vasca D 401, che potrebbe dare problemi al momento dell'eventuale fabbisogno idrico da questo serbatoio, metà dell'acqua inviata in colonna viene fatta fluire direttamente attraverso il serbatoio, mentre l'altra metà, fissata da un orificio calibrato, va direttamente alla colonna C 401.

Sul fondo della colonna viene mantenuto un battente mediante scarico tramite sifone e rompisisifone.

Le acque di scarico dalla colonna C 401 vanno nella vasca di raccolta delle acque di processo (A 401) e da questa sono inviate alla depurazione, fuori dai limiti di impianto Masol.

#### Guardia idraulica D 402

Alla guardia idraulica arrivano gli sfiati di sicurezza dalle varie apparecchiature dell'impianto.

La guardia idraulica è costituita da un serbatoio di capacità geometrica di circa 40 mc mantenuto ad un livello di riempimento di circa 30 m<sup>3</sup> per troppo pieno e grazie ad un'alimentazione continua di acqua.

Il serbatoio è dotato di sistema di riscaldamento a vapore controllato tramite TAL 401 e tarato su temperature tali da evitare la formazione di ghiaccio nei periodi freddi. In caso di allarme l'operatore manualmente invia vapore per il preriscaldamento. Per assicurare l'efficienza della trappola rappresentata dalla guardia idraulica verso i vapori di metanolo estremamente solubili in acqua, e per garantire un'adeguata contropressione, l'immissione di detti vapori in guardia avviene sotto battente di circa 4 m. Il battente, oltre a garantire la sovrappressione richiesta, permette un ottimale gorgogliamento dello sfiato nella trappola. Gli sfiati funzionali del serbatoio D 402 sono inviati alla colonna di abbattimento C 401 per l'ulteriore depurazione degli scarichi gassosi prima dell'immissione in atmosfera.

Le acque di scarico in uscita dalla guardia idraulica sono trasferite nella vasca di raccolta acque di processo (A 401) e da questa inviate alla depurazione, fuori dai limiti di impianto Masol.



*I) Stoccaggio intermedio prodotti*

Per il prodotto principale (metilestere) in uscita dall'impianto (separatore D 305 e serbatoio annesso D 303), prima dell'invio allo stoccaggio definitivo, viene effettuato uno stoccaggio intermedio in tre serbatoi da 270 m<sup>3</sup>/cad. I tre serbatoi D 120/B/C sono indipendenti l'uno dall'altro e ognuno di essi ha una capacità tale da contenere la produzione di una intera giornata lavorativa. Il prodotto contenuto nei serbatoi D 120 può essere riciclato alla lavorazione per correggere eventuali parametri "non a specifica". Prima di scaricare il prodotto contenuto nei serbatoi D 120 ai serbatoi di stoccaggio finale verrà pertanto effettuata una analisi di verifica dei parametri e quindi deciso lo stoccaggio definitivo. In condizioni di normale produzione un serbatoio è in fase di riempimento, un altro in fase di svuotamento e l'ultimo è utilizzato come polmone di riserva.

Dai serbatoi D120/B/C il prodotto finito è inviato ai serbatoi di stoccaggio finale.

I due serbatoi, pur avendo la predisposizione per la polmonazione con azoto, hanno valvole di respiro atmosferiche.

*J) Stoccaggio prodotti finiti e spedizione*

Lo stoccaggio prodotti finiti è costituito dai serbatoi glicerina e metilestere.

*K) Stoccaggio finale metilestere*

Dai serbatoi intermedi D 120/B/C il metilestere passa allo stoccaggio nei due serbatoi D 110A/C di capacità pari 1000 m<sup>3</sup> l'uno e 1500 m<sup>3</sup> l'altro. I due serbatoi sono costruiti in maniera del tutto analoga ai serbatoi D 120. Il prodotto viene scaricato da una certa quota, mentre il serbatoio, tramite altra presa, risulta drenabile completamente.

I due serbatoi, pur avendo la predisposizione per la polmonazione con azoto, hanno valvole di respiro atmosferiche.

Il prodotto è inviato alla spedizione su autocisterne. Il carico viene effettuato mediante due bracci mobili con possibilità di carico prodotto all'una o all'altra delle due rampe presenti. A tale proposito sono installate due pompe di spinta funzionanti in parallelo, in modo da rendere indipendenti le due linee di carico. Il carico è effettuato tramite preselettore per l'impostazione della quantità e totalizzatore. È inoltre presente una sonda con blocco automatico di massimo che viene inserita nella cisterna.

*L) Stoccaggio glicerina*

Dal serbatoio D 304 annesso al separatore D 305 la glicerina viene inviata allo stoccaggio nel serbatoio D 111D di capacità 270 m<sup>3</sup>. Il serbatoio, atmosferico, è riscaldato internamente a 40-50°C in controllo automatico di temperatura, con vapore alla temperatura massima di 140 °C.

La spedizione su autocisterna, su rampa unica, è effettuata in maniera del tutto simile a quella del metilestere.



#### 4.3.2. LINEA B

L'attività dell'impianto può essere schematizzata attraverso una serie di fasi ed operazioni principali che possono così riassumersi:

- A) Essiccamento olio vegetale;
- B) Reazione di esterificazione (comune alle due linee);
- C) Reazione di transesterificazione e 1ª separazione metilestere-glicerina;
- D) 2ª e 3ª separazione metilestere-glicerina;
- E) Distillazione metanolo ed essiccamento finale del Metilestere;
- F) Lavorazione glicerina;
- G) Rettifica metanolo;
- H) Preparazione acido citrico;
- I) Lavaggio sfiati di processo e di emergenza;
- J) Stoccaggio intermedio, chiarificazione metilestere, stoccaggio finale e spedizione prodotti;

Di seguito viene descritto in maniera dettagliata il funzionamento della linea produttiva.

##### A) Essiccamento olio vegetale

La fase di essiccamento, alla quale viene sottoposto l'olio vegetale, ha lo scopo di mantenere costante il tenore di umidità dell'olio da inviare alle successive fase di reazione; si tratta, in sostanza, di un'operazione di disidratazione dell'olio ottenuta per ebollizione della fase acquosa.

##### *Essiccamento Olio vegetale*

La sezione comprende le seguenti apparecchiature:

E 1307	scambiatore per il recupero di calore
E 1802	scambiatore per il riscaldamento dell'olio
C 1801	essiccatore dell'olio
E 1801	condensatore d'acqua
G 1851	pompa per lo scarico essiccatore
G 1853	pompa per vuoto

L'olio vegetale da disidratare è alimentato dal serbatoio di stoccaggio D 101 e/o D 1101 alla sezione di essiccamento per mezzo della pompa G 1101/S, con portata regolata tramite il sistema di controllo FIC 1800.1. Sull'aspirazione della stessa viene dosato l'olio esterificato proveniente dai serbatoi D 111B/C.

Dopo un preriscaldamento iniziale nel recuperatore di calore E 1307, alimentato con il metilestere caldo in uscita dal flash D 1301, l'olio viene inviato allo scambiatore di calore E 1802, alimentato con vapore a bassa pressione, e da qui, attraverso ugelli nebulizzanti, nella colonna C 1801, mantenuta sotto vuoto dalla pompa ad anello liquido G 1853; il livello di olio in colonna è mantenuto dal regolatore di livello LIC 1800.1. I vapori acquosi che si liberano dall'olio vengono condensati, insieme con quelli provenienti dalla sezione di essiccamento UFO, nel condensatore E 1801, mantenuto anch'esso sottovuoto dalla pompa G 1853.



Il grado di vuoto dell'essiccatore C 1801 e del condensatore E 1801 è garantito anche dal collegamento con la pompa ad anello liquido G 1306/S e G802.

L'olio disidratato, scaricato dalla colonna C 1801 mediante la pompa centrifuga G 1851, viene inviato nello scambiatore E 1301/A, dove cede parte del suo calore, e di seguito al primo reattore di transesterificazione R 1201/A, con portata regolata dal LIC 1800.1 che controlla il livello dell'essiccatore C 1801.

Le caratteristiche del processo con riferimento alle apparecchiature principali sono riportate di seguito:

portata di alimentazione olio a C 1801	10000	Kg/h
temperatura in C 1801	100	°C
pressione residua in C 1801	50	Mbar

Le acque in uscita dal condensatore, previo passaggio da vasca a trappola per l'eliminazione di eventuali trascinamenti di olio, vengono inviate alla vasca di raccolta acque di impianto.

#### B) Reazione di esterificazione

La fase di esterificazione, alla quale vengono sottoposti gli oli ad alta acidità, ha lo scopo di ridurne l'acidità in eccesso (pari a circa il 40% e dovuta alla presenza di acido oleico libero) che potrebbe essere causa del verificarsi di reazioni parassite nelle fasi successive ([acidità massima consentita per la reazione di transesterificazione]=0,1%).

Tale processo viene realizzato nella sezione di esterificazione, comune alle due linee produttive descritta di seguito nel presente documento.

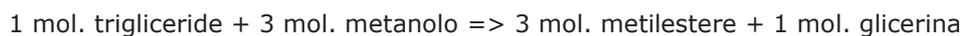
#### C) Reazione di transesterificazione e 1ª separazione metilestere-glicerina;

Alla sezione di transesterificazione sono inviati:

- olio vegetale, proveniente dall'essiccatore C 1801 mediante la pompa G 1851;
- metanolo, proveniente dal serbatoio di dosaggio D 1302 mediante la pompa G 1303/S
- parte della fase pesante in uscita dal II step di separazione metilestere/glicerina (D 1307) tramite la pompa G 1308;
- metilato sodico dal serbatoio di impianto D 1201 mediante le pompe dosatrici G 1204.

Tali le sostanze vengono alimentate in continuo al primo reattore R 1201/A nel quale ha luogo la reazione di transesterificazione che, attraverso una serie di stadi successivi (reazioni a catena), porta alla conversione del trigliceride (olio vegetale) in metilestere (biodiesel) e glicerina.

La reazione, catalizzata dal metilato sodico, avviene in pratica senza sviluppo di calore e può essere così schematizzata:



Nel reattore R 1201/A, in cui la miscela viene riciclata mediante la pompa G 1201 e mantenuta in temperatura tramite scambio termico con vapore a bassa pressione, viene separata in continuo la *fase pesante*, ricca in glicerina e metanolo con presenza di catalizzatore, dalla *fase leggera* ricca in metilestere.



La *fase pesante* viene inviata alla sezione di lavorazione della glicerina tramite la pompa G 1205, mentre la *fase leggera* viene inviata al secondo reattore di transesterificazione R 1201/B con aggiunta di metanolo e metilato.

Anche all'interno del secondo reattore la *fase pesante*, in grado di poter essere riciclata nel primo reattore R 1201/A e che può essere inviata alla 2<sup>a</sup> separazione metilestere/glicerina, viene separata dalla *fase leggera* ricca in metilestere che viene invece alimentata al terzo reattore R 1201/C e da qui, mediante la pompa G 1203, inviata alla 2<sup>a</sup> separazione metilestere/glicerina.

L'intero processo, realizzato in continuo, è completamente automatizzato e comandato da quadro. L'operatore assume, pertanto, la sola funzione di "controllore" del corretto andamento delle varie fasi, pur potendo intervenire manualmente da quadro in ogni momento. Sia i reattori di transesterificazione (R 1201A/B/C) che il serbatoio di impianto del metilato sodico (D 1201) sono polmonati con azoto a pressione gasometrica.

Gli sfiati funzionali di tali apparecchiature, contenenti vapori di metanolo, sono inviati alla sezione di lavaggio.

#### D) 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> separazione metilestere-glicerina

Come anticipato in precedenza, il prodotto della reazione in uscita dal reattore R 1201/C viene inviato alla fase di separazione metilestere/glicerina.

Il prodotto di reazione in uscita dal reattore R 1201/C, previo riscaldamento con vapore nello scambiatore E 1305, viene alimentato mediante la pompa G 1203 al serbatoio D 1303, che lavora sotto vuoto, in cui avviene una prima demetanolizzazione del prodotto.

Da qui il prodotto viene inviato al separatore D 1307 dal quale escono:

- dall'alto metilestere che, addizionato con la soluzione acquosa di acido citrico proveniente dal serbatoio agitato D 1601, viene inviato tramite la pompa G 1309 alla 3<sup>a</sup> separazione metilestere/glicerina dove, mediante passaggio nelle centrifughe P 1301/302, viene ulteriormente separato dalla glicerina. Quest'ultima è quindi inviata alla sezione di lavorazione glicerina, mentre il metilestere al flash D 1301;
- dal basso glicerina che mediante la pompa G 1308, a cui arriva, inoltre, la fase pesante in uscita dal reattore R 1201/B, viene in parte riciclata al reattore R 1201/A ed in parte inviata alla sezione di lavorazione glicerina.

#### E) Distillazione metanolo ed essiccamento finale Metilestere

Come già anticipato al punto precedente, il metilestere in uscita dalle centrifughe viene inviato al flash D 1301, operante sotto vuoto (pressione residua circa 100 mmHg) per consentire la distillazione del metanolo a temperature tali da non danneggiare il prodotto (circa 100°C in coda).

Dalla corrente, preriscaldata nello scambiatore E 1301/A alimentato con la corrente di olio essiccato destinato alla sezione di reazione, e portata alla temperatura necessaria nello scambiatore a vapore E 1301/B, all'ingresso nell'evaporatore si libera metanolo per flash per poi continuare ad evaporare fino a raggiungere la concentrazione richiesta nel prodotto di coda (metanolo inferiore a 0,2% in peso).



La concentrazione di metanolo nel prodotto in uscita è mantenuta al valore desiderato tramite controllo di temperatura TIC 1300.5, e correlazione diretta temperatura-pressione, che agisce sulla portata del vapore di riscaldamento inviato allo scambiatore E 1301/B. Dall'evaporatore escono due flussi:

- dalla testa: metanolo vapore che viene condensato nello scambiatore E 1302 (raffreddato con glicole) e quindi scaricato mediante canna barometrica nel serbatoio D 1551 di alimentazione alla sezione di rettifica.
- dalla coda: metilestere che viene dapprima raffreddato negli scambiatori E 1321, ad opera della corrente di metilestere destinata alla centrifugazione, ed E 1307, ad opera dell'olio vegetale destinato alla sezione di essiccazione, e quindi inviato ai serbatoi di stoccaggio intermedi.

Per eventuali anomalie il sistema è dotato di scarico di emergenza che invia lo sfiato in guardia idraulica con battente di 4 m di colonna d'acqua.

Dopo il passaggio nel D1301, tramite la pompa G1302, il Metilestere viene inviato alla sezione di essiccazione finale al fine di garantire i parametri Metanolo e Umidità a specifica. Questa sezione consiste in uno scambiatore E2801 a vapore e una colonna di Flash C2801, mantenuta a pressione  $P < 0,2$  atm dalle pompe a vuoto G1306 e G802. Dopo il flash il metilestere viene raffreddato tramite gli scambiatori E1309 A/B e E2001 e quindi inviato ai serbatoi di stoccaggio intermedi D1120 A/B.

#### F) Lavorazione e raffinazione glicerina.

La glicerina proveniente dal reattore di transesterificazione R 1201/A e quella proveniente dal fondo del serbatoio D 1307, contenente metanolo ed acqua in soluzione, viene inviata al serbatoio D 1530 operante sotto vuoto per effettuare una prima demetanolizzazione.

I vapori di metanolo liberatisi vengono mandati, dopo raffreddamento e condensazione negli scambiatori E 1531 ed E 1503, alla sezione di rettifica.

La glicerina in uscita dal serbatoio D 1530, invece, viene inviata, unitamente alla fase acquosa proveniente dal serbatoio di raccolta D 1600 a valle dell'uscita della fase pesante dalle centrifughe, al reattore R 1531, dove viene fatta reagire con acido cloridrico al 33%. Scopo della reazione è quello di neutralizzare il catalizzatore ancora presente (metilato sodico) e rompere i saponi formati durante la reazione di transesterificazione, portando così all'ottenimento di sali ed acidi grassi in un ambiente di reazione a  $\text{pH} = 3$ .

La glicerina in uscita da tale reattore viene quindi inviata al separatore D 1532, da cui escono:

- dall'alto oleine, che tramite la pompa G 1534 vengono inviate ai serbatoi D801 o D120A;
- dal basso glicerina, che viene alimentata tramite la pompa G 1532 al reattore R 1532, nel quale l'aggiunta di soda al 50% innalza ulteriormente il pH, fino ad un valore di circa 7, consentendo così di ottenere quell'ambiente necessario per avere un prodotto (glicerina) di migliore qualità.

I reattori R 1531 ed R 1532 ed il separatore D 1532 risultano polmonati con azoto a pressione gasometrica (100 - 200 mmH<sub>2</sub>O). Gli scarichi funzionali dei vapori di azoto contenenti metanolo in funzione della temperatura vengono inviati alla sezione di lavaggio sfiati.

La glicerina in uscita dal reattore R 1532 viene inviata tramite la pompa G 1533 alla successiva fase di raffinazione. Scopo dell'operazione è quello di spingere il recupero del metanolo e migliorare le caratteristiche del prodotto finito (glicerina). Il metanolo, strappato dalla glicerina insieme alla fase acquosa, viene quindi distillato e reinserito in ciclo.



La sezione comprende le seguenti apparecchiature:

C 1501/A	1ª colonna di strippaggio
C 1501/B	2ª colonna di strippaggio
D 1501	serbatoio polmone
E 1501 – E 1502	riscaldatori della glicerina
E 1503 – E 1504– E 1506	condensatori della miscela acqua/metanolo
G 1501	pompa alimentazione glicerina all'unità 1500
G 1504	pompa alimentazione 1a colonna di strippaggio
G 1503	pompa invio glicerina agli stoccaggi finali
G 1306 G802	pompe ad anello liquido

La glicerina, in uscita dal reattore R 1532 ed alimentata alla sezione di distillazione metanolo mediante la pompa G 1533, viene inviata nel serbatoio polmone D 1501.

Da qui viene alimentata, previo preriscaldamento nel recuperatore di calore E 1502, ad opera della glicerina raffinata destinata agli stoccaggi finali, e nello scambiatore di calore E 1501 mediante vapore a bassa pressione, alla colonna C 1501/A operante sotto vuoto (130 mmHg assoluti), dove ha luogo la distillazione del metanolo.

La fase liquida in uscita dal fondo della colonna viene quindi riscaldata nello scambiatore E 1505 ed alimentata, con portata regolata dal LIC 1500.2, alla colonna C 1501/B, anch'essa operante sotto vuoto. Il prodotto concentrato (glicerina) in uscita dal fondo della colonna, dove raggiunge una temperatura di circa 110°C, viene inviato agli stoccaggi finali mediante la pompa G 1503 dopo avere ceduto parte del suo calore nello scambiatore E 1502.

La fase vapore in uscita dalla testa delle due colonne viene condensata negli scambiatori E 1504, E 1503 ed E 1506 e quindi inviata alla sezione di rettifica del metanolo. Gli incondensabili vengono inviati alla sezione di lavaggio sfiati mediante la pompa a vuoto G 1306 e G802.

#### G) Rettifica metanolo.

Il serbatoio D 1551 raccoglie le condense di metanolo, contenenti acqua, dalle varie sezioni dell'impianto. Esso risulta polmonato con azoto a pressione gasometrica (100 - 200 mmH<sub>2</sub>O). Lo scarico funzionale dei vapori di azoto contenenti metanolo viene inviato alla sezione di lavaggio sfiati. Il metanolo, in questa sezione, viene separato dall'acqua attraverso il passaggio nella torre di rettifica C 1552.

Dal serbatoio D 1551 il metanolo è alimentato tramite la pompa G 1551, previo riscaldamento nello scambiatore E 1551, ad opera delle acque di fondo colonna C 1552 destinate alla sezione di preparazione acido citrico, e nello scambiatore E 1554, mediante vapore a bassa pressione, alla colonna di rettifica C 1552, da cui escono:

- dalla testa metanolo, il quale viene condensato negli scambiatori E 1553 ed E 1553/S e quindi inviato al serbatoio di impianto D 1552. Parte di tali condense va a costituire il riflusso della colonna C 1552, mediante la spinta della pompa G 1552, mentre il resto viene stoccato nel serbatoio di raccolta metanolo rettificato D 1553 oppure ricircolato al serbatoio polmone D 1551.



- dal fondo acqua, che viene inviata tramite la pompa G 1554, dopo aver ceduto parte del proprio calore nel recuperatore E 1551, alla sezione di preparazione acido citrico e/o al flusso di lavaggio in centrifuga.

Il calore necessario a tale separazione viene fornito nello scambiatore E 1552, a servizio della colonna di rettifica, ad opera di vapore a bassa pressione.

Anche il serbatoio D 1553 risulta polmonato con azoto a pressione gasometrica (100 – 200 mmH<sub>2</sub>O). Lo scarico funzionale dei vapori di azoto contenenti metanolo viene inviato alla sezione di lavaggio sfiati.

Per eventuali anomalie il sistema è, inoltre, dotato di scarico di emergenza (PSV 1550.1) che invia lo sfiato in guardia idraulica (D 1402) con battente di 4 m di colonna d'acqua.

#### H) Preparazione acido citrico

In questa fase viene preparata la soluzione acquosa di acido citrico impiegata nella sezione di separazione metilestere-glicerina.

A tale scopo, come descritto in precedenza, possono essere impiegate le acque di fondo colonna provenienti dalla sezione di rettifica del metanolo ed eventualmente integrate dalle varie condense derivanti dalla rete di impianto, così poi vengono alimentate al serbatoio agitato D 1601, in cui viene caricato manualmente l'acido citrico.

La soluzione così preparata viene quindi inviata, mediante la pompa dosatrice G 1602, alla sezione di separazione metilestere-glicerina.

#### I) Lavaggio sfiati di processo e di emergenza

La sezione di abbattimento sfiati è costituita dagli scambiatori E 1304a/E1304b, dalle colonne C 1401 e C 1401bis, dalla guardia idraulica D 1402 e dal serbatoio polmone D 401.

#### Scambiatori E 1304a/E1304b

Agli scambiatori E 1304a/E1304b arrivano direttamente gli sfiati di processo, contenenti metanolo, dalle varie sezioni dell'impianto.

Gli scambiatori E 1304a/E1304b sono raffreddati con fluido refrigerante (salamoia). Il condensato viene inviato al serbatoio di raccolta condense D 1551 a servizio della sezione di rettifica metanolo oppure direttamente al serbatoio di dosaggio metanolo D 1553. Sulla linea dei vapori in uscita dallo scambiatore è presente un indicatore di temperatura con allarme di alto e segnale riportato in sala quadro.

#### Colonne C 1401 e C 1401bis

Alla colonna di abbattimento C 1401 bis sono alimentati direttamente gli sfiati provenienti dallo scambiatore a fluido frigorifero E 1304. Il fluido assorbente per il trattamento è costituito da acqua successivamente inviata o al serbatoio D1552 (alimentazione della colonna di rettifica) oppure alla vasca A401.

Nella successiva colonna C 1401 è inviato, oltre alla corrente gassosa in uscita dalla C 1401bis, lo scarico di emergenza dalla guardia idraulica D 1402.



Il flusso assorbente della colonna C 1401 è costituito da acqua alimentata, con portata costante e controllata (FIC 401), con allarme di minimo e intervento automatico con apertura della valvola di fondo del serbatoio D 401 per mancanza acqua o calo pressione sulla linea acqua refrigerante. Tale accorgimento consente di avere sempre acqua in colonna per l'abbattimento dei vapori anche in caso mancanza acqua di rete.

L'utilizzo di un doppio stadio di lavaggio permette di ottenere una minore concentrazione di metanolo nel reflu liquido inviato alla vasca di trattamento.

Le colonne sono dimensionate per sopportare situazioni di emergenza. Le caratteristiche costruttive sono le seguenti: riempimento ad anelli pall da 1" in polipropilene, altezza colonna pari a 3,8 metri con 3 metri di altezza riempimento, grado di riempimento di 0,4 m<sup>3</sup>/hm, hold up di 0,123 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>, diametro interno di 400 mm. Sul fondo della colonna viene mantenuto un battente mediante scarico tramite sifone e rompisisifone.

Le acque di scarico dalla colonna C 1401 vanno nella vasca di raccolta delle acque di processo (A 401) e da questa sono inviate alla depurazione, fuori dai limiti di impianto Masol.

La corrente gassosa, depurata dai vapori di metanolo, in uscita dalla colonna C 1401 è immessa in atmosfera.

#### Guardia idraulica D 1402

Alla guardia idraulica arrivano gli sfiati di sicurezza dalle varie apparecchiature dell'impianto.

La guardia idraulica è costituita da un serbatoio di capacità geometrica di circa 40 m<sup>3</sup> mantenuto ad un livello di riempimento di circa 30 m<sup>3</sup> per troppo pieno e grazie ad un'alimentazione continua di acqua.

Il serbatoio è dotato di sistema di riscaldamento a vapore controllato tramite TAL 402 e tarato su temperature tali da evitare la formazione di ghiaccio nei periodi freddi. In caso di allarme l'operatore manualmente invia vapore per il preriscaldamento.

Per assicurare l'efficienza della trappola rappresentata dalla guardia idraulica verso i vapori di metanolo estremamente solubili in acqua, e per garantire un'adeguata contropressione, l'immissione di detti vapori in guardia avviene sotto battente di circa 4 m. Il battente, oltre a garantire la sovrappressione richiesta, permette un ottimale gorgogliamento dello sfiato nella trappola.

Gli sfiati funzionali del serbatoio D 1402 sono inviati alla colonna di abbattimento C 1401 per l'ulteriore depurazione degli scarichi gassosi prima dell'immissione in atmosfera.

Le acque di scarico in uscita dalla guardia idraulica sono trasferite nella vasca di raccolta acque di processo (A 401) e da questa inviate alla depurazione, fuori dai limiti di impianto Masol.

#### J) Stoccaggio intermedio, chiarificazione metilestere, stoccaggio finale e spedizione prodotti

##### Stoccaggio intermedio metilestere

Per il prodotto principale (metilestere) in uscita, prima dell'invio allo stoccaggio definitivo, viene effettuato uno stoccaggio intermedio in due serbatoi D 1120A/B di capacità pari a 210 m<sup>3</sup> cadauno.

Il prodotto contenuto in tali serbatoi può essere riciclato alla lavorazione per correggere eventuali parametri "non a specifica". Prima di scaricare il prodotto contenuto nei serbatoi D 1120A/B ai serbatoi



di stoccaggio finale verrà pertanto effettuata una analisi di verifica dei parametri e quindi deciso lo stoccaggio definitivo.

I due serbatoi, pur avendo la predisposizione per la polmonazione con azoto, hanno valvole di respiro atmosferiche.

Per condizioni di anomalia i serbatoi sono dotati di guardia idraulica (D 1112A/B) contenente olio con battente di 300 mm di colonna d'acqua oltre il quale scarica, attraverso la guardia, in posizione di sicurezza (*safe location*).

#### Chiarificazione metilestere

Il processo di chiarificazione del metilestere è nato dalla necessità di abbattere i "contaminanti" provenienti dagli oli (in modo evidente dall'olio di palma per la presenza di Stereol Glucosidi) nel rispetto delle sempre più restrittive specifiche (attualmente il limite massimo è di 24 ppm).

Il processo consiste in un ulteriore passaggio in centrifuga del Metilestere proveniente dai serbatoi di stoccaggio intermedi con aggiunta di acqua; successivamente il prodotto viene passato attraverso un dryer per la completa disidratazione e quindi raffreddato fino a 40°C, poi filtrato e così inviato ai serbatoi di stoccaggio finale.

#### Stoccaggio finale metilestere

Come descritto in precedenza, dai serbatoi intermedi D 1120A/B il metilestere viene inviato alla sezione di chiarificazione e quindi allo stoccaggio nei due serbatoi D 1110/A e D 1110/B, di capacità pari 1040 m<sup>3</sup> cadauno.

I due serbatoi sono costruiti in maniera del tutto analoga ai serbatoi D 1120. Il prodotto viene scaricato da una certa quota, mentre il serbatoio, tramite altra presa, risulta drenabile completamente.

I due serbatoi, pur avendo la predisposizione per la polmonazione con azoto, hanno valvole di respiro atmosferiche.

Per condizioni di anomalia i serbatoi sono dotati di guardia idraulica (D 1112C/D) contenente olio con battente di 300 mm di colonna d'acqua oltre il quale scarica, attraverso la guardia, in posizione di sicurezza (*safe location*).

Il prodotto è inviato alla spedizione su autocisterne. Il carico viene effettuato mediante tre bracci mobili con possibilità di carico prodotto all'una o all'altra delle due rampe presenti. A tale proposito sono installate due pompe di spinta funzionanti in parallelo, in modo da rendere indipendenti le due linee di carico.

Il carico è effettuato tramite preselettore per l'impostazione della quantità e totalizzatore.

È inoltre presente una sonda con blocco automatico di massimo che viene inserita nella cisterna.

#### Stoccaggio glicerina

La glicerina in uscita dall'impianto viene inviata allo stoccaggio nei serbatoi D 1111/A e D 1111/B aventi capacità pari a 260 m<sup>3</sup> cadauno. I serbatoi, atmosferici, sono riscaldati internamente a 45-55°C in controllo automatico di temperatura, con vapore alla temperatura massima di 140°C.

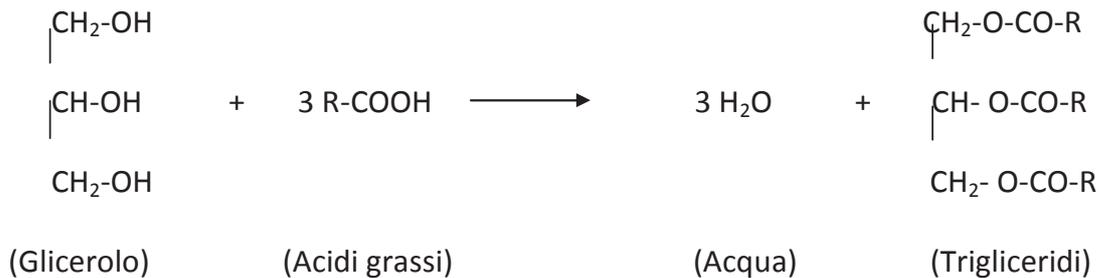


La spedizione su autocisterna, su rampa unica, è effettuata in maniera del tutto simile a quella del metilestere.

#### 4.4. SEZIONE DI ESTERIFICAZIONE

##### 4.4.1. Unità 170: Esterificazione con glicerolo

La reazione di esterificazione si compie in discontinuo, tramite l'utilizzo di due reattori (170R1A / 170R1B) è rappresentata come segue:



La materia prima in uscita dallo stoccaggio viene preriscaldata in 170E4 e 170E6 (tramite olio diatermico e mantenendo la temperatura sotto controllo) e, quindi, inviato al 170R1A e 170R1B per la reazione. Anche la glicerina, sotto controllo di portata, viene inviata al reattore. Per ottimizzare e accrescere il rendimento del processo, si aggiunge al reattore un catalizzatore alcalino.

Se l'impianto marcia con oleine, è prevista una fase di evaporazione del metanolo dopo il riempimento del reattore e prima dell'aggiunta del glicerolo nel reattore stesso. In testa ad ogni reattore (170E1A/B), vi è un condensatore dove vengono condensati i vapori dei reagenti, mentre il metanolo e l'acqua vengono condensati in un condensatore a superficie (170E2) collegato ad una pompa a vuoto (170PV1).

La diversa composizione e lo stadio di reazione determinano l'invio del condensato in tre differenti serbatoi (170V1, 170V3, 170V4). Dal 170V1 il condensato, ricco di reagenti, ricircola nei reattori, mentre il metanolo umido viene inviato dal 170V3 all'unità 160 tramite la pompa 170P3.

L'acqua, in seguito alla reazione, viene stoccata nel 170V4 e inviata all'unità di trattamento acque reflue, tramite la pompa 170P4. Il prodotto esterificato viene estratto dal fondo del reattore e inviato al serbatoio di raccolta olio 170V2. Il prodotto, viene quindi raffreddato nello scambiatore di calore 170E4 e in seguito nel 170E5.

I reattori vengono riscaldati tramite olio diatermico al fine di consentire, dalla miscela della reazione, l'evaporazione acqua/metanolo ed accrescere il rendimento del processo.

##### 4.4.2. Sezione purificazione glicerina

La glicerina grezza proveniente dallo stoccaggio viene inviata all'evaporatore C-1 dopo essere stata preriscaldata nel primo economizzatore EP-2, nel quale recupera energia grazie alla glicerina grezza concentrata proveniente dal fondo del C-1 e nel secondo economizzatore EP-1, nel quale recupera energia grazie alla glicerina proveniente dalla testa dell'evaporatore C-1.

All'interno dell'evaporatore, parte della glicerina e l'acqua presente nella materia prima evaporano tramite il ribollitore esterno E-3 e la pompa P-2.



La glicerina grezza concentrata viene scaricata in continuo dal fondo dell'evaporatore per mezzo della pompa P-1, mentre la glicerina evaporata viene condensata nell' E-4, rettificata nell'evaporatore e infine scaricata in continuo per mezzo della pompa P-3.

L'acqua evaporata in C-1 viene aspirata dal gruppo vuoto, composto da un booster J-1, un condensatore a superficie E-5 e una pompa a vuoto ad anello liquido PV-1.

L'acqua condensata in E-5 viene raccolta nel serbatoio V-1 e quindi viene inviata, tramite la pompa P-4 al miscelatore MX1 al fine di diluire la glicerina grezza concentrata proveniente dal fondo dell'evaporatore C-1.

L'acqua in eccesso, se richiesto, viene inviata al sistema di acque reflue.

#### 4.5. NUOVA LINEA PRODUTTIVA: STATO DI PROGETTO

Come detto in precedenza gli interventi che l'Azienda ha in progetto prevedono la dismissione dell'attuale Linea A. La caldaia a servizio di tale linea sarà quindi utilizzata come caldaia di backup.

Le modifiche in progetto, inoltre, prevedono la realizzazione di una nuova linea di produzione di biodiesel, l'introduzione di una nuova caldaia a servizio della nuova linea, l'installazione di un ulteriore torre di raffreddamento con caratteristiche analoghe a quella già presente in stabilimento, l'introduzione di un gruppo frigorifero (Chiller) simile a quelli già presenti in stabilimento e l'installazione di un FLARE System.

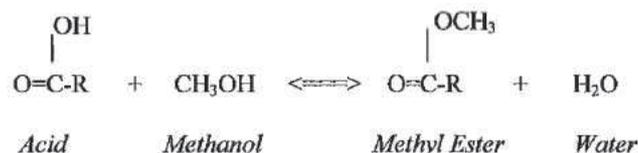
Il processo, sul quale si basa la nuova linea, utilizzerà come materie prime acidi grassi e metanolo e si avrà la produzione di metilestere come prodotto principale di reazione. A differenza delle due linee di produzioni esistenti non si produrrà glicerina come sottoprodotto.

Si procede nel seguito a descrivere la nuova linea che verrà installata.

##### 4.5.1. Descrizione generale

###### Chimismo del processo

Il processo si basa sulla reazione di esterificazione tra i gruppi funzionali acidi degli oli vegetali (acidi grassi) e l'alcool metilico. La reazione di equilibrio avviene tra i 115 e i 125°C all'interno di una colonna a piatti sui quali è presente un catalizzatore a base di resine.



###### Esterificazione

Come accennato in precedenza, la reazione di esterificazione avviene all'interno di due colonne di reazione (Esterification Reaction Column R101/R102) e trasforma gli acidi grassi nei corrispondenti metilesteri. La reazione avviene in presenza di un catalizzatore, costituito da una resina acida, collocato negli ultimi 18 piatti della colonna.



Gli acidi grassi provenienti dallo stoccaggio subiscono un preriscaldamento per mezzo di vapore a media pressione, al fine di raggiungere la temperatura ottimale prima di essere immessi in colonna (piatto n°18).

Il metanolo liquido viene alimentato in ingresso al reboiler di fondo colonna (Reaction Column Reboiler E101/E201) all'interno del quale si riscalda mediante l'impiego di vapore a media pressione come fluido di scambio.

Inoltre, in testa alla colonna di esterificazione, si alimenta una corrente di metanolo e acidi al fine di minimizzare il trascinamento di esteri ed acidi grassi nella successiva colonna di distillazione acqua/metanolo (Methanol Column C311).

La colonna di esterificazione è costituita da una serie di piatti di reazione dimensionati in modo tale da garantire il tempo di permanenza ottimale per lo svolgimento della reazione di esterificazione. I reagenti e il catalizzatore vengono posti in agitazione grazie alla risalita dei vapori di metanolo attraverso un sistema di distribuzione dimensionato al fine di garantire un buon grado di miscelamento.

La colonna opera come un reattore in controcorrente; il flusso liquido, costituito dagli acidi e dal metilestere, alimentato in testa scende sui piatti sottostanti mentre i vapori di metanolo, risalendo lungo la colonna, estraggono l'acqua, presente come sottoprodotto, spingendo l'equilibrio della reazione in modo da favorire la completa conversione degli acidi grassi in metilestere.

Quest'ultimo, in uscita dal fondo della colonna, viene filtrato prima di essere inviato alla successiva colonna di raffinazione del metilestere. Il flusso vapore costituito da metanolo e acqua, lascia il reattore dall'alto ed è successivamente inviato alla colonna di distillazione metanolo/acqua.

#### Sistema di trattamento del catalizzatore di esterificazione

Il sistema di trattamento del catalizzatore è costituito da:

- serbatoio orizzontale (C321);
- due filtri (F321A/S);
- una tramoggia di blocco (F322);
- due pompe (P321A/S).

Tale sistema consente di rimuovere il catalizzatore da qualsiasi piatto di reazione e di sostituirlo con del catalizzatore fresco mentre la colonna è in funzione.

Il catalizzatore rimosso viene inviato all'apposito filtro, dove la resina viene trattata con metanolo e acqua, per eliminare i composti organici presenti, e scaricata in un serbatoio per lo smaltimento finale.

Il catalizzatore fresco viene caricato, attraverso la tramoggia di blocco, nel filtro dove subisce un lavaggio prima di essere trasferito ai piatti di reazione.

#### Sezione recupero metanolo

La colonna di distillazione per il recupero del metanolo (C311), è una convenzionale colonna a piatti all'interno della quale avviene la separazione acqua/metanolo. L'acqua, in uscita dalla colonna come prodotto di fondo, viene inviata ad un decanter dove viene raffreddata, per mezzo di acqua di raffreddamento. La fase leggera presente, costituita da composti organici, viene rimossa dall'acqua e



riciclata alla colonna di esterificazione. La temperatura di fondo colonna è controllata tramite il flusso di vapore a bassa pressione in uscita dal reboiler.

Il metanolo, estratto come frazione laterale, viene miscelato con metanolo fresco prima di essere pompato e alimentato alla colonna di esterificazione.

Il prodotto di testa viene convogliato ad un condensatore parziale, in controcorrente con acqua di raffreddamento.

Una piccola corrente di incondensabile, costituita principalmente da dimetilestere, viene estratta dalla colonna e usata come combustibile.

### Sezione di raffinazione del metilestere

Il metilestere,  $C_{16}/C_{18}$ , proveniente dalla colonna di esterificazione viene alimentato in testa ad una colonna a riempimento operante circa a pressione atmosferica.

Il calore necessario al processo è garantito tramite l'impegno di vapore a media pressione nel reboiler di fondo colonna.

Il metilestere viene estratto come prodotto di fondo e raffreddato con acqua di torre all'interno di uno scambiatore prima di essere stoccato.

Il prodotto di testa, costituito principalmente da metanolo, viene condensato prima di essere riciclato alla colonna di esterificazione.

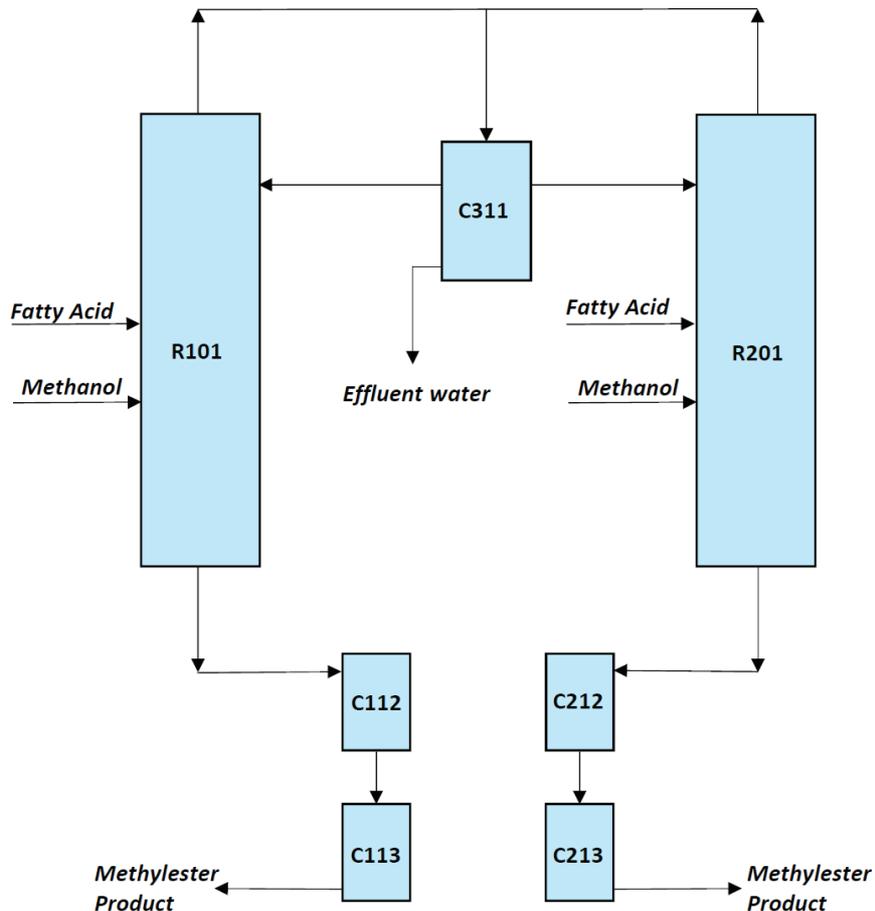


Figura 2 - Schema a blocchi della sezione di esterificazione



#### 4.5.2. Colonna di esterificazione

Gli acidi grassi liquidi, proveniente dal serbatoio di stoccaggio, raggiungono la sezione di esterificazione in pressione per mezzo di una tubazione tracciata con vapore. Prima di essere alimentata alla colonna, la corrente di acidi grassi viene divisa in due parti; la quota maggiore viene riscaldata al fine di mantenere una temperatura compresa tra i 115 e i 125°C all'interno della colonna. La quota minore è alimentata al piatto di testa, previo miscelamento con il flusso di metanolo proveniente dalla sezione di recupero, al fine di lavare i vapori di metilestere in testa alla colonna.

Le due colonne di esterificazione, costruite in acciaio inox, sono costituite da 18 stadi di distillazione reattiva e 8 piatti di distillazione collocati al di sopra dei piatti di reazione.

Ciascun piatto di reazione contiene una resina catalitica all'interno del battente liquido, il quale viene agitato grazie alla risalita dei vapori di metanolo attraverso un sistema di distribuzione dimensionato al fine di garantire un buon grado di miscelamento.

I vapori di metanolo prendono parte alla reazione di esterificazione e, inoltre, portano via l'acqua formata come sottoprodotto dagli stadi di reazione. Sui piatti si ha l'hold-up necessario affinché la reazione possa procedere; il liquido scende attraverso la colonna passando da un piatto a quello sottostante attraverso un tubo schermato il quale trattiene il catalizzatore in ogni stadio di reazione. In ogni linea per il passaggio del liquido, è presente una valvola a sfera al fine di poter bypassare un determinato piatto durante le operazioni di rimozione e caricamento del catalizzatore.

Per facilitare tali operazioni, è inoltre presente una valvola che connette ogni piatto al sistema di trasferimento del catalizzatore.

Parte del prodotto di fondo colonna, unito al metanolo in arrivo dalla sezione di recupero, viene vaporizzato all'interno del reboiler e reimesso in colonna.

La restante parte, costituita principalmente da metilestere e metanolo, subisce un trattamento di filtrazione al fine di rimuovere ogni eventuale traccia di resina trascinata.

#### 4.5.3. Prima colonna di raffinazione del metilestere

La prima colonna per la raffinazione del metilestere contiene un unico letto di riempimento in acciaio inox. Il metilestere, proveniente dal fondo della colonna di esterificazione, è alimentato in testa. I vapori di metanolo vengono condensati prima di essere riciclati alle colonne di esterificazione.

Il metilestere viene rimosso come prodotto di fondo e inviato alla seconda colonna di raffinazione, previo riscaldamento. Il calore necessario al reboiler è fornito tramite l'impiego di vapore a media pressione.

#### 4.5.4. Seconda colonna di raffinazione del metilestere

La seconda colonna per la raffinazione del metilestere, costituita da un unico letto di riempimento in acciaio inox, opera sotto vuoto (2-3 mmHg) grazie all'impiego di eiettori a triplo stadio.

Il metilestere, proveniente dalla prima colonna, viene alimentato in testa, mentre dal fondo colonna si ottiene il metilestere raffinato il quale viene raffreddato e filtrato prima dello stoccaggio finale.



#### 4.5.5. Sistema di trattamento del catalizzatore

In questa sezione sono presenti le apparecchiature necessarie per l'aggiunta e la rimozione della resina catalitica all'interno della colonna di esterificazione. Il catalizzatore può essere aggiunto e rimosso da ogni singolo piatto in qualsiasi momento.

Durante le normali operazioni il catalizzatore viene rimosso dal processo e inviato agli appositi filtri.

Il liquido proveniente dai piatti di reazione passa attraverso i due filtri e lungo la linea di lavaggio della resina per convogliare infine nel serbatoio dedicato dotato di un sistema di riscaldamento interno. Il catalizzatore esausto, invece, viene lavato con metanolo ed acqua e infine scaricato in un serbatoio.

Il catalizzatore fresco prima di essere caricato nella colonna di esterificazione, viene lavato all'interno del filtro.

#### 4.5.6. Colonna distillazione Metanolo/acqua

La colonna di distillazione adibita alla separazione metanolo/acqua ha al suo interno 60 piatti di distillazione ed è collegata ad un condensatore di testa a fascio tubiero. I vapori provenienti dalle colonne di esterificazione, il vapore, previa condensazione, derivante dalla colonna sottovuoto e il metanolo proveniente dalla sezione di trattamento del catalizzatore costituiscono le alimentazioni della colonna di distillazione. Tale apparecchiatura permette di ottenere metanolo puro estratto come frazione laterale, ricircolato alle colonne di reazione, e acqua come prodotto di fondo. Quest'ultima passa attraverso un decanter al fine di rimuovere gli eventuali acidi grassi presenti, prima di essere convogliata all'impianto di trattamento. Gli acidi grassi così recuperati vengono reimmessi all'interno del processo.

Il reboiler di fondo colonna fornisce il calore necessario mediante l'impiego di vapore a bassa pressione.

Nelle normali condizioni di esercizio si ha una differenza tra la quantità di metanolo prodotta dalla colonna di distillazione metanolo/acqua e l'effettivo bisogno di tale alcol all'interno delle colonne di esterificazione. Per tale motivo è previsto un reintegro di metanolo fresco dal relativo serbatoio di stoccaggio.

#### 4.5.7. Stoccaggio e invio prodotti finiti

Come indicato in precedenza il processo porta all'ottenimento di metilestere come prodotto di reazione.

Ad integrazione del parco esistente verranno allestiti 5 nuovi serbatoi per lo stoccaggio del metilestere in uscita dall'impianto.

In particolare verranno installati:

- n°1 serbatoio da 270 m<sup>3</sup>;
- n°2 serbatoi da 300 m<sup>3</sup>;
- n°2 serbatoi da 1000m<sup>3</sup>.

I serbatoi con minore volumetria verranno utilizzati per lo stoccaggio intermedio necessario per i controlli giornalieri di qualità.



#### **4.6. UTILITIES E SERVIZI**

##### *4.6.1. Centrale termica*

La società MASOL ha in progetto l'introduzione di un nuovo generatore per la produzione di vapore saturo. Tale generatore sarà costituito da un boiler dotato di bruciatore alimentato in parte con il dimetiletere proveniente dalla sezione di recupero metanolo.

Si riportano di seguito le principali caratteristiche tecniche della caldaia:

- N° passaggi tubi: 3;
- Fluido termico: vapore saturo;
- Quantità di vapore prodotto: 25 ton/h;
- Pressione di lavoro: 12 bar;
- Capacità termica: 17.185 kW;
- Temperatura acqua iniziale: 105°C;
- Portata massima di gas naturale alimentato (con DME): 872 Nm<sup>3</sup>/h;
- Portata massima di gas naturale alimentato (senza DME): 1759 Nm<sup>3</sup>/h.

##### *4.6.2. Torre di raffreddamento*

Gli interventi che la Società ha in progetto prevedono l'installazione di una nuova torre di raffreddamento con caratteristiche tecniche analoghe alla torre già presente in stabilimento con potenzialità pari a 6400 kW rese.

##### *4.6.3. Impianto antincendio*

Le nuove attività si inseriscono nel contesto di un impianto esistente, per il quale è già stato progettato ed è operativo un sistema antincendio, e per il quale è in corso di validità un CPI per le stesse attività.

Per alcune attività dovrà essere prevista un impianto antincendio aggiuntivo, per altre si dovrà valutare l'integrazione o l'aggiornamento di parte dell'impianto esistente.

In sintesi, le modifiche sostanziali ai fini della presente relazione antincendio riguardano le seguenti aree di competenza:

- Area 1 - DISMISSIONE LINEA 1
- Area 5 - AGGIUNTA LINEA 3 + SPOSTAMENTO PENSILINE DI CARICO + AGGIUNTA TETTOIE RESINE
- Area 3 - AREA SERBATOI
- Area 4 - IMPIANTO TERMICO

Le attività di progettazione e verifica dei sistemi di protezione antincendio attivi, fissi e portatili, e i sistemi passivi riguarderanno esclusivamente:

- > **L'Area 5**, in virtù della presenza del nuovo impianto di produzione di biodiesel **LINEA 3**
- > **L'Area 3**, in particolare per l'aumento dei quantitativi di sostanze stoccate.

Per le aree 3 e 5, inoltre, sarà effettuata una nuova analisi del carico di incendio e delle distanze di sicurezza in quanto depositi di sostanze infiammabili e combustibili.



Infine, per quanto riguarda **le pensiline di carico**, lo spostamento comporterà esclusivamente un cambiamento di posizione dei dispositivi mobili di protezione già presenti in impianto.

In sintesi si illustrano di seguito gli impianti di protezione previsti.

#### **Area 5. Nuovo impianto di produzione**

L'area ai fini del rischio incendio (D.M. 10/03/1998) è classificabile in area a RISCHIO ELEVATO.

Ai sensi della norma UNI 10779/2007 l'area è definita come livello di pericolosità LIVELLO 3

Gli impianti previsti sono i seguenti:

- > Sistema di acqua a pioggia per l'impianto linea 3 ai livelli più alti.
- > Rete idranti a norma UNI 10779 per "protezione esterna ed interna".
- > Impianto di spegnimento a schiuma ad attivazione manuale del tipo a "bassa espansione" a norma UNI EN 13565-2.
- > Pensiline di carico / scarico : idranti e spostamento altri dispositivi esistenti nella nuova posizione.

#### **Area 3. Serbatoi di stoccaggio**

L'area ai fini del rischio incendio (D.M. 10/03/1998) è classificabile in area a RISCHIO ELEVATO.

Ai sensi della norma UNI 10779/2007 l'area è definita come livello di pericolosità LIVELLO 3

Gli impianti previsti sono i seguenti:

- > Rete idranti a norma UNI 10779 per protezione esterna: sarà utilizzata la rete esistente
- > Impianto di spegnimento a schiuma ad attivazione manuale del tipo a "bassa espansione" a norma UNI EN 13565-2: ne sarà installata una nuova a protezione del bacino di contenimento ampliato dei serbatoi di stoccaggio metilestere

Per maggiori dettagli in merito si rimanda alla relazione specifica di progetto.

#### **4.6.4. Impianto elettrico**

Il progetto di realizzazione della nuova linea di produzione prevede l'esecuzione di alcune modifiche all'impianto elettrico di stabilimento.

In particolare le opere da eseguire sono:

- Modifica quadro MT (ricezione);
- Nuove linee MT (linea 3);
- Nuovo quadro di MT (linea 3);
- Trasformatore MT/bt (linea 3);
- Modifica quadro MT esistente (Trasformatore Linea Bio 1 e Bio 2);
- Quadro di Distribuzione QE-PC003 (linea 3);
- Quadro di Distribuzione QE-MCC003 (linea 3);
- Quadro Servizi QE-SERV003 (linea 3);
- Impianto di Distribuzione Utenze (linea 3);
- Rete di terra ed Equipotenziale (linea 3);



- Impianto Luce Normale e di Emergenza Skid linea 3 Biodiesel;

Per l'alimentazione delle utenze elettriche a servizio del nuovo Skid per la linea 3 Biodiesel, sarà necessario implementare l'impianto esistente nel seguente modo:

- Sostituzione della cella MT esistente;
- Posa di cavo 3 (1x95mmq) RH71HR 12/20kV, fra la cabina di ricezione ed il nuovo quadro MT003;
- Posa di nuova corda di rame nudo fra i quadri MT sopra citati;
- Posa di nuova cella di MT nella cabina Centrale Termica, per possibilità di alimentare la cabina MT003 in caso di necessità;
- Realizzazione di sistema di pulsanti per Sgancio di Emergenza delle cabine;
- Realizzazione di locale tecnico, adeguato per il contenimento delle seguenti apparecchiature:
  - Trasformatore MT/bt da 1600kVA;
  - Quadro di media tensione QE-MT003;
  - Quadro Power Center QE-PC003;
  - Quadro QE-MCC003;
  - Quadro Servizi QE-SERV003;
  - Quadro di rifasamento automatico.
- Realizzazione delle condutture e posa dei cavi per l'alimentazione delle Utenze elettriche situate nello skid;
- Realizzazione di impianto di illuminazione Ordinaria e di Sicurezza, ai vari livelli dello skid;
- Realizzazione dell'illuminazione esterna;
- Realizzazione di sistema di messa a terra del nuovo skid ed interconnessione con impianto esistente.

I cavi per l'alimentazione delle utenze situate nello skid, saranno posati in una nuova passerella in acciaio zincato dopo lavorazione, dedicata, adiacente a quella esistenti.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione tecnica di progetto.

#### 4.7. DATI DI INPUT E OUTPUT

##### 4.7.1. Fabbisogni di materie prime

In Tabella 1 si riportano i dati di progetto relativi ai consumi delle materie prime impiegate nella nuova linea.

Materie Prime	Consumi
Acidi grassi [Kg/h]	23.746
Metanolo [Kg/h]	3.402
Resina catalitica [L/h]	11,46

Tabella 1 - Consumi orari materie prime



#### 4.7.2. Consumi energetici

In Tabella 2 si riportano i dati di progetto relativi ai consumi energetici della nuova linea.

Fonte	Consumi
Energia elettrica (kW/h)	265
Metano (Nm <sup>3</sup> /h)	1759
Metano con DME (Nm <sup>3</sup> /h)	872
DME (Nm <sup>3</sup> /h)	218,61

Tabella 2 - Consumi energetici

#### 4.7.3. Consumi idrici

In Tabella 3 si riportano i dati di progetto relativi ai consumi energetici della nuova linea.

Fonte	Consumi [m <sup>3</sup> /h]
Acqua di raffreddamento (DT = 8°C)	659
Acqua demineralizzata	6
Acqua refrigerata (DT = 3°C)	284

Tabella 3 - Consumi idrici

#### 4.7.4. Reflui idrici

In Tabella 4 si riportano i dati di progetto in merito agli scarichi idrici provenienti dalla nuova linea di trattamento.

Refluo	Portata[kg/h]	Destinazione
Acque di processo provenienti dal fondo della colonna di distillazione acqua/metanolo	2.318	Impianto di depurazione SAI

Tabella 4 - Reflui idrici

#### 4.7.5. Emissioni in atmosfera

In Tabella 5 si riportano i dati di progetto in merito al nuovo punto di emissione connesso alla nuova linea di trattamento.



<b>Emissione</b>	<b>Portata[Nm<sup>3</sup>/h]</b>	<b>Sostanze emesse</b>	<b>Concentrazione [mg/Nm<sup>3</sup>]</b>
Nuova caldaia	21.100	NOx	≤ 150
		CO	≤ 250
		SO <sub>2</sub>	≤ 35
		Polveri	≤ 5

Tabella 5 - Emissioni in atmosfera

#### 4.7.6. Prodotti finiti

In Tabella 6 si riportano i dati di progetto in merito al nuovo punto di emissione connesso alla nuova linea di trattamento.

<b>Prodotto</b>	<b>Portata[t/h]</b>
Biodiesel	25

Tabella 6 - Prodotto finito



## 5. OPERE EDILI

Il progetto nel suo complesso comprende una serie di interventi localizzati all'interno dello stabilimento Masol a Livorno e così distinti:

1. Impianto Fame Plant;
2. Tettoie per ricovero resine nuove ed esauste;
3. Parco Serbatoi;
4. Pensiline di carico;
5. Nuova caldaia;
6. Nuova torre di raffreddamento
7. Nuovo chiller e serbatoio;
8. Nuovo serbatoio di acqua/metanolo (posizionato all'interno dell'impianto di produzione esistente);
9. Nuovo FLARE SYSTEM.

Per tali interventi sono necessari scavi e movimenti di terra delle nuove fondazioni, dell'impianto fognario e dei cavidotti. Per gli scavi da realizzare sono previsti movimenti di terra per un totale stimato pari a 1500 m<sup>3</sup>.

Per maggiori dettagli in merito si rimanda alla relazione tecnica di progetto.

### 5.1. IMPIANTO FAME PLANT

Con il nuovo impianto si intende realizzare una nuova linea denominata Linea 3 per la produzione di biodiesel.

Si tratta di un impianto di processo che si estende su una superficie totale in pianta di 21x18 metri e si sviluppa per un'altezza pari a 21 metri per l'intera area, mentre per un'area di 9x18 metri l'altezza è pari a 54 metri.

Sono presenti numerose apparecchiature dislocate a diversi livelli tra cui due reattori che raggiungono un'altezza di circa 56 metri ed un terzo più basso di altezza pari a 38 metri. L'impianto si sviluppa su diversi livelli ed è realizzato in carpenteria metallica per la parte strutturale aerea ed è in cemento armato per la sottofondazione e platea parzialmente interrata.

La sottofondazione è costituita da poli infissi tronco conici centrifugati in cemento armato che raggiungono delle profondità che vanno dai 18 metri ai 22 metri nel sottosuolo; al di sopra sarà predisposta una platea di cemento armato di uno spessore di 1,00 circa che consentirà sia il collegamento delle teste dei pali e di creare la base di appoggio per la struttura metallica a servizio dell'impianto. Quest'ultima è costituita da travi, pilastri, controventi e piani di camminamento in grado di sostenere i carichi dell'impianto di processo e scale in modo da consentire l'accesso al personale fino all'ultimo piano ed un montacarichi e/o persone.

La platea di collegamento delle teste pali si ipotizza fuori terra per circa 0,5 metri.



### **5.2. TETTOIE PER RICOVERO RESINE NUOVE ED ESAUSTE**

Le due tettoie a servizio dei rifiuti di processo, sono in carpenteria metallica su fondazione a plinti isolati in cemento armato e poste in prossimità del nuovo impianto Fame Plant.

### **5.3. PARCO SERBATOI**

Dovranno essere installati cinque serbatoi e pertanto si realizzerà la fondazione a platea ove non presente in modo da consentire di ripartire in modo adeguato i carichi dei serbatoi al terreno.

Si prevede inoltre la sostituzione di un serbatoio esistente da 50 m<sup>3</sup>.

### **5.4. PENSILINE DI CARICO/SCARICO PRODOTTI**

Le pensiline esistenti verranno smontate e rilocate in posizioni diversa da quella attuale in modo da garantire spazi di manovra per i veicoli che effettuano le operazioni di carico/scarico prodotti. Si realizzeranno pertanto delle nuove fondazioni in cemento armato in grado di sopportare i carichi inerenti.

### **5.5. NUOVA TORRE DI RAFFREDDAMENTO**

L'introduzione di una nuova torre di raffreddamento prevede l'installazione di cinque moduli per consentire la refrigerazione per un valore da 6400 KW. La torre avrà una potenzialità resa pari a 6.400 kW e la sua installazione, simile alle attuali, avverrà sopra una struttura in carpenteria pesante. Saranno quindi realizzati i plinti atti a sostenere tale struttura.

### **5.6. NUOVA CABINA**

Sarà posizionata la nuova cabina MT/BT nell'attuale officina a fianco del locale trasformatori da 1600kVA.

### **5.7. NUOVA CALDAIA**

La nuova caldaia verrà posizionata all'interno dell'attuale locale termico; per il suo appoggio verrà quindi realizzata una platea.



## **6. CANTIERIZZAZIONE**

Per l'aspetto Cantierizzazione si fa riferimento alle fasi descritte in seguito. Per maggiori dettagli in merito si rimanda alla relazione tecnica di progetto.

### **6.1. INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI CANTIERE**

Si individuano alcune zone LIBERE, facenti parte dell'area all'interno dello stabilimento Masol, che verranno destinate ad aree di cantiere.

### **6.2. FASI DI REALIZZAZIONE**

Le principali fasi realizzative sono elencate in seguito:

- allestimento Area di Cantiere;
- smontaggio pensiline di carico e demolizione fondazioni;
- scarifica asfalto nella zona impianto e zona parco serbatoi;
- scavo a sezione larga per lo splateamento zona Pensiline di carico e zona Impianto;
- realizzazione sottofondazioni in pali battuti centrifugati e platea in c.a. per fondazione impianto;
- montaggio parziale della carpenteria metallica a sostegno delle colonne R101,R201 E C311;
- montaggio delle tre colonne principali R101,R201 E C311;
- completamento del montaggio della carpenteria metallica , travi montanti principali e controventi;
- montaggio delle apparecchiature e piano di calpestio ai vari livelli;
- montaggio delle scale e pianerottoli fino alla sommità;
- montaggio del vano montacarichi e/o persone;
- montaggio impiantistico ai vari livelli;
- scavo per fognature e cavidotti a servizio Impianto;
- posa in opera tubazioni e collegamenti con rete fognaria esistente;
- chiusura scavi;
- collegamento impiantistico (meccanico ed elettrico) tra l'impianto nuovo e l'impianto esistente;
- collaudi statici ed impiantistici.

### **6.3. STIMA QUANTITATIVA DEI MATERIALI MOVIMENTATI**

Per gli interventi sopra menzionati sono necessari scavi e movimenti di terra delle nuove fondazioni, dell'impianto fognario e dei cavidotti. Per gli scavi da realizzare sono previsti movimenti di terra per un totale stimato pari a 1500m<sup>3</sup>.



#### **6.4. ATTREZZATURE DI CANTIERE**

Si elencano in seguito le principali attrezzature da cantiere per i lavori elettro-strumentali, idraulici, meccanici e civili:

- box ufficio,
- box servizi igienici,
- box magazzino,
- container adibito ad officina mobile,
- container adibito a magazzino,
- macchina battipalo per le sottofondazioni,
- gru di varie portate in grado di movimentare le colonne per il loro corretto posizionamento,
- ponteggi ed opere provvisorie per consentire di portare ai vari livelli i materiali da costruzione,
- carrelli elevatori telescopici,
- gruppo elettrogeno,
- martinetti per sollevamenti pesanti.



## **7. TEMPISTICA E COSTI DI REALIZZAZIONE**

### **7.1. TEMPISTICA DI REALIZZAZIONE**

Si riporta in **Allegato 1** il cronoprogramma di realizzazione del progetto.

### **7.2. COSTI DI REALIZZAZIONE**

Si riporta in **Allegato 2** la stima dei costi per la realizzazione della nuova linea di produzione.



# **Allegato 1 – Cronoprogramma degli interventi**



## **Allegato 2 – Costi di realizzazione**