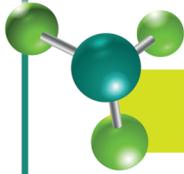


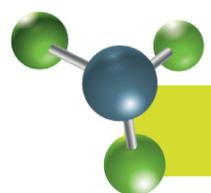
Promosso da



**OSSERVATORIO
SUI BIOLUBRIFICANTI**
per la decarbonizzazione dell'economia

BIOLUBRIFICANTI: LE CARATTERISTICHE, I BENEFICI, LE PROSPETTIVE





OSSERVATORIO SUI BIOLUBRIFICANTI

per la decarbonizzazione dell'economia

POSITION PAPER

Le politiche, i programmi e le azioni previste dal Green Deal europeo, resi addirittura più stringenti dai documenti collegati ai Piani di Ripresa e Resilienza, indicano il sentiero che le economie dei paesi europei dovranno percorrere nei prossimi anni, per un'economia competitiva e durevole, basata su uno sviluppo sostenibile e sugli obiettivi di contenimento dei rischi climatici.

Il Piano "Fit for 55", con le sue 13 diverse iniziative politiche che mirano a ridurre entro il 2030 le emissioni climalteranti del 55 per cento rispetto ai livelli del 1990 e poi a raggiungere la neutralità carbonica entro il 2050, stringe i tempi necessari a costruire un'economia decarbonizzata e circolare nella quale le filiere industriali e le imprese dovranno essere protagoniste, con l'eco-innovazione di processo e di prodotto.

È in questo contesto che si inserisce la nascita del primo Osservatorio nazionale sui biolubrificanti promosso da NextChem (Gruppo Maire Tecnimont) e Fondazione Ecosistemi e costituito da soggetti pubblici e privati che rappresentano la filiera dei biolubrificanti in Italia, dalla ricerca, alla tecnologia, alle materie prime di origine biogenica, alla produzione, per andare ad alcuni dei principali settori di impiego e consumo dei biolubrificanti quali la meccanica e i trasporti.

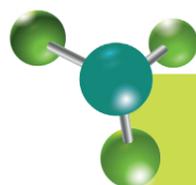
Questo dossier nasce nella sua prima edizione con l'obiettivo di chiarire a un pubblico ampio, specialistico e non, le caratteristiche, i vantaggi ambientali e sociali, le criticità e le prospettive dei biolubrificanti, un prodotto che entra nelle matrici intersettoriali delle industrie manifatturiere, agricole e dei trasporti.

La pubblicazione è frutto di un lavoro collettivo da parte dell'Osservatorio sui biolubrificanti promosso da Nextchem e Fondazione Ecosistemi, a cui hanno partecipato diversi esperti di settore.

BIOLUBRIFICANTI: LE CARATTERISTICHE, I BENEFICI, LE PROSPETTIVE

1. IL CONTESTO: LE POLITICHE EUROPEE	pag.	4
1.1 Il Green Deal, le iniziative sui prodotti e le sostanze chimiche sostenibili	"	4
1.2 L'economia circolare	"	8
1.3 Le politiche per la decarbonizzazione dell'economia	"	9
1.4 La mobilità sostenibile	"	11
1.5 Finanza sostenibile, tassonomia ambientale e criteri di vaglio tecnico	"	12
1.6 Un quadro strategico per i biolubrificanti	"	14
2. I BIOLUBRIFICANTI	"	15
2.1 Il contesto attuale	"	15
2.2 Cosa sono i biolubrificanti	"	16
2.3 Cosa sono i lubrorefrigeranti	"	18
3. I BIOLUBRIFICANTI: MERCATO ATTUALE E BUONE PRATICHE	"	22
3.1 Un quadro generale	"	22
3.2 Il mercato attuale	"	23
4. I BENEFICI AMBIENTALI DEI BIOLUBRIFICANTI	"	27
4.1 I benefici ambientali	"	27
4.2 Sicurezza e salute	"	30
5. IL MERCATO PUBBLICO E IL GREEN PUBLIC PROCUREMENT	"	36
5.1 Il Codice dei Contratti Pubblici e il GPP	"	36
5.2 I Settori Speciali e il GPP	"	43
5.3 Una stima del Mercato pubblico	"	45
5.4 I Criteri Ambientali Minimi per i veicoli	"	47
5.5 Il marchio Ecolabel	"	49
5.6 I Criteri Ambientali per i biolubrificanti VSG	"	50
6. L'OSSERVATORIO SUI BIOLUBRIFICANTI	"	52
6.1 Obiettivi e componenti	"	52
6.2 Metodo di lavoro in ottica multistakeholder, co-progettazione e valore condiviso	"	52
6.3 Gli SDGs di riferimento per l'attività dell'Osservatorio	"	53
ALLEGATO: ALCUNI ASPETTI TECNICI DEI BIOLUBRIFICANTI	"	55
1 Feedstock per la preparazione di biolubrificanti	"	55
2 Le tecnologie	"	57
3 Prestazioni	"	63

1. IL CONTESTO: LE POLITICHE EUROPEE



Le politiche dell'**Unione Europea** spingono fortemente a trasformare i prodotti e i processi produttivi affinché siano sempre più "sostenibili".

Il **Green Deal**, con la sua precisa tabella di marcia, prevede un efficace kit di strumenti volto a ridurre l'impronta ambientale e climatica dei prodotti.

Il **Piano d'Azione sull'Economia Circolare** ha fissato obiettivi ambiziosi sul lato del riciclo effettivo dei prodotti e dei materiali, stimolando l'ecodesign, la prevenzione dei rifiuti, la riduzione d'uso delle materie non rinnovabili.

Le politiche di decarbonizzazione dell'economia hanno stabilito **obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra** per il 2030, compresi emissioni e assorbimenti, pari ad almeno il 55% rispetto ai livelli del 1990, con una quota pari almeno al 32% di energia rinnovabile e un miglioramento almeno del 32,5% dell'efficienza energetica. Sarà un driver formidabile di tutte le politiche di innovazione.

La **Direttiva RED** e la **Roadmap della Mobilità Sostenibile** orientano, sempre di più, il settore del trasporto, ritenuto fortemente responsabile delle emissioni complessive di gas serra, verso una riduzione dell'uso dei combustibili fossili.

La **Tassonomia Ambientale** e i **Criteri di Vaglio Tecnico**, approvati in seguito ai regolamenti sulla Finanza Sostenibile, stabiliranno delle "soglie di sostenibilità" che permetteranno quale attività economica, e con quali caratteristiche, possa essere considerata sostenibile, e quindi non rischiosa per gli operatori finanziari e i governi.

Il contesto politico, normativo e regolatorio si presenta quindi **fortemente positivo** per la transizione dai lubrificanti convenzionali ai biolubrificanti.

Le attività dell'Osservatorio sui Biolubrificanti vanno inserite nel contesto delle politiche europee per la sostenibilità: Green Deal, decarbonizzazione per arrivare alla neutralità climatica, economia circolare, ecodesign, chimica sostenibile.

1.1 IL GREEN DEAL, LE INIZIATIVE SUI PRODOTTI E LE SOSTANZE CHIMICHE SOSTENIBILI

Un contesto che è stato costruito nel corso di questi ultimi dieci anni ma che vede, nel 2019, con l'approvazione della comunicazione sul Green Deal europeo, una profonda riformulazione.

Il **Green Deal europeo** (Comunicazione della Commissione n. 640 dell'11 Dicembre 2019) definisce su nuove basi l'impegno della Commissione ad affrontare i problemi legati al clima e all'ambiente, con una "nuova strategia di crescita mirata a trasformare l'UE in una società giusta e prospera, dotata di un'eco-

nomia moderna, efficiente sotto il profilo delle risorse e competitiva che nel 2050 non genererà emissioni nette di gas a effetto serra e in cui la crescita economica sarà dissociata dall'uso delle risorse".

Il Green Deal europeo si propone di raggiungere otto obiettivi:

Rendere più ambiziosi gli obiettivi dell'UE in materia di clima per il 2030 e il 2050: con un programma per la decarbonizzazione dell'economia e conseguire la neutralità climatica entro il 2050 - passando per l'obiettivo di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra per il 2030 del 55 % rispetto ai livelli del 1990 - e una nuova e ambiziosa strategia in materia di adattamento ai cambiamenti climatici.

Garantire l'approvvigionamento di energia pulita, economica e sicura: con lo sviluppo di un settore dell'energia, dato che produzione e uso dell'energia rappresentano il 75% delle emissioni di gas serra, basato sulle fonti rinnovabili, rapida eliminazione del carbone e decarbonizzazione del gas, assegnando la giusta priorità all'efficienza energetica.

Mobilizzare l'industria per un'economia pulita e circolare: per sviluppare, in 25 anni, un'economia circolare, che riduca l'estrazione delle materie prime e la trasformazione di materiali, combustibili e alimenti, che emettono gas a effetto serra e producono perdita di biodiversità e stress idrico. La decarbonizzazione delle industrie ad alta intensità energetica - acciaio, prodotti chimici e cemento - è un fattore chiave.

Costruire e ristrutturare in modo efficiente sotto il profilo energetico e delle risorse: con il miglioramento della prestazione energetica nell'attività di costruzione, utilizzo e ristrutturazione degli edifici, che assorbono quantità significative di energia e risorse minerarie (come sabbia, ghiaia, cemento).

Accelerare la transizione verso una mobilità sostenibile e intelligente: con la riduzione delle emissioni prodotte dai trasporti del 90% entro il 2050, facendo in modo che il costo dei trasporti rispecchi l'impatto sull'ambiente e sulla salute e adottando norme più rigorose in materia di emissioni inquinanti nell'atmosfera.

La strategia "Dal produttore al consumatore": progettare un sistema alimentare giusto, sano e rispettoso dell'ambiente, che riduca il proprio impatto ambientale sull'atmosfera, l'acqua e il suolo, la perdita di biodiversità e il contributo ai cambiamenti climatici e l'uso eccessivo di risorse naturali.

Preservare e ripristinare gli ecosistemi e la biodiversità: tutelare gli ecosistemi che forniscono servizi essenziali quali cibo, acqua dolce, aria pulita e riparo e tutelare e ripristinare gli ecosistemi forestali, che subiscono sempre maggiori pressioni a causa dei cambiamenti climatici.

Obiettivo "inquinamento zero" per un ambiente privo di sostanze tossiche: riesaminare politiche e regolamenti europei per monitorare, segnalare, prevenire e porre rimedio all'inquinamento atmosferico, idrico, del suolo e dei prodotti di consumo.

Obiettivi che si pensa di raggiungere attraverso sette strumenti:

- un piano di investimenti, inteso a combinare finanziamenti specifici per incentivare gli investimenti sostenibili e proposte volte a creare un contesto più favorevole agli investimenti verdi, con un meccanismo e un fondo per una transizione giusta, in regioni e settori maggiormente colpiti;

- strumenti di *bilancio verdi* aiuteranno a riorientare gli investimenti pubblici, i consumi e la tassazione verso le priorità verdi, abbandonando le sovvenzioni dannose;
- i *Criteri Ambientali* nelle procedure di gara e quindi l'estensione dell'uso dello strumento del GPP (Green Public Procurement), anche attraverso una sua obbligatorietà, e della valutazione dei costi lungo il ciclo di vita;
- creare un contesto adatto a *riforme fiscali su larga scala* che aboliscano le sovvenzioni ai combustibili fossili, allentino la pressione fiscale sul lavoro per trasferirla sull'inquinamento e tengano conto degli aspetti sociali;
- nuove *tecnologie*, soluzioni sostenibili e innovazione radicale sono essenziali per realizzare gli obiettivi del Green Deal europeo;
- fare leva sull'*istruzione e la formazione*, perché scuole, istituti di formazione e università si trovano in una posizione privilegiata per intavolare un dialogo sui cambiamenti necessari alla transizione;
- migliorare il modo in cui si affrontano le questioni connesse alla sostenibilità e all'innovazione negli orientamenti per *legiferare meglio* e nei relativi strumenti.

La politica e la normativa dell'UE in materia di sostanze chimiche, in particolare il regolamento REACH, incoraggiano il passaggio a "sostanze chimiche sicure fin dalla progettazione" tramite la progressiva sostituzione delle sostanze pericolose per proteggere meglio i cittadini e l'ambiente.

La **Strategia in materia di sostanze chimiche sostenibili** (*Comunicazione della Commissione n. 667 del 14 ottobre 2020*), altro documento collegato al Green Deal, vuole potenziare le innovazioni per la transizione verde dell'industria chimica e delle sue catene del valore, nonché sollecitare l'evoluzione delle attuali politiche dell'UE in materia di sostanze chimiche affinché rispondano più rapidamente ed efficacemente ai problemi determinati dalle sostanze chimiche pericolose.

La strategia prevede che l'industria dell'UE diventi un soggetto competitivo a livello mondiale nella produzione e nell'uso di sostanze chimiche sicure e sostenibili e propone un progetto e un calendario chiari per la trasformazione dell'industria, al fine di attrarre investimenti in prodotti e metodi di produzione sicuri e sostenibili.

La Strategia si propone di raggiungere cinque obiettivi:

- innovare per ottenere sostanze chimiche sicure e sostenibili nell'UE;
- costruire un quadro giuridico dell'UE più forte, per affrontare preoccupazioni urgenti in materia di ambiente e salute;
- semplificare e consolidare il quadro giuridico;
- definire una base di conoscenze completa sulle sostanze chimiche;
- dare l'esempio di una corretta gestione globale delle sostanze chimiche.

Gli obiettivi che ci si propone di raggiungere attraverso cinque macro-azioni volte a:

- ridurre al minimo la presenza di sostanze che destano preoccupazione nei prodotti adottando obblighi, anche nell'ambito dell'iniziativa in materia di prodotti sostenibili, dando priorità alle categorie di prodotti che hanno effetti negativi sui gruppi vulnerabili e a quelle con il maggiore potenziale di circolarità, come i tessili, gli imballaggi, compresi gli imballaggi alimentari, i mobili, l'elettronica e le TIC, il settore della costruzione e dell'edilizia;
- assicurare la disponibilità di informazioni sul contenuto chimico e sull'uso sicuro, adottando obblighi in materia di informazioni nel contesto dell'iniziativa sui prodotti sostenibili e tracciando la presenza di sostanze problematiche durante il ciclo di vita dei materiali e dei prodotti;

- assicurare che autorizzazioni e deroghe alle restrizioni per i materiali riciclati a norma del regolamento REACH siano eccezionali e giustificate;
- agevolare gli investimenti in innovazioni sostenibili in grado di decontaminare i flussi di rifiuti, aumentare il riciclaggio sicuro e ridurre le esportazioni di rifiuti, in particolare plastica e tessili;
- sviluppare metodologie per la valutazione del rischio chimico che tengano conto dell'intero ciclo di vita delle sostanze, dei materiali e dei prodotti.

L'iniziativa in materia di prodotti sostenibili, la prima delle grandi macro-azioni sopra descritte, attualmente in corso, mira a correggere alcuni fallimenti normativi e di mercato.

Le esternalità legate ai prodotti non sono completamente internalizzate: il modello lineare di produzione e consumo di "prendere-fare-utilizzare-gettare" non fornisce ai produttori degli incentivi sufficienti, lungo le catene di approvvigionamento, per rendere i loro prodotti più sostenibili. La durata media di molti prodotti si è accorciata negli ultimi decenni: i prodotti si rompono troppo rapidamente, a volte non possono essere riutilizzati, riparati o riciclati in modo facile e sicuro e molti sono esclusivamente monouso.

Le iniziative e la legislazione dell'UE affrontano solo parzialmente gli aspetti di sostenibilità dei prodotti, su base obbligatoria o volontaria. La direttiva sulla progettazione ecocompatibile regola con successo l'efficienza energetica e alcune caratteristiche di circolarità dei prodotti connessi all'energia coperti dalle misure di attuazione e ancora non esiste una serie completa di requisiti per garantire che tutti i prodotti immessi sul mercato dell'UE diventino sempre più sostenibili.

La mancanza di informazioni affidabili sulla sostenibilità lungo le catene del valore relative a molti prodotti immessi sul mercato dell'UE, riduce la capacità degli operatori economici, a monte della catena del valore, di offrire prodotti più sostenibili, e, per i consumatori e gli acquirenti, minore impatto ambientale.

In linea con gli obiettivi del Green Deal, la politica dei prodotti dell'UE deve ridurre l'impronta ambientale e climatica dei prodotti immessi sul mercato, estendere la durata di vita dei prodotti, aumentare il tasso di utilizzo dei materiali circolari, ridurre i rifiuti e ottenere tassi di riciclaggio più elevati.

Verranno quindi prese in considerazione le seguenti misure:

- stabilire principi generali di sostenibilità dei prodotti;
- stabilire norme per rendere i produttori responsabili della fornitura di prodotti più circolari e intervenire prima che i prodotti possano diventare rifiuti;
- stabilire norme per stabilire requisiti in materia di etichettatura sostenibile obbligatoria e/o divulgazione di informazioni agli attori del mercato lungo le catene del valore (passaporto di prodotto digitale);
- stabilire norme per stabilire requisiti minimi obbligatori di sostenibilità per gli appalti pubblici di prodotti (GPP);
- definire requisiti per affrontare gli aspetti sociali durante tutto il ciclo di vita del prodotto come parte dei principi e dei requisiti di sostenibilità, ove appropriato e fattibile;
- individuare misure sui processi di produzione (ad esempio per facilitare il contenuto riciclato o la rigenerazione e per monitorare l'uso di sostanze pericolose in tali processi) e misure per vietare la distruzione di beni durevoli invenduti.

1.2 L'ECONOMIA CIRCOLARE

Per quel che riguarda l'economia circolare, sempre nell'ambito del Green Deal, è stato approvato il documento **“Un nuovo piano d'azione per l'economia circolare. Per un'Europa più pulita e più competitiva”** (Comunicazione della Commissione n. 98 dell'11 Marzo 2020) che prevede tre grandi aree di intervento:

1. Progettazione di prodotti sostenibili
2. Dare ai consumatori e agli acquirenti pubblici la possibilità di operare scelte informate
3. Circolarità dei processi produttivi

La prima area di intervento, quella della progettazione, prevede l'adozione di principi di sostenibilità e modalità operative adeguate, volte a disciplinare dieci aspetti:

- il miglioramento della durabilità, della riutilizzabilità, della possibilità di upgrading e della riparabilità dei prodotti;
- l'assenza di sostanze chimiche pericolose nei prodotti e l'aumento della loro efficienza sotto il profilo energetico e delle risorse;
- l'aumento del contenuto riciclato nei prodotti, garantendone al tempo stesso le prestazioni e la sicurezza;
- la possibilità di ri-fabbricazione e di riciclaggio di elevata qualità;
- la riduzione delle impronte di carbonio e ambientale;
- la limitazione dei prodotti monouso e la lotta contro l'obsolescenza prematura;
- l'introduzione del divieto di distruggere i beni durevoli non venduti;
- la promozione del modello "prodotto come servizio" o di altri modelli in cui i produttori mantengono la proprietà del prodotto o la responsabilità delle sue prestazioni per l'intero ciclo di vita;
- la mobilitazione del potenziale di digitalizzazione delle informazioni relative ai prodotti, ivi comprese soluzioni come i passaporti, le etichettature e le filigrane digitali;
- un sistema di ricompense destinate ai prodotti in base alle loro diverse prestazioni in termini di sostenibilità, anche associando i livelli elevati di prestazione all'ottenimento di incentivi.

La seconda area di intervento – quella relativa alle scelte informate – prevede che la Commissione riveda la legislazione UE relativa ai consumatori per garantire che questi ricevano informazioni attendibili e pertinenti sui prodotti, anche in merito alla durata di vita e alla disponibilità di servizi di riparazione, pezzi di ricambio e manuali di riparazione. Si prevede inoltre di istituire un nuovo "diritto alla riparazione" e considerare nuovi diritti orizzontali sostanziali per i consumatori, come le garanzie estese, la disponibilità di pezzi di ricambio, l'accesso alla riparazione e ai servizi di upgrading.

Si afferma poi che il potere d'acquisto delle autorità pubbliche può diventare un potente fattore trainante per la domanda di prodotti sostenibili e si propone di adottare criteri e obiettivi minimi obbligatori in materia di appalti pubblici verdi (GPP) nella legislazione settoriale e di monitorarne l'adozione.

La terza area d'intervento prevede di lavorare su sette catene del valore al fine di individuare gli ostacoli all'espansione dei mercati per i prodotti circolari e le modalità per superarli:

- elettronica e tlc
- batterie e veicoli
- imballaggi
- plastica

- prodotti tessili
- prodotti alimentari, acque e nutrienti
- costruzioni ed edilizia

Uno degli obiettivi del Piano d'Azione è anche quello di migliorare la circolarità in un ambiente privo di sostanze tossiche: l'aumento degli investimenti e della capacità innovativa dell'industria chimica per ottenere sostanze chimiche sicure e sostenibili saranno fondamentali per sviluppare nuove soluzioni e sostenere sia la transizione verde sia quella digitale della nostra economia e società. Green economy, smart city ed economia digitale rischiano altrimenti di diventare un nuovo driver di forte pressione sul pianeta.

Per conseguire la neutralità climatica occorrerà rafforzare le sinergie tra circolarità e riduzione dei gas a effetto serra, e quindi:

- analizzare l'impatto della circolarità sulla mitigazione dei cambiamenti climatici e sull'adattamento ai medesimi;
- migliorare gli strumenti di modellizzazione per cogliere le ricadute positive dell'economia circolare sulla riduzione delle emissioni di gas a effetto serra;
- rafforzare il ruolo della circolarità nei piani nazionali per l'energia e il clima.

Oltre alla riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, il conseguimento della neutralità climatica richiederà che il carbonio presente nell'atmosfera sia assorbito, utilizzato nella nostra economia senza essere rilasciato e stoccato per periodi di tempo più lunghi.

L'assorbimento del carbonio può avvenire sfruttando la natura, in particolare attraverso il ripristino degli ecosistemi, la tutela e la gestione sostenibile delle foreste, l'imboschimento e il sequestro del carbonio, oppure grazie a una maggiore circolarità, ad esempio mediante lo stoccaggio a lungo termine di carbonio nel legno da costruzione, il riutilizzo e lo stoccaggio di carbonio in prodotti tramite la mineralizzazione nei materiali da costruzione.

Per incentivare l'assorbimento e una maggiore circolarità del carbonio verrà costruito un quadro normativo per la certificazione degli assorbimenti di carbonio basato su una contabilizzazione del carbonio solida e trasparente al fine di monitorare e verificare l'autenticità degli assorbimenti.

1.3 LE POLITICHE PER LA DECARBONIZZAZIONE DELL'ECONOMIA

Il **Piano Nazionale per l'Energia e il Clima (PNIEC)** si propone di:

- accelerare il percorso di decarbonizzazione, considerando il 2030 come una tappa intermedia verso una decarbonizzazione profonda del settore energetico entro il 2050 e integrando la variabile ambiente nelle altre politiche pubbliche;
- mettere il cittadino e le imprese (in particolare piccole e medie) al centro, in modo che siano protagonisti e beneficiari della trasformazione energetica e non solo soggetti finanziatori delle politiche attive; ciò significa promozione dell'autoconsumo e delle comunità dell'energia rinnovabile, ma anche massima regolazione e massima trasparenza del segmento della vendita, in modo che il consumatore possa trarre benefici da un mercato concorrenziale;

- favorire l'evoluzione del sistema energetico, in particolare nel settore elettrico, da un assetto centralizzato a uno distribuito basato prevalentemente sulle fonti rinnovabili;
- adottare misure che migliorino la capacità delle stesse rinnovabili di contribuire alla sicurezza e favorire assetti, infrastrutture e regole di mercato che, a loro volta contribuiscano all'integrazione delle rinnovabili;
- continuare a garantire adeguati approvvigionamenti delle fonti convenzionali, perseguendo la sicurezza e la continuità della fornitura, con la consapevolezza del progressivo calo di fabbisogno di tali fonti convenzionali, sia per la crescita delle rinnovabili che per l'efficienza energetica;
- promuovere l'efficienza energetica in tutti i settori, come strumento per la tutela dell'ambiente, il miglioramento della sicurezza energetica e la riduzione della spesa energetica per famiglie e imprese;
- promuovere l'elettrificazione dei consumi, in particolare nel settore civile e nei trasporti, come strumento per migliorare anche la qualità dell'aria e dell'ambiente;
- accompagnare l'evoluzione del sistema energetico con attività di ricerca e innovazione che, in coerenza con gli orientamenti europei e con le necessità della decarbonizzazione profonda, sviluppino soluzioni idonee a promuovere la sostenibilità, la sicurezza, la continuità e l'economicità di forniture basate in modo crescente su energia rinnovabile in tutti i settori d'uso e favoriscano il riorientamento del sistema produttivo verso processi e prodotti a basso impatto di emissioni di carbonio che trovino opportunità anche nella domanda indotta da altre misure di sostegno.

Il PNIEC, nel settore dei trasporti ai fini del raggiungimento degli obiettivi in materia di penetrazione delle rinnovabili, individua alcune misure:

- Obbligo di miscelazione dei biocarburanti, fino al 2022
- Obbligo di immissione in consumo, basato su un sistema di quote che, tra l'altro, riconosce una premialità ai biocarburanti avanzati e ai biocarburanti da oli esausti e grassi animali. In questo ambito risulta importante adottare misure omogenee a livello europeo, promuovendo la filiera basata su biometano, oli esausti e grassi animali di categoria 1 e 2, salvaguardando gli investimenti operati dalle industrie del biodiesel, stimolando ulteriormente la ricerca e la creazione di soluzioni innovative. Infine, si intende sostenere l'impiego di biocarburanti avanzati, semplificando le procedure amministrative, recependo la normativa end of waste e promuovendo la filiera del bioetanolo avanzato.
- Riduzione delle emissioni GHG (Greenhouses Gases, Gas a effetto serra) dei carburanti del 6% al 2020. Nel 2020 i fornitori di carburanti erano chiamati a rispettare un obiettivo di risparmio, in termini di emissioni GHG sul totale dei carburanti immessi in consumo in quell'anno, rispetto a un valore di riferimento.
- Incentivi per assolvimento obbligo di immissione biocarburanti attraverso il biometano e altri biocarburanti avanzati: 2018-2022 incentivazione di biometano e biocarburanti avanzati ai fini dell'assolvimento dell'obbligo esistente di miscelazione dei carburanti di origine fossile con biocarburanti, attraverso un sistema di ritiro del biometano prodotto, con rilascio di certificati di immissione in consumo (CIC) per la durata di dieci anni. L'onere di incentivazione è in capo ai soggetti obbligati (compagnie petrolifere che immettono in consumo carburanti da fonte fossile) e non incide sulla bolletta elettrica e del gas. Si prevede che tale sistema di incentivazione arrivi a coprire con biometano la domanda prevista di metano nei trasporti stradali pari a circa 1,1 mld di m³ l'anno.
- Obbligo biocarburanti e altre rinnovabili in recepimento della RED II: 2022-2030.

Il PNIEC testimonia inoltre che le politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici fino a oggi si sono concentrate sull'efficienza energetica piuttosto che sull'efficienza dei materiali come motore principale del miglioramento delle prestazioni tecniche. Data la natura fortemente trasversale del tema dell'economia circolare, è necessario elaborare un quadro strategico generale che individui gli ambiti di intervento specifici e i settori di maggiore impatto e che, al contempo, garantisca coerenza e sinergia con la programmazione delle altre politiche.

Date le specificità del Paese, particolare attenzione dovrà essere data ai settori manifatturiero, alimentare, tessile, delle costruzioni e della mobilità. Recenti studi internazionali hanno approfondito in maniera specifica il tema dell'uso efficiente dei materiali e il loro potenziale contributo alla riduzione dei gas effetto serra.

In particolare, alcuni studi individuano le seguenti strategie specifiche che possono essere adottate per migliorare tale efficienza: estensione della vita utile dei prodotti, riuso-riparazione, scelta di materiali meno carbon-intensive in fase produttiva, riduzione di materiali e scelta di materiali più leggeri, resa migliore nel processo produttivo, condivisione dei beni, simbiosi industriale, riciclo e cessazione della qualifica di rifiuto.

1.4 LA MOBILITÀ SOSTENIBILE

La **Direttiva RED (Renewable Energy Directive)** II prevede al 2030 un target specifico nel settore dei trasporti pari al 14% (obbligo per i fornitori di carburanti ed energia elettrica). Per contribuire allo sfidante target generale del 30% di consumi finali lordi totali soddisfatti dalle FER (Fonti Energetiche Rinnovabili), si prevede che il settore dei trasporti superi il valore del 14%, aumentando l'obbligo in capo ai fornitori di carburanti e di energia elettrica per i trasporti fino ad arrivare a una quota rinnovabile del 22,0%. Il ruolo delle FER trasporti è significativo nel calcolo del target rinnovabile complessivo.

Il mix ottimale per il raggiungimento del target carburanti rinnovabili appare dato dai contributi orientativi delle diverse tipologie di fonti rinnovabili di seguito riportati:

- biocarburanti di prima generazione: si prevede un decremento fino a raggiungere circa 0,7 Mtep, pari al 3% al 2030, valutando la possibilità di introdurre limiti inferiori per alcune tipologie di biocarburanti, soprattutto quelli che possono generare un impatto del cambiamento indiretto di destinazione d'uso dei terreni;
- biocarburanti avanzati: si prevede di superare l'obiettivo specifico previsto da direttiva, pari al 3,5% al 2030, attraverso il meccanismo di incentivazione previsto per il biometano e gli altri biocarburanti avanzati (con D.M. 2 marzo 2018 e successivi decreti) fino al raggiungimento di un obiettivo intorno all'8%;
- l'obiettivo dei biocarburanti avanzati sarà tragguardato, orientativamente, per il 75% attraverso biometano avanzato (0,8 Mtep) e per il 25% attraverso gli altri biocarburanti avanzati (0,26 Mtep), fatte salve eventuali modifiche di ripartizione conseguenti alla effettiva disponibilità e economicità dei diversi tipi di biocarburante avanzato e alla saturazione della quota di biometano utilizzabile nel settore dei trasporti;
- biocarburanti tipo oli vegetali esausti e grassi animali: la direttiva impone un tetto massimo pari a 1,7%, ma in Italia si propone un incremento fino a un massimo di 2,5% al 2030, con contributo finale pari al massimo al 5%;

- elettricità da FER consumata nel settore stradale: le E-CAR peseranno per circa 0,404 Mtep coprendo il 6% del target FER-trasporti;
- atteso al 2030 un importante contributo anche dai veicoli elettrici e ibridi elettrici plug-in: ci si aspetta una particolare efficacia in questa tipologia di veicoli, tra 5-7 anni, con una diffusione di 6 milioni di veicoli ad alimentazione elettrica al 2030 di cui circa 4 milioni di veicoli elettrici puri;
- elettricità da FER consumata nel settore trasporti su rotaia e altro: tali consumi peseranno per circa 0,313 Mtep che rappresenta circa il 2% del target FER-Trasporti;
- carburanti rinnovabili non biologici: si prevede per l'idrogeno un contributo, intorno all'1% del target FER Trasporti, attraverso l'uso diretto nelle auto, autobus, trasporto pesante e treni a idrogeno (per alcune tratte non elettrificate) e a tendere trasporto marino o attraverso l'immissione nella rete del metano anche per uso trasporti;
- biocarburanti avio e marittimo: si prevede un contributo, anche dei gas rinnovabili, di difficile quantificazione;
- recycled carbon fuels (carburanti ottenuti da riciclo chimico di rifiuti o carburanti ottenuti da recupero della CO₂ delle acciaierie): il contributo al target FER trasporti sarà stabilito dopo la pubblicazione dei valori di "GHG saving" da parte della Commissione europea a valle della definizione dei requisiti minimi di sostenibilità di tali combustibili.

Il documento **"Elementi per una Roadmap della Mobilità Sostenibile"** fornisce il contesto attuale della mobilità in Italia e degli impatti ambientali nonché un approfondimento delle opportunità offerte dall'evoluzione tecnologica dei mezzi di trasporto.

Secondo questo documento, la costruzione in Italia di una filiera industriale dei veicoli improntata sulle tecnologie innovative rappresenta un tassello indispensabile per sviluppare una vasta infrastruttura per i carburanti alternativi. La Roadmap evidenzia il ruolo delle misure di sostegno, tra le quali notevole rilievo viene attribuito alle politiche locali a favore della mobilità sostenibile. È nelle città, infatti, che si concentrano le criticità del congestionamento del traffico, delle emissioni inquinanti e della sicurezza stradale. È pertanto nelle città che deve essere stimolato il cambiamento culturale verso l'utilizzo della bicicletta, del trasporto pubblico e dello shift modale, della mobilità elettrica e condivisa e dei veicoli alimentati con carburanti alternativi. È inoltre auspicabile l'utilizzo sempre più diffuso delle applicazioni digitali, quali ad esempio web-conference, il telelavoro e lo smart working, nonché la realizzazione di servizi on line, che riducano la necessità degli spostamenti fisici delle persone.

1.5 FINANZA SOSTENIBILE, TASSONOMIA AMBIENTALE E CRITERI DI VAGLIO TECNICO

Da molti anni è stata evidenziata la stretta relazione tra comportamenti sostenibili delle imprese e loro performance economico-finanziarie: per questa ragione le agenzie di rating ESG (Environmental, Social, Governance), i diversi gestori finanziari, i fondi di investimento adottano una loro definizione, dei criteri e metodologie per identificare e selezionare, nel proprio portafoglio, imprese sostenibili.

Criteri validi e metodologie rigorose, ma non universali e, quindi, non direttamente comparabili tra loro: per dare un ordine a queste valutazioni, la Commissione Europea ha lavorato ad una definizione univoca di

quali attività economiche – e quali investimenti – possano definirsi sostenibili, con l'obiettivo di orientare i capitali verso business responsabili e sostenibili.

Nel marzo del 2018 l'Unione Europea ha lanciato un **Piano d'Azione per la Finanza Sostenibile**, per creare e condividere un corpo di regole omogenee, con l'obiettivo di ridurre il proprio impatto ambientale.

Il pivot del lavoro della Commissione europea attorno alla finanza sostenibile è la cosiddetta tassonomia: la classificazione delle attività economiche che possono essere definite "sostenibili", una «guida pratica per politici, imprese e investitori su come investire in attività economiche che contribuiscano ad avere un'economia che non impatti negativamente sull'ambiente».

La normativa sulla **Tassonomia per la finanza sostenibile** è in vigore dal 13 luglio 2020, a seguito della pubblicazione il 22 giugno sulla Gazzetta Ufficiale europea del Regolamento (UE) 2020/852.

La tassonomia individua sei obiettivi ambientali e climatici che occorre perseguire:

- mitigazione del cambiamento climatico;
- adattamento al cambiamento climatico;
- uso sostenibile e protezione delle risorse idriche e marine;
- transizione verso l'economia circolare, con riferimento anche a riduzione e riciclo dei rifiuti;
- prevenzione e controllo dell'inquinamento;
- protezione della biodiversità e della salute degli eco-sistemi.

La tassonomia sarà un riferimento per il mondo della finanza, che deve indicare quanto sostenibile sia effettivamente un investimento, per i governi, che devono stabilire gli incentivi ad aziende green, e per le aziende, che devono rendicontare il proprio impatto sull'ambiente.

1. Chi offre prodotti finanziari nella UE, inclusi i fondi pensione dovrà fornire informazioni riguardo l'attinenza alla tassonomia dei prodotti che offre;
2. Per ogni prodotto, l'operatore del mercato finanziario sarà tenuto a dichiarare in che misura gli investimenti sottostanti sono allineati alla Tassonomia, espressa in percentuale dell'investimento, del fondo o del portafoglio;
3. Le aziende quotate con oltre 500 dipendenti, banche e assicurazioni, soggette alla direttiva per la rendicontazione delle informazioni non finanziarie (NFRD), bacino che si va allargando, saranno tenute a fornire informazioni sulle loro attività in riferimento alla Tassonomia;
4. La Tassonomia sarà anche il riferimento per attribuire incentivi europei, visto che diverrà linea guida nel programma InvestEU per indirizzare gli investimenti europei.

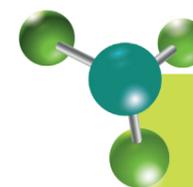
1.6 UN QUADRO STRATEGICO PER I BIOLUBRIFICANTI

Politiche di sostenibilità	Come possono contribuire i biolubrificanti
Green deal	La politica dei prodotti deve ridurre l'impronta ambientale e climatica dei prodotti immessi sul mercato, estendere la durata di vita dei prodotti, aumentare il tasso di utilizzo dei materiali circolari, ridurre i rifiuti e ottenere tassi di riciclaggio più elevati
Economia circolare	È la progettazione sostenibile di un prodotto che risponde a una funzione altrimenti assoluta da un equivalente derivato dai combustibili fossili. La circolarità può migliorare in un ambiente privo di sostanze tossiche, per ottenere sostanze chimiche sicure e sostenibili attraverso soluzioni che sostengano sia la transizione verde sia quella digitale della nostra economia e società.
Decarbonizzazione dell'economia	I biolubrificanti, riducendo l'uso di combustibili fossili, riducono le emissioni di gas climalteranti, nel corso del ciclo di vita del prodotto-servizio, del 28% (elaborazione Fondazione Ecosistemi su dati di letteratura)
Mobilità sostenibile	La Direttiva RED e la Roadmap della Mobilità Sostenibile orientano il settore del trasporto, pubblico e privato, verso una riduzione dell'uso dei combustibili fossili
Tassonomia ambientale	La Tassonomia Ambientale e i Criteri di Vaglio Tecnico stabiliti per i sei obiettivi ambientali definiti dalla Commissione UE individuano i criteri sulla base dei quali definire un investimento sostenibile. Solo gli investimenti sostenibili troveranno riscontro sul mercato finanziario, a tassi e condizioni eque

L'ambiente e i lubrorefrigeranti

I Bio-lubrorefrigeranti sono una particolare categoria di Biolubrificanti che più di ogni altra si è diffusa in Italia e in Europa per i vantaggi in termini di sicurezza e impatto igienico sanitario sugli operatori oltre ai consueti vantaggi ambientali che caratterizzano in generale i Biolubrificanti.

2. I BIOLUBRIFICANTI



In **Italia** l'imposta di consumo sugli oli minerali lubrificanti e l'elevato prezzo del petrolio, nonostante l'assenza di un impianto legislativo che definisca le specifiche di biodegradabilità, ha creato, dal 2008, le condizioni per lo sviluppo di filiere di produzione, commercializzazione e valorizzazione dei biolubrificanti.

I **biolubrificanti** - prodotti di completa o parziale origine naturale che non sono tossici per l'ambiente e le specie viventi e facilmente biodegradabili - sono inoltre riusciti a risolvere i principali difetti che possedevano, dovuti all'instabilità termica e in quella ossidativa: oggi presentano caratteristiche di resistenza comparabili a quelle dei prodotti petroliferi.

2.1 BIOLUBRIFICANTI: IL CONTESTO ATTUALE

I biolubrificanti in Italia si sono sviluppati e diffusi soprattutto poco prima della crisi finanziaria del 2009. Il world show di Al Gore del 2006-2007 sul tema dei cambiamenti climatici, che lo ha poi portato a vincere il premio Nobel nel 2007, e il prezzo del petrolio ai massimi storici nel giugno 2008 (144 \$ barile) hanno creato le condizioni ideali per la nascita di attività di ricerca volte a sostituire gli oli minerali di derivazione petrolifera con oli vegetali o di derivazione vegetale provenienti da fonti rinnovabili.

Fino a quel momento in Italia, contrariamente a quanto succedeva in alcuni paesi del nord Europa, non erano richieste specifiche di biodegradabilità o rinnovabilità ai fluidi lubrificanti utilizzati in applicazioni a certo o alto rischio di contaminazione ambientale.

Un altro aspetto distintivo dell'Italia è il fatto che gli oli di origine minerale siano gravati da una *imposta di fabbricazione* istituita nel 1936, oggi denominata *imposta di consumo di oli minerali lubrificanti*, in corso di evoluzione. Tale imposta è unica in Europa sia per la sua struttura legislativa sia per il suo valore. In Europa solo Portogallo e Polonia hanno qualcosa di simile, ma con valori drasticamente inferiori.

Tale imposta ha un valore proporzionale al contenuto percentuale di olio minerale lubrificante utilizzato nelle formulazioni fino ad arrivare al valore pieno di 787,81 €/ton, se il contenuto è >70% wt. L'imposta cambia sensibilmente il prezzo di mercato degli oli minerali lubrificanti. Infatti, se si considera che il prezzo delle basi minerali più utilizzate in Europa ha un costo alla fonte (al febbraio 2021) di ca. 730 €/ton, si può intuire come l'imposta possa distorcere il valore economico percepito degli utilizzatori finali.

L'imposta di consumo esenta i biolubrificanti. Quindi in Italia, grazie all'imposta di consumo sugli oli minerali lubrificanti, a una crescente sensibilità ambientale, a un prezzo del petrolio ai massimi storici e,

nonostante l'assenza di un impianto legislativo atto alla definizione delle specifiche di biodegradabilità in talune applicazioni, a partire dal 2008 si sono create le condizioni per lo sviluppo di filiere di produzione, commercializzazione e valorizzazione dei biolubrificanti.

Tale contesto favorevole ha permesso all'Italia di essere protagonista di un processo virtuoso che ha portato il nostro paese ad essere uno dei maggiori produttori e consumatori di biolubrificanti.

Si stima che nel settore industriale, quello più a rischio di impatto ambientale, il consumo di biolubrificanti abbia raggiunto l'8-10%, con picchi del 20% in talune applicazioni.

2.2 COSA SONO I BIOLUBRIFICANTI

La definizione di biolubrificante si applica a tutti quei prodotti di completa o parziale origine naturale che non sono tossici per le specie viventi e facilmente biodegradabili.

Dall'inizio della storia umana le sostanze grasse sono utilizzate come lubrificante per ridurre l'attrito tra due parti in reciproco movimento. Le sostanze grasse allo stato nativo hanno rappresentato per millenni l'unico lubrificante disponibile, quali ad esempio il sego bovino, lo strutto, gli oli vegetali. Con l'avvento dell'era petrolifera sono diventate disponibili grandi quantità di fluidi a basso costo e dalle ottime proprietà lubrificanti. Questo ha fatto in modo che i lubrificanti del XX° secolo fossero sostanzialmente costituiti da materiale di origine petrolifera.

In questi ultimi anni abbiamo assistito ad una parziale inversione di tendenza, con la *driving force* rappresentata dalle motivazioni di ordine ecologico, ambientale, di rinnovabilità e sostenibilità. Il ritorno delle sostanze grasse di origine naturale è stato all'inizio abbastanza problematico, per via della palese inferiorità relativamente agli aspetti prestazionali. I maggiori difetti dei prodotti naturali risiedono nella instabilità termica e in quella ossidativa: per quanto riguarda il primo aspetto il principale fattore di instabilità termica può essere attribuito agli atomi di idrogeno del glicerolo che si trovano in posizione beta rispetto al legame estere. Questo problema è stato risolto impiegando neoglicoli, in sostituzione del glicerolo naturalmente presente nelle sostanze grasse naturali.

La possibilità di preparazione di esteri con neoglicoli, unitamente a quelli che si possono ottenere da alcoli metilico, etilico, propilico/isopropilico, butilico/isobutilico e 2-etilillico ha posto in luce una caratteristica fondamentale dei lubrificanti a base di sostanze grasse, la versatilità. A partire dalla stessa miscela di acidi grassi, realizzando l'esterificazione con alcoli diversi, è possibile ottenere una gamma di prodotti estremamente variegata, da utilizzare nelle più disparate condizioni di impiego per le quali sono richiesti prodotti a ridotta o elevata viscosità, nelle più diverse condizioni di temperatura. Utilizzando opportunamente miscele di acidi grassi e selezionando con cura l'alcool/polialcol per l'esterificazione, è possibile ottenere una gamma di prodotti utile a coprire tutte le esigenze di lubrificazione.

Esistono altri tre aspetti che incoraggiano, per talune applicazioni, l'impiego di derivati delle sostanze grasse:

- il migliore indice di viscosità dei derivati da sostanze grasse, inteso come una minore variazione della viscosità al variare della temperatura;

- le migliori prestazioni all'infiammabilità rendono i fluidi a base naturale come prodotti *fire resistant*, quindi molto indicati per l'impiego come fluidi idraulici in situazioni di oggettivo pericolo;
- un comportamento superiore nell'adesione alle superfici metalliche; una proprietà che deriva dalla polarità del gruppo estere, che consente una più spinta interazione.

Il secondo problema, la questione della stabilità all'ossidazione, è stata di più difficile definizione e soluzione. Il centro di instabilità è rappresentato dalla presenza di doppi legami all'interno della catena degli acidi grassi, che non sono presenti nei prodotti origine petrolifera. Per alcune applicazioni è possibile utilizzare esteri di acidi grassi saturi a corta catena, che offrono ottime performance sia dal punto di vista della stabilità termica che da quello della stabilità ossidativa. Ricordiamo a questo proposito gli esteri del trimetilolpropano con acidi grassi C8-C10. Questo estere è completamente saturo, quindi poco sensibile ai fenomeni ossidativi e rimane liquido fino a temperature inferiori ai -50 °C. Per questa ragione è un fluido perfetto da utilizzare nei circuiti idraulici degli aerei o per la lubrificazione dei compressori degli impianti frigoriferi.

Purtroppo, molecole come quella ora discussa, non posseggono viscosità utili per l'operatività a temperature superiori a quella ambiente. Per risolvere quindi i problemi relativi alla stabilità ossidativa e contemporaneamente ottenere viscosità interessanti nel campo ISO 46 o ISO 64 (per i quali il numero indica la viscosità cinematica determinata alla temperatura di 40 °C) sono stati messi a punto i cosiddetti "esteri complessi", per i quali due molecole di esteri parziali del trimetilolpropano con acidi grassi a corta catena sono uniti tra loro mediante reazione con un acido bicarbossilico quali adipico, azelaico o sebacoico.

Un'altra importante categoria di prodotti con spiccata resistenza all'ossidazione ed elevata viscosità è rappresentata dagli estolidi degli acidi grassi, che possono essere realizzati per reazione tra un acido grasso saturo ed uno insaturo, con formazione di un legame estere tra le due molecole di acido grasso. Il numero di questi legami determina struttura e proprietà degli estolidi. Diversi parametri strutturali (MW, ramificazioni, ecc.) e fisici (viscosità, punto di congelamento, ecc.) possono essere ottenuti disegnando opportunamente le molecole. Gli estolidi non contengono glicerolo o altri polialcoli.

Si viene in questo modo a chiudere il cerchio, ottenendo prodotti aventi caratteristiche di resistenza comparabili a quelle dei prodotti petroliferi. Tutto questo non deve però far dimenticare che gli esteri dell'acido oleico o di miscele di acidi grassi a numero di iodio non troppo elevato (max. 70-90), pur in presenza di insaturazioni che rappresentano un elemento di instabilità ossidativa, sono impiegati con successo in moltissime applicazioni ove la stabilità ossidativa è un parametro meno importante della rinnovabilità, della biodegradabilità e delle caratteristiche *fire resistant*. Infatti, come in tutte le situazioni per le quali si è iniziato il processo di sostituzione dei prodotti convenzionali con prodotti di derivazione naturale si è assistito, dopo un primo periodo confuso, durante il quale sono state provate le più disparate applicazioni, a una selezione delle applicazioni più convenienti dove le caratteristiche uniche di questi prodotti potevano essere considerate premianti. Particolare riferimento può essere fatto per tutte le applicazioni dove il rischio di sversamento nell'ambiente sia elevato o esista pericolo di incendio (fluidi idraulici) o per le applicazioni a perdere, con sicura contaminazione esterna (chain saw, casseforme del calcestruzzo, ecc.).

Al contrario, dopo molte ricerche nel settore automotive lo sviluppo di questi prodotti è stato pressoché abbandonato in considerazione delle condizioni di esercizio assai gravose e del fatto che, comunque le possibilità di rilascio nell'ambiente sono assai limitate. Occorre inoltre tenere in conto che il sistema italiano di recupero degli oli minerali usati è uno dei più capillari ed efficienti del mondo.

Un discorso a parte merita la questione additivi. Nella formulazione di un fluido lubrificante, circa il 90 % è rappresentato dalla base lubrificante, del tipo di quelle sin qui discusse. Il rimanente 10 % è costituito da una serie di additivi con attività anticorrosione, antiossidante, antischiuma, viscosizzante, untuosante, e migliorativa delle prestazioni a freddo. Si può comprendere come la scelta di questi additivi non deve essere fatta a caso o privilegiando le prestazioni, senza tenere conto delle caratteristiche ambientali e di sostenibilità anche di questa importante frazione.

Giova infine ricordare che la miscelazione di biocarburanti con lubrificanti convenzionali di origine minerale deve essere assolutamente scoraggiata: infatti queste miscele non possono essere trattate nel circuito di recupero dei lubrificanti convenzionali né tanto meno riciclate in impianti per lo sfruttamento a fini energetici in motori fissi o previa trasformazione in biodiesel, impedendo una corretta destinazione di fine vita, alla base dell'economia circolare.

Ancora una volta infine occorre ricordare la enorme sproporzione tra le dimensioni del mercato dei prodotti petroliferi e quello dei prodotti di origine naturale, che impedisce a priori anche solo di ipotizzare una completa sostituzione di tutti i lubrificanti per tutti gli impieghi.

In *tabella 1* si riportano alcuni esempi che derivano da una sperimentazione realizzata a partire da acidi grassi di *Crambe abyssinica*. (Bondioli P., L. Inzaghi, G. Postorino e P. Quartuccio: *Crambe abyssinica oil and its derivatives as renewable lubricants: synthesis and characterisation of different esters based on Crambe fatty acids*. Riv. It. Sostanze Grasse, 74, 137 (1997), Ripreso da J. Synth. Lubrication, 15 (4), 271 (1999)

Tabella 1

Alcool nell'estere	Numero di iodio (gl ₂ /100 g)	Viscosità cinematica @ 40 °C mm ² /sec	Viscosità cinematica @ 100 °C mm ² /sec	Indice di Viscosità	Punto di scorrimento °C	Punto di intorpidimento °C
Metanolo	89.8	5.8	2.1	199	-6	+10
Etanolo	86.2	6.1	2.2	207	+3	+10
Isopropanolo	82.8	6.0	2.3	214	-2	-11
2-etilesilico	69.3	10.5	3.2	190	-18	-10
Neopentilglicole	84.7	32.2	7.3	203	-6	-6
Trimetilolpropano	86.6	56.9	11.0	190	-12	-12
Pentaeritritolo	89.3	78.7	14.8	198	+10	0
Glicerolo	91.0	51.5	10.5	199	-9	-

2.3 COSA SONO I LUBROREFRIGERANTI

Il lubrorefrigerante (o olio lubrificante industriale o olio lubrificante per metalworking) è un fluido di processo utilizzato nell'industria meccanica durante le lavorazioni meccaniche di asportazione truciolo e rettifica: il suo compito è quello di lubrificare gli utensili, raffreddare i pezzi lavorati, e favorire l'evacuazione dei trucioli e dei residui prodotti durante la lavorazione. Si tratta quindi di olio emulsionabile per macchine utensili.

Esistono due macro-famiglie di lubrorefrigeranti: Interi e Miscibili in acqua.

I **lubrorefrigeranti interi** vengono utilizzati prevalentemente nella lavorazione degli ingranaggi (taglio e rettifica), nei torni a fantina, nelle rettifiche per la produzione di utensili, nello stampaggio e in tutte quelle lavorazioni meccaniche dove è richiesta un'ottima lubrificazione possono essere di natura minerale, di esteri sintetici e vegetali, quindi su base rinnovabile in sostituzione di basi esauribili come le basi di derivazione petrolchimica.

Nell'ultimo decennio si è assistito ad un impiego sempre più massiccio dei lubrorefrigeranti a base rinnovabile, grazie ai conclamati vantaggi: ambiente e sicurezza, alto punto di infiammabilità, assenza di fumosità, maggiori performance. Si tratta, inoltre, di lubrificanti industriali non soggetti ad imposta di consumo applicata da parte dell'ufficio tecnico delle finanze (UTE).

Gli **oli lubrificanti miscibili** vengono utilizzati prevalentemente nelle macchine utensili di asportazione truciolo e rettifica: torni, fresatrici, foratrici, maschiatrici, alesatrici, trapani, centri di lavoro, rettifiche (in tondo e tangenziali) e in tutte quelle lavorazioni meccaniche dove è importante la refrigerazione.

Il lubrificante per metalworking miscibile viene diluito in acqua (con un miscelatore) a concentrazioni che variano mediamente dal 5% al 15% in asportazione truciolo, e dal 3% al 5% in rettifica. Il prodotto concentrato da diluire può avere una quantità di olio che può variare mediamente dal 10% al 60%, e questo olio può essere: Minerale, Estere Vegetale o un mix di entrambi.

Solo prodotti di ottima qualità sono in grado di contribuire nel processo riducendo l'usura degli utensili, e migliorando la qualità superficiale dei pezzi lavorati. Il lubrorefrigerante si trasforma in un utensile liquido, generando risparmi importanti.

Rischi associati a fluidi e oli lubrorefrigeranti

I principali rischi associati a fluidi e oli lubrorefrigeranti riguardano il contatto cutaneo. Queste miscele contengono diversi agenti chimici, potenzialmente cancerogeni, capaci di mettere a repentaglio la sicurezza del lavoratore che ne venga a contatto. Il largo uso di questi fluidi nel corso delle operazioni di lavorazione di pezzi metallici espone l'operatore a diverse possibilità di contatto cutaneo, anche in fase di pulitura dell'utensile o manutentiva.

Al fine di limitare il rischio di contatti è necessario che ogni manipolazione, del prodotto lavorato e dell'utensile, avvenga indossando i DPI previsti. Non è inoltre da sottovalutare il fenomeno delle nebbie d'olio che, nel caso di lavorazioni ad alte temperature, può rappresentare un'ulteriore fonte di rischio di contatto cutaneo e respiratorio.

Le componenti più pericolose e potenzialmente cancerogene di questi fluidi risultano:

- gli idrocarburi poliaromatici;
- i policlorobifenili;
- i metalli come nichel, cromo e piombo;
- il B (a) (benzo, a – pirene) e le nitrosammine.

Un altro fattore di rischio da non sottovalutare riguardo ai lubrorefrigeranti solubili in acqua è la forte presenza batterica e fungina. Questi fluidi possono favorire la proliferazione di microrganismi capaci di

creare, nei lavoratori, problematiche respiratorie e dermatologiche. Per ovviare tali rischi associati agli inquinanti aerodispersi, per alcune lavorazioni, diviene necessario l'utilizzo di apposite cappe, di schermature per i macchinari o l'utilizzo di tecnologie di lubrificazione minimale che riducono la quantità di fluido utilizzata. Determinanti risultano inoltre una corretta pulizia dei serbatoi in fase di sostituzione dei fluidi e l'utilizzo di biocidi per l'abbattimento della carica batterica e fungina.

La normativa europea

Il settore dei lubrorefrigeranti è oggetto di costanti studi e monitoraggi e si caratterizza per una continua evoluzione e miglioramento dei prodotti. In questi ultimi anni si è avuta una profonda trasformazione, dal punto di vista formulativo, non solamente per poterne migliorare le prestazioni e adattarli a lavorazioni e a materiali sempre più sofisticati ma soprattutto per soddisfare esigenze di riduzione della loro impronta ecologica, vale a dire di bassa tossicità dei componenti, di minima interferenza con l'ambiente di lavoro e di facilità di depurazione dei fluidi esausti.

Le normative della Comunità Europea in termini di igiene e sicurezza (REACH - Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of Chemicals) ovvero il database per la registrazione delle sostanze chimiche, continua a dare impulso alla ricerca per la produzione di fluidi da taglio sempre più 'amici' degli operatori e dell'ambiente, con un basso profilo di pericolosità, utilizzando il più possibile fonti rinnovabili, a base vegetale o sintetica.

Il REACH, in vigore dal 2007, fornisce indicazioni ben precise per la scelta e l'utilizzo delle sostanze da utilizzare nei lubrorefrigeranti, e l'ECHA (European Chemical Agency) aggiorna semestralmente la "Candidate List SVHC", elenco delle sostanze preoccupanti sotto monitoraggio. Le aziende devono dimostrare all'ECHA come utilizzare tali sostanze senza correre rischi e comunicare le misure di gestione dei rischi agli utilizzatori. Il regolamento prevede la nomina di una Autorità Nazionale per ciascuno Stato. Le autorità nazionali hanno la responsabilità dell'applicazione del REACH sul proprio territorio, si scambiano reciprocamente informazioni e si coordinano a livello europeo per le attività di controllo.

Gli obiettivi del REACH sono quelli di:

- Proteggere le persone e l'ambiente dai possibili rischi quando si maneggiano sostanze chimiche
- Migliorare la conoscenza nella Comunità Europea dei prodotti chimici utilizzati nell'industria
- Isolare le sostanze tossiche per la salute umana e l'ambiente
- Favorire la loro sostituzione con prodotti più sicuri.

In Italia il ruolo di Autorità Nazionale è ricoperto dal Ministero della Salute, che assicura, d'intesa con le amministrazioni centrali e gli enti di ricerca, la partecipazione di rappresentanti ed esperti nazionali alle attività dell'Agenzia e della Commissione Europea. Quindi è importante che tutti i lubrorefrigeranti (come tutti i prodotti chimici di processo), siano esenti da sostanze pericolose come Boro, Donatori di Formaldeide e alcuni IPA (idrocarburi policiclici aromatici) che sono ancora presenti in alcuni prodotti. Queste normative, e la maggiore attenzione alle tecnologie "green", hanno favorito l'introduzione degli esteri vegetali sia nei lubrorefrigeranti miscibili sia in quelli interi. Gli oli vegetali sono sempre più utilizzati per l'assenza di IPA, ricavato da fonti rinnovabili, abbattimento fumi e nebbie, alto punto di infiammabilità, maggiori prestazioni, trasparenti ed inodore. Rappresentano la migliore soluzione per il massimo rispetto ambientale e della sicurezza.

Caratteristiche generali degli esteri vegetali utilizzati in lubrorefrigeranti

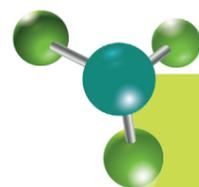
I vantaggi principali degli esteri vegetali utilizzati in lubrorefrigeranti possono essere così sintetizzati:

- provengono da fonti rinnovabili (posseggono tutti i requisiti per poter marchiare il prodotto lubrorefrigerante "Ecolabel")
- Prodotti atossici esenti da IPA e perfettamente tollerati dall'epidermide, esenti da additivi E.P, cloro, zolfo, zinco, fosforo
- L'estere è biodegradabile, l'olio minerale no. Gli esteri sono biodegradabili al 98% in meno di 100 giorni
- Compatibilità igienico sanitaria. Conformi alla normativa REACH (non contengono sostanze pericolose per l'uomo)
- Maggiore lubrificazione dovuta alla differenza intrinseca nella composizione chimica.
- Riduzione dei consumi di olio dovuti alla evaporazione. Tensione di vapore nettamente inferiore rispetto all'olio minerale
- Nessun limite di esposizione
- Altissima tollerabilità igienico-sanitaria: gli esteri non sono irritanti per la pelle e le vie respiratorie
- Ambiente di lavoro più sano e pulito
- Riduzione emissione CO₂
- Maggiore capacità di raffreddamento. Il calore specifico dell'estere è maggiore dell'olio minerale
- Meno soggetti a cambiamenti di prezzi (legati a accise, disponibilità)
- Alto punto di infiammabilità. Permettono di eseguire lavorazioni meccaniche senza presidio
- Altissimo punto di fumo. Permettono di aumentare gli avanzamenti senza generare nebbie o emissioni
- Alto indice di viscosità intrinseco: stabilità nella lubrificazione in funzione della temperatura
- Non esplosivi a pressione atmosferica in qualsiasi rapporto con l'aria
- Un solo prodotto per la lavorazione di tutti i materiali, superleghe, inox; non macchia leghe gialle, rame e alluminio

Oltre ad avere prestazioni migliori dal punto di vista della lubrificazione, riduzione coefficienti di attrito e aumento della durata degli utensili, gli esteri dimostrano quindi migliori performance dal punto di vista ambientale e della tutela della salute e sicurezza. La totale assenza di idrocarburi, li rende atossici e perfettamente tollerabili per gli operatori a contatto.

L'evoluzione degli utensili ha spinto la ricerca a innovare i lubrorefrigeranti emulsionabili. Oggi all'interno della formula dei lubrorefrigeranti non si trova una sola materia prima che era presente negli stessi prodotti per le medesime applicazioni vent'anni fa: c'è stata un'evoluzione incredibile nella scelta degli ingredienti che li compongono. Le direttive che arrivano dal Ministero della Salute e dagli organi competenti, come le varie Arpa sparse sui territori regionali, sensibilizzano le aziende metalmeccaniche nella scelta di prodotti che riducono il più possibile il rischio chimico.

3. I BIOLUBRIFICANTI: MERCATO ATTUALE E BUONE PRATICHE



Nel **settore industriale**, la crescente domanda del mercato di macchine industriali ad alta efficienza ha portato allo sviluppo di tecnologie meccaniche ad alte prestazioni, con un minor consumo di combustibili e riduzione delle emissioni di CO₂. I costruttori chiedono al lubrificante un contributo significativo al raggiungimento di tali obiettivi, considerandolo come parte integrante della macchina, inseriti in programmi di sostituzione di prodotti pericolosi per la salute e per l'ambiente.

Il **mercato globale dei biolubrificanti** ha superato, nel 2016, i 2 miliardi di dollari ed è prevista una crescita significativa, fino ai 3,98 miliardi di dollari entro la fine del 2025.

In **Europa** i biolubrificanti rappresentano circa il 5% del totale dei lubrificanti, concentrati in paesi di lingua tedesca e nord Europa, utilizzati in applicazioni industriali (industria tessile, conciaria, cartaria, metallurgica, metalmeccanica, estrattiva e di escavazione, agroalimentare, farmaceutica e in agricoltura) come alternativa ecocompatibile ai lubrificanti derivati dal petrolio, senza richiedere particolari modifiche di processo o di impianto.

In **Italia** si delinea un crescente orientamento verso l'utilizzo di oli lubrificanti su base vegetale e l'utilizzo di famiglie di additivi ecocompatibili nel settore dell'industria.

3.1 UN QUADRO GENERALE

Nel settore industriale, la crescente domanda del mercato di macchine ad alta efficienza per l'industria ha portato allo sviluppo di tecnologie meccaniche con prestazioni sempre più elevate, che porterebbero ad un minor consumo dei combustibili e conseguente riduzione della CO₂ emessa.

I costruttori chiedono pertanto al lubrificante un contributo significativo al raggiungimento di tali obiettivi e tendono sempre più a considerarlo come parte integrante della macchina, un elemento quindi di progettazione.

In questa ottica, l'uso di biolubrificanti in alternativa ai formulati convenzionali deve essere inserito in programmi di sostituzione di prodotti pericolosi per la salute e per l'ambiente, attraverso la creazione di appositi marchi o certificazioni volti a valorizzare i processi produttivi interamente ecocompatibili, anche e soprattutto nell'ottica di una differenziazione dei prodotti sulla concorrenza globale.

Si consente così l'affermazione di un nuovo mercato in cui il consumatore è disposto a pagare un prezzo maggiore per un manufatto prodotto con maggiore rispetto dell'ambiente e privo di residui di prodotti minerali o di sintesi.

La Pubblica Amministrazione potrebbe acquistare i biolubrificanti, in modo diretto o indiretto, per compensare il differenziale di prezzo determinatosi prima del raggiungimento di un'economia di scala, giustificando tale intervento proprio con le ricadute sulla qualità dell'ambiente dell'intero distretto.

L'UE ha iniziato a muoversi nella direzione dei biolubrificanti con la Decisione della Commissione che ha stabilito i criteri per l'assegnazione del marchio di qualità ecologica dell'Unione Europea (Ecolabel UE) ai lubrificanti, che garantisce elevati standard prestazionali e sono caratterizzati da un ridotto impatto ambientale durante l'intero ciclo di vita.

I lubrificanti EAL inoltre soddisfano gli standard richiesti dai principali enti di registrazione ed etichettatura europei:



European
EcoLabel
«EEL»



German
Blue Angel



Nordic
Ecolabel



Sweden



OSPAR



France

In Italia non esiste una normativa che impone l'utilizzo di biolubrificanti, ma esiste la Direttiva 2004/35/CE. È stata recepita con il Dlgs 152/2006 e prevede che l'operatore economico sia tenuto a mettere in atto a proprie spese:

- 1) Azioni di prevenzione dinnanzi al rischio di danno ambientale
- 2) Azioni di ripristino ambientale
- 3) Iniziative statali di prevenzione e di ripristino ambientale
- 4) Azione risarcitoria del danno ambientale.

Come conseguenza, contrariamente a quanto accade con i lubrificanti tradizionali, gli oli vegetali o a base estere, non sono soggetti al pagamento dell'imposta di consumo.

3.2 IL MERCATO ATTUALE

Il mercato italiano ed europeo

In Europa i biolubrificanti rappresentano meno del 5% del totale dei lubrificanti: il loro impiego è concentrato nei paesi di lingua tedesca e nel nord Europa.

Sono utilizzati in molte applicazioni industriali (industria tessile, conciaria, cartaria, metallurgica, metalmeccanica, estrattiva e di escavazione, agroalimentare, farmaceutica e in agricoltura) come alternativa ecocompatibile ai lubrificanti derivati dal petrolio, generalmente senza richiedere particolari modifiche di processo o di impianto.

A fronte della riduzione delle raffinerie in Europa, lo sviluppo dei biolubrificanti, con una filiera molto più corta di quella dei lubrificanti minerali e con forti integrazioni con il mondo agricolo e dell'agroindustria,

sta contribuendo in modo significativo a sviluppare un comparto industriale importante che necessita di cambiare i paradigmi convenzionali, per agevolare delle soluzioni focalizzate a unire la disponibilità di materie prime (per la produzione dei biolubrificanti), magari su base regionale, con le necessità dell'industria di utilizzo specifico.

Diventa così necessario identificare una linea di prodotti base che, opportunamente trattati e miscelati, diventino poi il lubrificante richiesto.

Si aprono molte opportunità per realtà in grado di sviluppare tecnologie per la produzione degli elementi di base dei biolubrificanti, con legami diretti con la catena di fornitura delle materie prime di derivazione agricola e da scarti alimentari regionali.

Se parliamo del mercato dei lubrificanti, nel nostro paese, nel 2018, ammonta a 399,5 migliaia di tonnellate (dati Unem), di cui 194,5 nel settore dei trasporti (di cui 151,8 per motori, 39,6 per la trasmissione e 3,1 grassi) e 205 nell'industria (197,7 come oli, 7,2 come grassi).

Anche in Italia si delinea un crescente orientamento verso l'utilizzo di oli lubrificanti su base vegetale e l'utilizzo di famiglie di additivi ecocompatibili nel settore dell'industria.

Inoltre in Italia vi è un significativo know how, anche sui biolubrificanti, patrimonio che ha portato le imprese innovatrici italiane del settore a ritagliarsi un ruolo come attori di spicco nel mercato europeo, oltre che nazionale.

È in questo settore, in particolare, che la combinazione di oli di girasole ad alto oleico con oli di brassicacee (ad alto erucico) permetterebbe di ampliare notevolmente la gamma di impiego dei lubrificanti vegetali, coinvolgendo, in progetti pilota, comparti importanti come l'industria tessile, conciaria, cartaria (settori in cui l'olio da girasole alto oleico ha già dato ottimi risultati), estrattiva (es. lapidei delle Apuane) e meccanica (per le cui applicazioni l'olio ad alto erucico si mostra particolarmente idoneo).

Alcuni industriali appartenenti a questi distretti si sono dimostrati particolarmente interessati all'utilizzo dei biolubrificanti, anche grazie ai progetti PRAI-Biovit e Dulvit, che hanno condotto la sperimentazione di una filiera regionale di biolubrificanti da girasole varietà alto oleico in sostituzione di formulati di oli minerali; filiera che ha coinvolto tre importanti distretti industriali della Toscana - tessile di Prato, conciario di Santa Croce sull'Arno (PI) e cartario di Lucca - che hanno recentemente avviato le prime sperimentazioni a livello industriale con risultati di buon interesse applicativo, che forse necessitano di un supporto per arrivare, velocemente, a essere competitivi.

Novamont ha invece implementato, in Umbria, una filiera per la produzione di girasole ad alto contenuto di acido oleico destinato alla produzione di lubrificanti biodegradabili da fonte rinnovabile, da utilizzare nelle macchine agricole. A questo scopo qualche anno fa è stata creata Sincro, una società paritetica tra Novamont ed Oro Verde, una Cooperativa di circa 600 imprenditori agricoli afferenti a Coldiretti. Gli agricoltori soci di Oro Verde producono il seme di girasole alto oleico; Sincro lo acquista, estrae l'olio e lo "trasforma" in biolubrificanti venduti attraverso la rete dei Consorzi Agrari (CAI) (figura 1).

Un esempio di interesse è l'accordo firmato nel 2019 da Coldiretti, Novamont, Filiera Agricola Italiana e Consorzio Agrario dell'Umbria che rappresenta il primo patto nazionale per lo sviluppo di olio di girasole "made in Italy" destinato alla produzione di biolubrificanti, bioplastiche e acido pelargonico. L'accordo par-

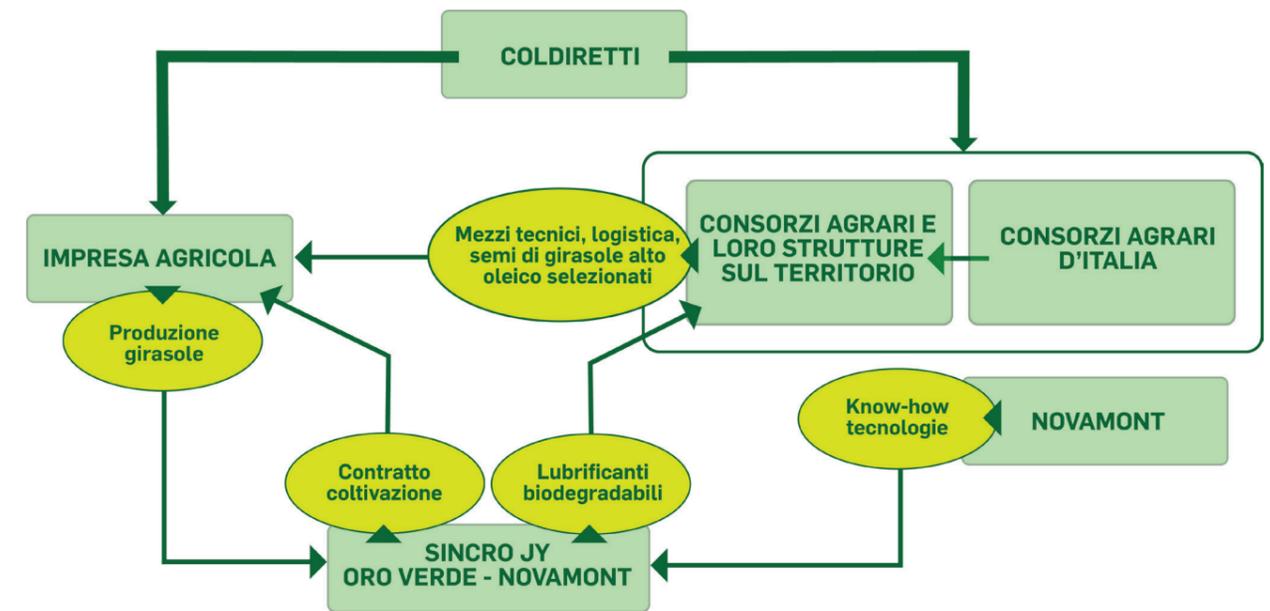


Figura 1 - SINCRO e gli attori della filiera agro industriale

te con 1.200 ettari seminati dal Consorzio Agrario dell'Umbria e una base di 25k quintali di semi ottenuti dalla coltivazione di girasole ad alto contenuto di acido oleico. La scelta è caduta sul girasole poiché questa pianta può essere coltivata in aree difficili, in terreni sia pesanti che sabbiosi, originando un'opportunità di reddito aggiuntivo per gli agricoltori.

Malgrado questi primi passi, datati diversi anni fa, lo slancio verso l'utilizzo massivo dei biolubrificanti non è ancor avvenuto, ma il cambiamento del contesto europeo e nazionale apre prospettive molto ampie.

Mercato globale

Il mercato globale dei biolubrificanti ha già superato i 2 miliardi di dollari (2016) ed è prevista una crescita significativa, grazie alla crescente consapevolezza ambientale dei consumatori e al diffondersi di normative stringenti in materia: secondo l'analisi MRFR (Market Research Future) il mercato dei biolubrificanti dovrebbe raggiungere i 3,98 miliardi di dollari entro la fine del 2025 con un robusto tasso di crescita composto annuo del 7,1%. Un ruolo centrale nell'espansione del mercato viene svolto dallo sviluppo di quadri normativi a sostegno dei biolubrificanti, come è avvenuto negli USA.

Un esempio virtuoso è quello dell'EPA Americana che ha implementato regolamenti che richiedono a tutte le navi marittime di ottenere il VGP (Vessel General Permit) obbligatorio per la navigazione nelle acque degli Stati Uniti e di utilizzare lubrificanti accettabili e rispettosi dell'ambiente in tutte le interfacce olio-mare.

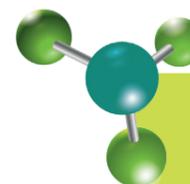
La conformità ai mandati normativi, ai requisiti di prestazione e ai prezzi competitivi sono i tre fattori determinanti per l'acquisto quando si seleziona un prodotto biolubrificante; tuttavia, il punto chiave di vendita varierà a seconda dei paesi e delle regioni.

Un mix di fattori, tra cui la scarsa attuazione della normativa ambientale e l'elevata sensibilità ai prezzi, contribuiscono a mantenere a un livello ancora basso la domanda di biolubrificanti, ma l'esempio dei paesi virtuosi permetterà lo sviluppo e la diffusione di tecnologie che consentano una produzione competitiva dei biolubrificanti. Inoltre, i fornitori di lubrificanti sembrano non impegnarsi attivamente nella promozione e commercializzazione dei biolubrificanti.

Gli idrocarburi sintetici biobased o idrocarburi verdi sono basi ad alte prestazioni derivate da fonti rinnovabili, come gli oli vegetali e le piante, con prestazioni simili a quelle delle loro controparti minerali.

Si stima che nell'attuale mercato dei biolubrificanti circa 10 fornitori rappresentino quasi il 70% del totale.

4. I BENEFICI AMBIENTALI E SOCIALI DEI BIOLUBRIFICANTI



La comparazione degli impatti ambientali fa emergere che **i biolubrificanti** presentano **indubbi vantaggi ambientali**, rispetto ai lubrificanti convenzionali, sul versante del cambiamento climatico, della riduzione dell'ozono e acidificazione delle piogge.

La linea vegetale, visti gli effetti cutanei di origine chimica e microbiologica e dal rischio cancerogeno mutageno da IPA presenti negli oli minerali nelle sue molteplici varianti, arreca benefici relativi a biodegradabilità, rinnovabilità, riduzione dei consumi energetici, altissima tollerabilità igienico-sanitaria, riduzione del rischio incendio.

I lavoratori hanno percepito un **miglioramento delle condizioni di salute** associate ai biolubrificanti: per una minore presenza di problemi cutanei, una migliore condizione di pulizia dei locali e delle superfici e la percezione di una migliore qualità dell'aria.

L'utilizzo di **oli vegetali per le lavorazioni meccaniche** è possibile dal punto di vista tecnico, prestazionale, economico ed auspicabile per l'eliminazione del rischio per la salute dei lavoratori e aumentare la loro qualità della vita professionale.

4.1 I BENEFICI AMBIENTALI

La comparazione tra gli impatti ambientali dei lubrificanti con base minerale e dei biolubrificanti è stata realizzata da dati di letteratura, presenti anche nelle banche dati Ecoinvent 3.5, tenendo conto dei principali studi in materia e, tra questi: il *"Comparative Life Cycle Assessment of Biolubricants and Mineral Based Lubricants"* di Phoebe Cuevas (University of Pittsburgh), il *"Comparative LCA between biobased and petroleum-based lubricants"* del KTH Royal Institute of Technology School of Industrial Engineering and Management, *"Life Cycle Assessment Synthesis for a Volume of Lubricating Oil in Marine Applications"* realizzata dal Department of Civil and Environmental Engineering, Washington State University.

I due sistemi messi in comparazione hanno i confini di sistema rappresentati come nelle *figure 2 e 3*:

La valutazione comparata tiene conto delle caratteristiche peculiari dei prodotti a base vegetale – colza e soia – e dell'intenso uso di erbicidi, pesticidi e fertilizzanti previsti dagli eco-inventari, e quindi non depurabili. Si evidenzia, comparando gli impatti ambientali, che i biolubrificanti (derivanti da soia) presentano indubbi vantaggi ambientali, rispetto ai lubrificanti convenzionali, sul versante del cambiamento climatico (in modo gigantesco vista la capacità di assorbimento della CO₂ dell'attività agricola), della riduzione dell'ozono e acidificazione delle piogge, mentre sono più impattanti per quel che riguarda l'eutrofizzazione (*figure 4,5,6,7*).

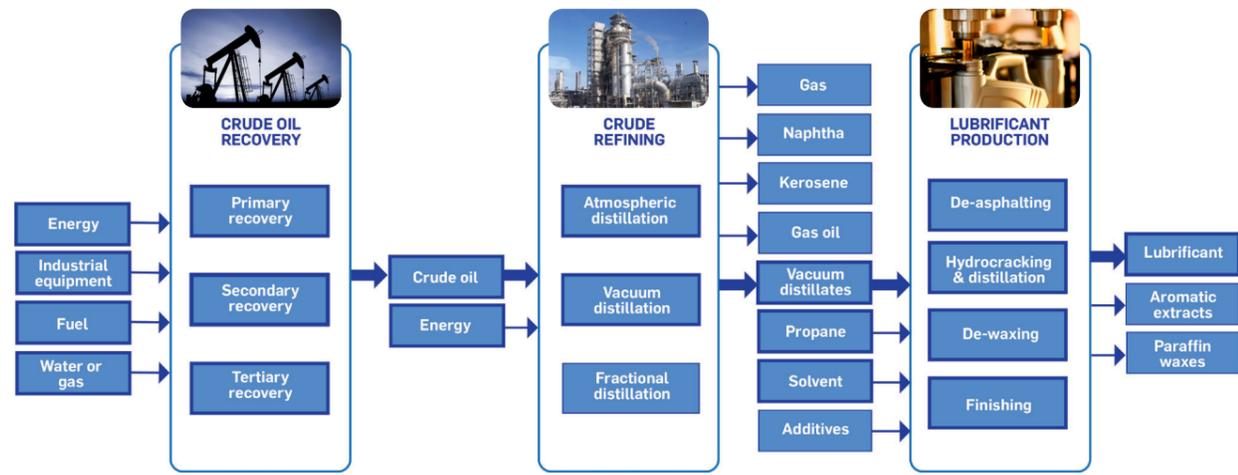


Figura 2 - Lubrificanti a base minerale

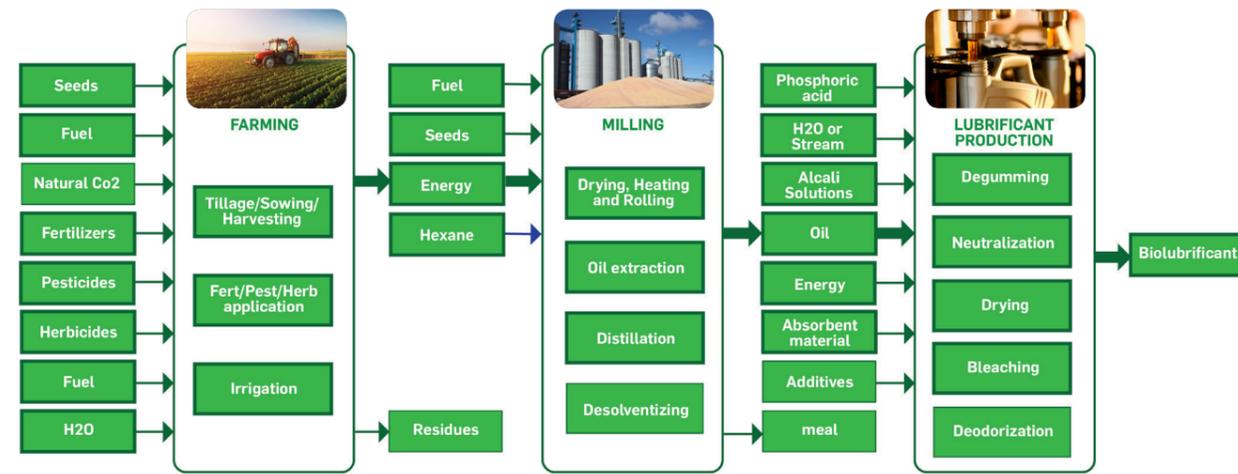


Figura 3 - Biolubrificanti

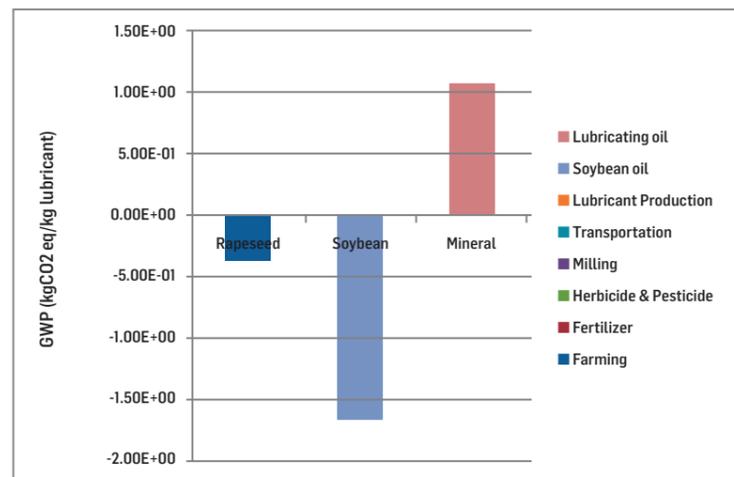


Figura 4 - Life Cycle Impact Assessment: potenziale di riduzione dell'ozono

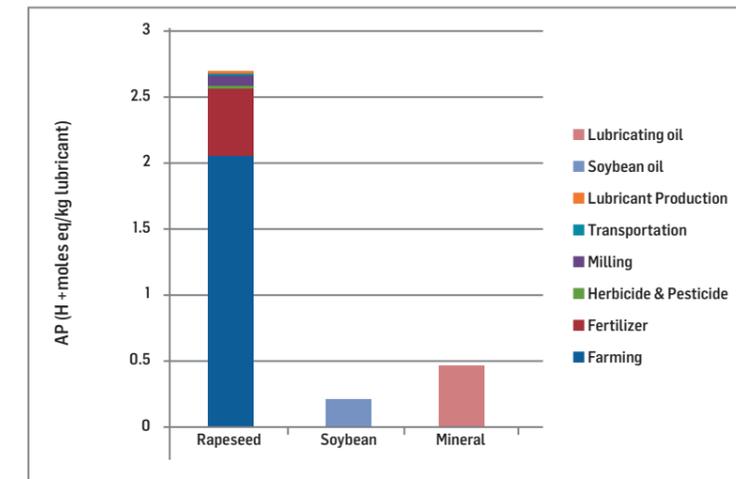


Figura 5 - Life Cycle Impact Assessment: potenziale di acidificazione delle piogge

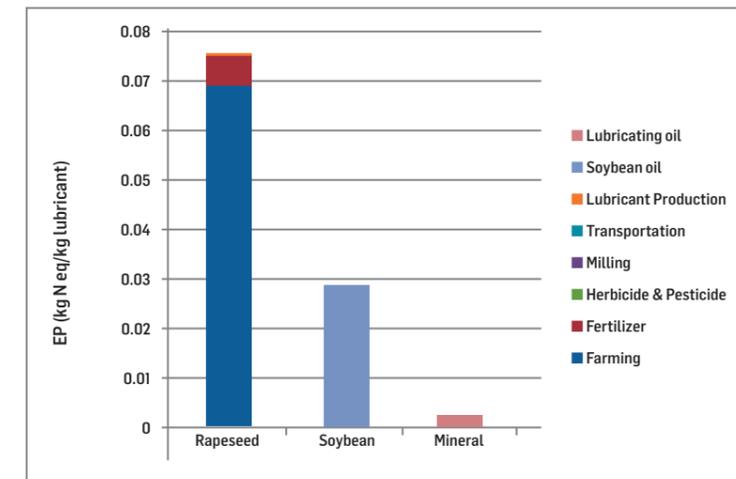


Figura 6 - Life Cycle Impact Assessment: potenziale di eutrofizzazione

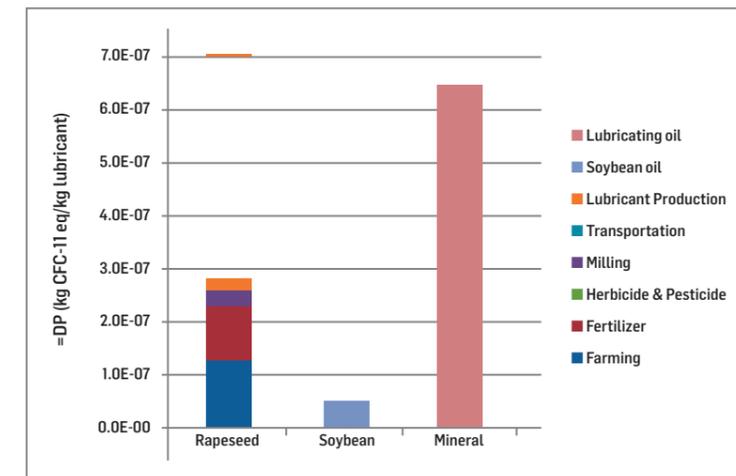


Figura 7 - Life Cycle Impact Assessment: potenziale di riduzione dell'ozono

4.2 SICUREZZA E SALUTE

Risulta evidente come l'esposizione a lubrorefrigeranti abbia per anni rappresentato il più rilevante problema di tipo igienico-sanitario nelle lavorazioni metalmeccaniche.

La maggiore fonte di problemi era rappresentata dagli effetti cutanei di origine chimica e microbiologica e dal rischio cancerogeno mutageno da IPA (idrocarburi policiclici aromatici) presenti negli oli minerali sia nei formulati idrosolubili che non solubili.

Gli IPA sono presenti negli oli di derivazione minerale anche se raffinati al solvente e tendono ad aumentare durante l'utilizzo per effetto dello stress termico generato durante la lavorazione meccanica.

Altri rischi per la salute provengono dall'utilizzo di oli solubili in acqua per la lavorazione meccanica. Tali oli vengono miscelati all'acqua in una percentuale compresa tra il 5 e 15% in volume. Tali oli, oltre all'olio minerale, possono contenere i seguenti componenti rischiosi per la salute degli operatori ognuno dei quali ha una funzionalità specifica in sistemi a base acquosa:

- Ammine secondarie: possono generare durante l'utilizzo nistrosammine
- Acido Borico
- Conservanti che rilasciano formaldeide (es. esa idro Triazina)
- Composto organici volatili (es. Monoetanolamina, acoli, eteri, etc.)

L'utilizzo di prodotti lubrorefrigeranti a base esteri

L'idea di ricorrere ad esteri di origine naturale invece che ad idrocarburi come base per la realizzazione di oli lubrorefrigeranti è da anni oggetto di ricerca e sviluppo da parte delle più grandi imprese del settore.

Le motivazioni tecnologiche di un simile passaggio sono legate alla maggiore capacità lubrificante degli esteri, che già ne giustifica l'utilizzo come additivi nei prodotti di origine idrocarburica. Come detto, infatti, gli esteri esercitano un'azione fisica di adesione in quanto formati da molecole polari che vengono attratte dal materiale in lavorazione con un meccanismo paragonabile all'attrazione tra un polo negativo ed uno positivo.

Il film di olio lubrorefrigerante che viene naturalmente a crearsi impedisce il contatto diretto tra metallo e metallo per l'insorgere di forze di repulsione dette di Van der Waals, determinando una drastica riduzione dell'attrito a favore dell'allungamento della vita dell'utensile che scivola con facilità sul pezzo in lavorazione.

Negli anni passati queste peculiarità proprie degli esteri di origine naturale si sono scontrate con seri problemi di industrializzazione. La scarsa stabilità nel tempo ha reso difficile lo sviluppo di oli lubrorefrigeranti 100% base estere di origine naturale: aziende pioniere hanno pagato sulla propria pelle gli errori fatti propri in termini di ossidazione precoce del prodotto, ovviando alla problematica mediante ricorso a processi di sintesi lunghi, complessi e quindi costosi.

In questo senso anche la variabile economica ha giocato a sfavore della diffusione degli esteri nel campo degli oli lubrorefrigeranti, relegando il loro uso ad applicazioni specifiche di nicchia in cui risultassero giustificati i costi fino a 3-4 volte superiori allo standard.

Dal 2009 hanno preso avvio progetti atti alla valutazione delle performance (prestazionali, ambientali e igienico-sanitarie) offerte da una nuova generazione di oli lubrorefrigeranti 100% base estere di origine naturale (esenti da IPA), la cui eccellenza tecnica risiede nella selezione delle materie prima di partenza condotta in collaborazione con i produttori della stessa nonché nella tecnologia formulativa dell'additivazione che ha permesso l'utilizzo di oli naturali e di origine naturale evitando il problema della polimerizzazione e dell'ossidazione.

La linea vegetale, nelle sue molteplici varianti, si distingue perché arreca, oltre ai vantaggi intrinseci degli esteri, anche i seguenti benefici:

- ottimo poter lubrificante come dimostra la curva sperimentale di Stribeck;
- alto indice di viscosità intrinseco da cui deriva un'elevata stabilità della lubrificazione in funzione della temperatura;
- biodegradabilità >90% e rinnovabilità in quanto prodotto da materie prime di origine non idrocarburica;
- altissima tollerabilità igienico-sanitaria vista l'assenza di IPA di origine idrocarburica e l'assenza di limite di esposizione (valore TLV nullo a fronte di un valore di 5 mg/mc attualmente in vigore per gli oli minerali);
- elevatissimi valori del punto di infiammabilità e del punto di fumo;
- maggiore stabilità all'ossidazione rispetto agli oli vegetali tradizionali ed agli oli insaturi.

Tutte queste caratteristiche portano a consistenti vantaggi quali:

- prolungamento della durata degli utensili;
- forte abbattimento delle nebbie di lavorazione con vantaggi per l'ambiente di lavoro e riduzione dei consumi di olio dovuti all'evaporazione;
- ridotte distorsioni dimensionali dei pezzi grazie alla riduzione di generazione del calore;
- incremento dei parametri di taglio e miglioramento delle finiture del pezzo lavorato;
- riduzione dei consumi energetici, con un risparmio valutato da test di laboratorio nell'ordine del 4-6% a fronte di un coefficiente di attrito ridotto del 15-20%;
- aumento della competitività, in quanto la tecnologia di additivazione permette la realizzazione di prodotti a base estere con costi minori che in passato e paragonabili a quelli degli oli minerali su cui grava l'incremento di prezzo del petrolio nonché l'imposta di consumo vigente in Italia sull'uso di oli minerali ma non di prodotti derivati da olio naturale.

L'esecuzione di test sperimentali di lavorazione presso le aziende utilizzatrici metalmeccaniche ha permesso lo studio comparativo tra olio minerali e oli vegetali per la determinazione dei seguenti parametri sia tecnici che di rischio per la salute.

- Consumo utensili: si è riscontrato una riduzione del consumo fino al 40% degli utensili;
- Consumi energetici: riduzione media del 4% del consumo energetico delle macchine utensili. Si sono osservati anche picchi di abbattimento fino al 5.8% (figura 8).
- Rifiniture superficiali: si è riscontrata una riduzione media della rugosità superficiale fino a picchi del 27.4%
- Abbattimento del particolato aereodisperso assoluto: si osserva una riduzione al di sotto del limite di rilevamento (<0.13 mg assoluti)

- Abbattimento degli IPA del 100%; dopo 6 mesi di lavorazione con oli vegetali, nel particolato aereodisperso si riscontra un contenuto di IPA quasi nullo e comunque uguale a quello determinato nell'ambiente generale esterno all'azienda oggetto dello studio (tabella 3)
- Abbattimento dell'olio e degli IPA riscontrato sull'epidermide degli operatori (tabella 4).

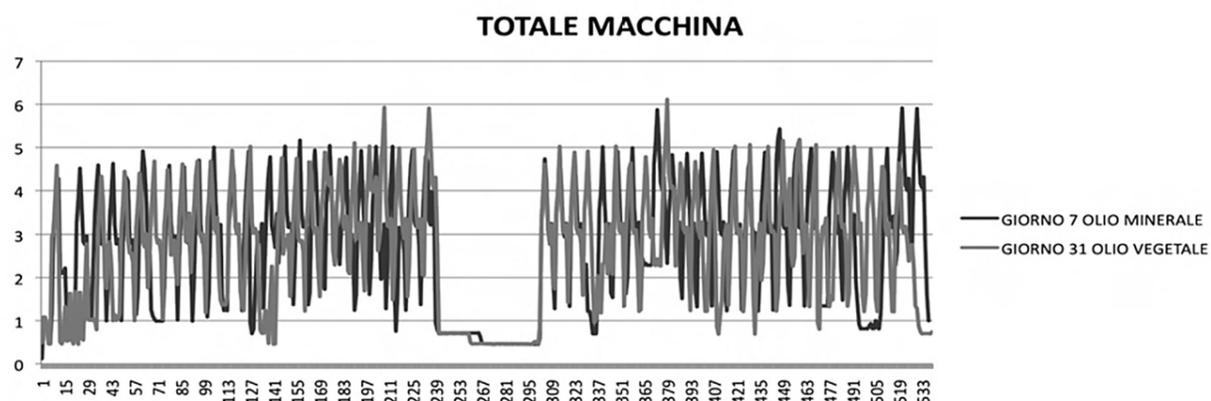


Figura 8 - Tracciato assorbimento elettrico. Asse delle X: numero pezzi lavorati, asse delle Y assorbimento elettrico (kWatt)

Tabella 3 - Determinazione degli IPA aerodispersi /ng/m ³			
	Centro di lavoro con olio vegetale dopo 6 mesi di lavorazione (8h/day)	Centro di lavoro con olio minerale (stesse condizioni e tempi di lavoro)	Ambiente generale esterno
Naftalene	37	2.552	62
Acenaftilene	<500 ng assoluti	<500 ng assoluti	<500 ng assoluti
Acenaftene	<20 ng assoluti	71	<20 ng assoluti
Fluorene	<5 ng assoluti	18	<5 ng assoluti
Fenantrene	10.9	37	11.0
Antracene	0.3	1.1	<0.1 ng assoluti
Fluorantene	0.4	1.4	<0.1 ng assoluti
Pirene	1.4	4.3	1.0
Benzo-a-antracene	<0.05 ng assoluti	2.9	<0.05 ng assoluti
Crisene	<0.1 ng assoluti	3.0	<0.1 ng assoluti
Benzo-b-fluorantrene	<0.05 ng assoluti	0.4	<ng assoluti
Benzo-k-fluorantrene	<0.02 ng assoluti	0.3	<0.02 ng assoluti
Benzo-a-pirene	<0.02 ng assoluti	0.6	<0.02 ng assoluti
Dibenzo-g,h- antracene	<0.04 ng assoluti	<0.04 ng assoluti	<0.04 ng assoluti
Dibenzo-g,h,i-perilene	<0.03 ng assoluti	0.8	<0.03 ng assoluti
Indenopirene	<0.4 ng assoluti	1.4	<0.4 ng assoluti
IPA	50.0	2.694.2	74.0

Tabella 4 - Dosaggio di olio minerale e IPA su PAD avambraccio (pg/cm ²)								
Postazione	Nebbie oleose	Pirene	Benzo (a) antracene	Benzo (b) fluorantene	Benzo (k) fluorantene	Benzo (a) pirene	Dibenzola (a, h) antracene	Benzo (g, h, i) terilene
Centro di lavoro con fluido vegetale	PAD avambraccio dx <0.13 mg assoluti	69	23	-	-	-	-	-
	PAD avambraccio sx <0.13 mg assoluti	41	17	-	-	-	-	-
Centro di lavoro con fluido minerale	PAD avambraccio 0.05 mg/cm ²	dx 16.000 sx 1.086	12.700 907	785 121	86 7	464 36	57 14	2571 136

Tabella 5 - Dosaggio di IPA nel fluido lubrorefrigerante vegetale (µg/g)	
	Fluido lubrorefrigerante vegetale
Acenaftilene	<0.01
Acenaftene	0.1
Fluorene	0.08
Fenantrene	0.50
Antracene	0.08
Fluorantene	0.29
Pirene	0.82
Benzo-a-antracene	0.04
Crisene	0.22
Benzofluorantreni	0.08
Benzo-e-pirene	0.07
Benzo-a-pirene	<0.01
Perilene	<0.01
Indeno (1,2,3-cd) pirene	0.04
Dibenzo-a,h-perilene	0.02
Dibenzo-g,h,i-perilene	0.07
Dibenzopireni	<0.05

In accordo con le aziende utilizzatrici di questi oli vegetali, presso le infermerie delle imprese che hanno aderito all'iniziativa i lavoratori sono stati sottoposti ad interviste mirate e valutazioni cliniche. Sono stati somministrati brevi questionari per disturbi respiratori e cutanei, relativi all'uso di DPI ed infine sulla percezione soggettiva delle condizioni igienico-sanitarie prima e dopo l'introduzione di oli vegetali. I casi risultati positivi allo screening clinico ed anamnestico sono stati indagati con accertamenti di secondo livello presso la USC di Medicina del Lavoro degli Ospedali Riuniti di Bergamo. Le valutazioni cliniche mirate alla cute hanno messo in evidenza pochi casi la presenza di lesioni dermatologiche in atto, che di seguito andiamo a descrivere (Figura 9).

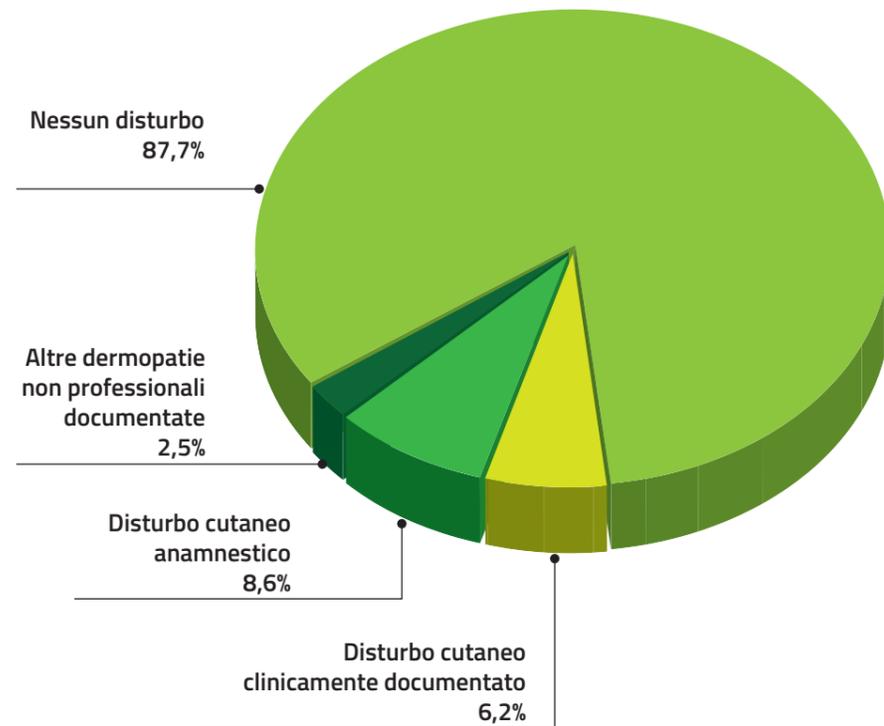


Figura 9 - Alterazioni dermatologiche riscontrate ed anamnesticamente riferite

Da un'indagine approfondita questi casi non erano da ricondurre all'utilizzo di oli vegetali bensì a cause esterne come allergia ai guanti, creme lavamani, etc.

Come da atteso, trattandosi di lavoratori esposti ad oli vegetali, non abbiamo avuto riscontro di nessun caso di follicolite, possibile conseguenza invece dell'esposizione ad oli minerali.

Ai soggetti indagati è stato infine chiesto di esprimere un parere personale, soggettivo, in merito alla condizione di igiene del lavoro percepita dopo l'introduzione degli oli vegetali in sostituzione di quelli minerali.

In particolare sono stati invitati a fornire un giudizio che tenesse in considerazione la qualità dell'aria (formazione di nebbie/aerosol), la impregnazione degli indumenti, la ricorrenza di anche semplici eritemi cutanei, la difficoltà di detergere la cute a fine lavoro etc. Il 63% degli intervistati ha manifestato incertezza, questo per non avere notato significative variazioni. Il 26% dei lavoratori si è dichiarato favorevole al cambiamento, in particolare per una minore presenza di problemi cutanei e per una migliore condizione di pulizia dei locali e delle superfici, oltre che per la percezione di una migliore qualità dell'aria. L'11% dei lavoratori hanno invece dichiarato di avere percepito un peggioramento delle condizioni igieniche, in particolare motivato dalla convinzione di una maggiore ricorrenza di disturbi cutanei di natura irritativa (Figura 10).

Dai risultati così ottenuti è possibile affermare che l'utilizzo di oli vegetali per le lavorazioni meccaniche è possibile dal punto di vista tecnico, prestazionale, economico ed auspicabile per l'eliminazione del rischio per la salute dei lavoratori e aumentare la loro qualità della vita professionale.

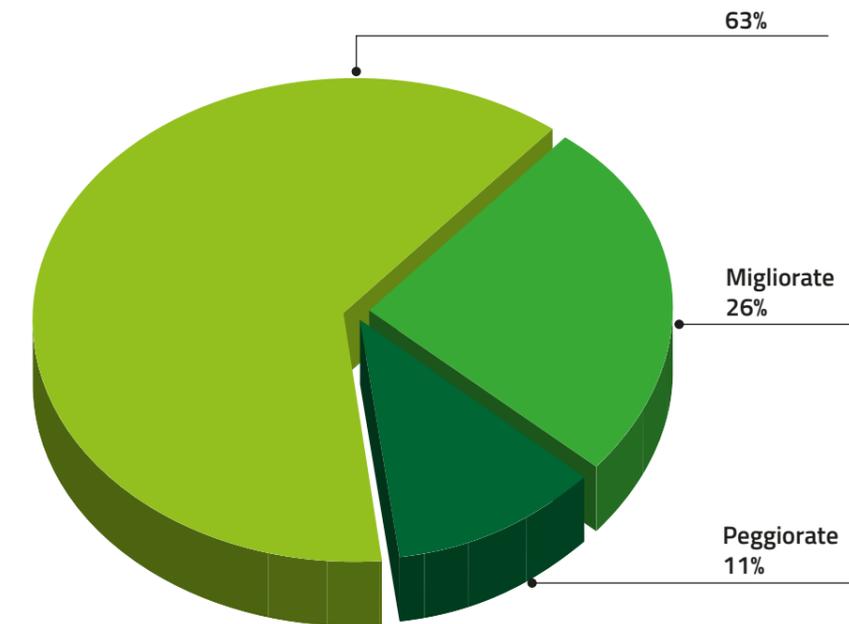
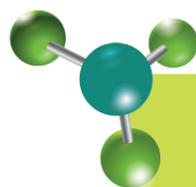


Figura 10 - Giudizio degli operatori sulle condizioni igienico-sanitarie dopo introduzione di oli vegetali in sostituzione degli oli minerali

5. IL MERCATO PUBBLICO E IL GREEN PUBLIC PROCUREMENT



Il **Codice dei Contratti Pubblici** rende obbligatorio, in Italia, il Green Public Procurement e stabilisce, con l'art. 34, che le stazioni appaltanti inseriscano i CAM (Criteri Ambientali Minimi), sia nella fase progettuale che nella fase di gara, relativamente alle specifiche tecniche e alle clausole contrattuali.

Le **undici categorie merceologiche che hanno dei CAM sono**: arredi, materiali da costruzione, manutenzione delle strade, gestione del verde pubblico, illuminazione e riscaldamento, elettronica, tessile, cancelleria, ristorazione, materiali per l'igiene, trasporti.

Anche le **imprese pubbliche** o a **partecipazione pubblica** - che esprimono la propria attività nei settori speciali, ossia i settori dei contratti pubblici relativi a gas, energia termica, elettricità, acqua, trasporti, servizi postali, sfruttamento di area geografica - stanno decidendo volontariamente di iniziare a confrontarsi con i CAM a partire dalle categorie di appalto non strumentali.

Il **consumo di biolubrificanti di origine vegetale**, in Europa pari a 100.000 t, ha un potenziale fattore di sviluppo nel mercato pubblico, in particolare nel settore dei trasporti, dell'energia, illuminazione e riscaldamento, dell'edilizia e in categorie che hanno a che vedere con settori industriali, in particolare il tessile, gli arredi, i servizi di ristorazione (per l'agricoltura).

I CAM relativi al **trasporto di persone e merci** prevedono - al punto H - l'acquisto di grassi ed oli lubrificanti per veicoli adibiti al trasporto su strada e prevedono sia Specifiche Tecniche di base che Criteri Premianti. Le specifiche tecniche previste nei CAM riguardano tre elementi: grassi ed oli lubrificanti (compatibilità con i veicoli di destinazione), grassi ed oli biodegradabili, grassi ed oli lubrificanti minerali a base rigenerata.

La Decisione (UE) 2018/1702 della Commissione dell'8 novembre 2018 stabilisce i criteri per l'assegnazione del **marchio di qualità ecologica dell'Unione** (Ecolabel UE) ai lubrificanti, che prevede, con il criterio 3, requisiti per la biodegradabilità dei composti organici e il potenziale di bioaccumulazione.

L'**EPA** (U.S. Environmental Protection Agency), regolando le perdite accidentali nelle operazioni delle navi commerciali attraverso la **VGP** (Vessel General Permit) che si applica nelle acque a giurisdizione USA, prende in considerazione criteri che permettono di ridurre gli sversamenti di olio in acqua: per queste applicazioni vengono prescritti lubrificanti EAL (Environmentally Acceptable Lubricants) se tecnicamente possibile

validi sotto il profilo ambientale, attraverso la ricerca e la scelta dei risultati e delle soluzioni che hanno il minore impatto possibile sull'ambiente lungo l'intero ciclo di vita".

GPP significa quindi integrare i criteri ambientali (e sociali) negli appalti pubblici per ridurre gli impatti ambientali lungo il ciclo di vita dei beni, servizi ed opere, oggetto delle procedure di appalto.

In Italia i soggetti che dovrebbero applicare il GPP sono, all'incirca, 46.800 (tabella 6):

Tabella 6 - Soggetti che dovrebbero applicare il GPP

Amministrazioni pubbliche ISTAT - Settore S13 del SEC 2010	10.107		
Organi costituzionali	9	Consorzi Interuniversitari diricerca	21
Ministeri e Presidenza del Consiglio dei Ministri	14	Fondazioni Lirico Sinfoniche	13
Regioni e province autonome	21	Teatri Nazionali	16
Città metropolitane	14	Enti Nazionali previdenza e assicurazione	22
Comuni	7.915	Altri enti	309
- di cui sopra 1.000 abitanti	5.983		
- di cui sopra 5.000 abitanti	2.417	Scuole pubbliche	32.424
Comunità montane	153	Asili nido	3.978
Unione di Comuni	572	Scuole primarie	15.130
Consorzi tra amministrazioni locali	144	Scuole secondarie di primo grado	7.258
Consorzi tra Comuni	128	Scuole secondarie di secondo grado	6.058
Adisu (diritto allo studio)	27		
Agenzie per promozione turismo	55	Imprese partecipate a controllo pubblico (>50%) - Controllate da:	4.249
Agenzie per il lavoro	11	Ministero dell'Economia e Finanze	316
ARPA e Agenzia Ricerca e formazione	44	Altri ministeri	100
Agenzia per la sanità	15	Regioni	257
Autorità Portuali	16	Province	134
Parchi Aree Protette	151	Province Autonome	51
Agenzie Regionali Sviluppo Agricolo	8	Comuni	1.505
ATO / Consorzi di Bacino	99	Città Metropolitane	212
Consorzi di Bacino Imbriferi	56	Camere di Commercio	61
Aziende Ospedaliere	105	Istituzioni sanitarie	33
Aziende Sanitarie Locali	101	Altre amministrazioni locali	138
Università	68	Sottoposte a Controllo Congiunto	1.442

5.1 IL CODICE DEI CONTRATTI PUBBLICI E IL GPP

Acquisti Verdi o GPP (Green Public Procurement) è uno strumento definito dalla Commissione Europea come "[...] l'approccio in base al quale le Amministrazioni Pubbliche integrano i criteri ambientali in tutte le fasi del processo di acquisto, incoraggiando la diffusione di tecnologie ambientali e lo sviluppo di prodotti

L'individuazione delle fasi del processo di acquisto da «rendere verdi» sono ben identificate dalla Comunicazione interpretativa della Commissione n.274 del 2001 «Il diritto comunitario degli appalti pubblici e le possibilità di integrare considerazioni di carattere ambientale negli appalti pubblici» poi riprese nel capitolo 3 del Manuale europeo «Acquistare Verde» (2004 e 2016):

1. Definizione dell'Oggetto dell'Appalto
2. Redazione delle Specifiche Tecniche

3. Individuazione delle modalità di Selezione dei fornitori
4. Criteri di Aggiudicazione dell'Appalto
5. Redazione delle Clausole di Esecuzione dell'Appalto

Per redigere un Bando Verde sarebbe opportuno fare il greening di tutte e cinque le fasi dell'appalto e quindi:

- inserire nell'oggetto dell'appalto la dicitura "a ridotto impatto ambientale" per esplicitare l'intenzione di acquistare beni, servizi e opere che impattano, rispetto al convenzionale, meno sull'ambiente, quale ad esempio "Acquisto del servizio di pulizia a ridotto impatto ambientale";
- inserire delle specifiche tecniche che fanno riferimento a processi, metodi di produzione, prodotti a minore impatto ambientale;
- inserire, se e quando possibile, tra le modalità di selezione dei fornitori, un sistema di qualificazione ambientale dell'offerente, come ad esempio il possesso di un sistema di gestione ambientale;
- prevedere quale criterio di aggiudicazione dell'appalto la modalità dell'Offerta Economicamente Più Vantaggiosa;
- inserire delle clausole contrattuali (ad esempio relative ai trasporti, agli imballaggi, al recupero dei prodotti a fine vita, etc.) da rispettare nel caso di aggiudicazione del contratto.

Le undici categorie merceologiche, che però possono essere estese qualora lo chiedesse il Comitato di gestione del GPP, per le quali redigere dei Criteri Ambientali Minimi sono: a) arredi; b) materiali da costruzione; c) manutenzione delle strade; d) gestione del verde pubblico; e) illuminazione e riscaldamento; f) elettronica; g) tessile; h) cancelleria; i) ristorazione; l) materiali per l'igiene; m) trasporti.

I Criteri Ambientali Minimi sono dei documenti, approvati con Decreto del MiTE (Ministero della Transizione Ecologica), che definiscono dei "criteri ambientali" - di base (obbligatori) e premianti - che le stazioni appaltanti devono inserire nei documenti di gara.

Gli articoli del Codice dei Contratti Pubblici (Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50 e s.i.p.) che si occupano di Green Public Procurement sono molti e, in particolare, sono:

- **Art. 4** Principi relativi all'affidamento di contratti pubblici esclusi
- **Art. 30** Principi per l'aggiudicazione e l'esecuzione di appalti e concessioni
- **Art. 34** Criteri di sostenibilità energetica e ambientale (Obbligo GPP)
- **Art. 66** Analisi preliminari di mercato
- **Art. 68** Specifiche tecniche, formulate tenendo conto delle caratteristiche ambientali
- **Art. 69** Etichettature, per le caratteristiche ambientali e sociali
- **Art. 71** Bandi di gara conformi ai Bandi Tipo
- **Art. 80** Motivi di esclusione
- **Art. 82** Rapporti di prova, certificazione e altri mezzi di prova
- **Art. 83** Criteri di selezione e soccorso istruttorio
- **Art. 86** Mezzi di prova
- **Art. 87** Certificazione della qualità ambientale degli operatori
- **Art. 95** Criterio di aggiudicazione sulla base del criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa
- **Art. 96** Valutazione del costo lungo il Ciclo di Vita (LCC)
- **Art. 100** Condizioni esecuzione dell'appalto
- **Art. 144** Servizi di ristorazione
- **Art. 213** ANAC

È opportuno soffermarsi su due elementi chiave, che costituiscono l'asse portante di questo Codice dei contratti pubblici, rinvenibili negli articoli 4 e 30: ovvero che tra i "principi relativi all'affidamento di contratti pubblici esclusi" e i "principi per l'aggiudicazione e l'esecuzione di appalti e concessioni" va considerata anche la sostenibilità.

Di particolare rilevanza è la parte secondo cui "(...) il principio di economicità può essere subordinato, nei limiti in cui è espressamente consentito dalle norme vigenti e dal presente codice, ai criteri, previsti nel bando, ispirati a esigenze sociali, nonché alla tutela della salute, dell'ambiente, del patrimonio culturale e alla promozione dello sviluppo sostenibile, anche dal punto di vista energetico", segno, ormai, del definitivo cambio di paradigma che orienta, oggi, la disciplina degli appalti pubblici. Infatti "nell'esecuzione di appalti pubblici e di concessioni, gli operatori economici rispettano gli obblighi in materia ambientale, sociale e del lavoro stabiliti dalla normativa europea e nazionale, dai contratti collettivi o dalle disposizioni internazionali (...)".

Con particolare riferimento ai CAM (Criteri Ambientali Minimi) ossia i requisiti ambientali - basati sulle più note etichette ambientali - necessari per le varie fasi del processo di acquisto, questi sono trattati all' art. 34 del Codice, Criteri di sostenibilità energetica e ambientale, il quale prevede che le stazioni appaltanti inseriscano, sia nella fase progettuale, che nella fase di gara, "(...) delle specifiche tecniche e delle clausole contrattuali contenute nei criteri ambientali minimi (...)", rendendone obbligatoria l'applicazione da parte delle stazioni appaltanti.

Per quel che riguarda le specifiche tecniche, previste dall'articolo 68 del Codice dei Contratti Pubblici, inserite nella documentazione progettuale e di gara e che definiscono le caratteristiche previste per lavori, servizi o forniture, queste possono inoltre riferirsi allo specifico processo o metodo di produzione o prestazione dei lavori, delle forniture o dei servizi richiesti, o a uno specifico processo per un'altra fase del loro ciclo di vita anche se questi fattori non sono parte del loro contenuto sostanziale, purché siano collegati all'oggetto dell'appalto e proporzionati al suo valore e ai suoi obiettivi.

Le specifiche tecniche, secondo il comma 5 dell'articolo 68, sono formulate

- a) in termini di prestazioni o di requisiti funzionali, comprese le caratteristiche ambientali, se i parametri siano sufficientemente precisi da consentire agli offerenti di determinare l'oggetto dell'appalto e alle amministrazioni aggiudicatrici di aggiudicarlo;
- b) mediante riferimento a specifiche tecniche e alle norme che recepiscono norme europee, alle valutazioni tecniche europee, alle specifiche tecniche comuni, alle norme internazionali. Ciascun riferimento contiene l'espressione «o equivalente»;
- c) in termini di prestazioni o di requisiti funzionali di cui alla lettera a), con riferimento alle specifiche citate nella lettera b) quale mezzo per presumere la conformità;
- d) mediante riferimento alle specifiche tecniche di cui alla lettera b) per talune caratteristiche e alle prestazioni o ai requisiti di cui alla lettera a) per le altre caratteristiche.

L'amministrazione aggiudicatrice non può però escludere un'offerta:

- quando si definiscono in termini di Prestazioni o di Requisiti Funzionali (lett. a): conforme a norme tecniche (quelle di cui alla lettera b), se tali norme contemplano le prestazioni o i requisiti funzionali indicati nel bando. Nella propria offerta, l'offerente è tenuto a dimostrare con qualunque mezzo appropriato che la sua offerta ottempera alle prestazioni e ai requisiti funzionali del bando;
- quando le specifiche tecniche si definiscono ricorrendo a Norme Tecniche (lett. B): l'offerente riesce a dimostrare, con qualsiasi mezzo appropriato, che le soluzioni da lui proposte (diverse da quelle del bando) ottemperano in maniera equivalente ai requisiti richiesti

L'articolo 82 del Codice dei Contratti Pubblici prevede che le amministrazioni aggiudicatrici possano esigere che gli operatori economici presentino, come mezzi di prova di conformità ai requisiti o ai criteri stabiliti nelle specifiche tecniche, ai criteri di aggiudicazione o alle condizioni relative all'esecuzione dell'appalto, una relazione di prova o un certificato rilasciati da un organismo di valutazione della conformità. Le amministrazioni aggiudicatrici che richiedono la presentazione di certificati rilasciati da uno specifico «organismo di valutazione della conformità» (un organismo che effettua attività di valutazione della conformità, comprese taratura, prove, ispezione e certificazione, accreditato a norma del Regolamento (CE) n. 765/2008 o autorizzato, per la normativa comunitaria di armonizzazione) accettano anche i certificati rilasciati da organismi di valutazione della conformità equivalenti.

Le amministrazioni aggiudicatrici accettano altri mezzi di prova appropriati, diversi da quelli di cui al comma 1, ivi compresa una documentazione tecnica del fabbricante, se l'operatore economico interessato non aveva accesso ai certificati o alle relazioni di prova di cui al comma 1, o non poteva ottenerli entro i termini richiesti, purché il mancato accesso non sia imputabile all'operatore economico interessato e purché questi dimostri che i lavori, le forniture o i servizi prestati soddisfano i requisiti o i criteri stabiliti nelle specifiche tecniche, i criteri di aggiudicazione o le condizioni relative all'esecuzione dell'appalto.

Quindi i Mezzi di Prova della Conformità sono tre:

- Certificazione: rilasciati da un organismo di valutazione della conformità
- Relazioni di Prova: rilasciati da un organismo di valutazione della conformità
- Altri Mezzi di Prova appropriati: documentazione tecnica del fabbricante

L'articolo 69 del Codice dei Contratti Pubblici indica le caratteristiche che deve possedere un'etichetta ambientale per poter essere imposta - nelle specifiche tecniche, nei criteri di aggiudicazione o nelle condizioni relative all'esecuzione dell'appalto - come mezzo di prova da parte della Pubblica Amministrazione del possesso di determinati requisiti, ovvero che:

- i requisiti per l'etichettatura siano idonei e ad esso connessi (IMMEDIATEZZA)
- siano basati su criteri oggettivi, verificabili e non discriminatori (OGGETTIVITÀ)
- siano stabiliti con procedimento aperto e trasparente al quale possano partecipare tutte le parti interessate (enti pubblici, consumatori, parti sociali, i produttori, i distributori e le ONG (APERTE E TRASPARENTI));
- le etichettature sono accessibili a tutte le parti interessate (CONDIVISIONE CON LE PARTI INTERESSATE);
- i requisiti per l'etichettatura sono stabiliti da terzi sui quali non si può esercitare un'influenza determinante (DEMOCRATICITÀ).

L'articolo 93 del Codice dei Contratti Pubblici – per incentivare l'utilizzo di sistemi certificati – prevede la riduzione dell'importo della garanzia provvisoria (pari al 2% del prezzo base indicato nel bando):

- del 50% se UNI CEI EN 45000, ISO17000, la certificazione del sistema di qualità secondo norme europee della serie ISO 9000;
- del 30 %, anche cumulabile con la riduzione del 50%, per gli operatori economici in possesso di EMAS o del 20% non cumulabile per gli operatori in possesso di certificazione ambientale ai sensi della norma UNI EN ISO14001;
- del 20% anche cumulabile per gli operatori economici in possesso, in relazione ai beni o servizi che costituiscano almeno il 50 per cento del valore dei beni e servizi oggetto del contratto stesso, di Ecolabel UE;

- del 15 %, anche cumulabile, per gli operatori economici che sviluppano un inventario di gas ad effetto serra ai sensi della norma ISO 14064-1 o un'impronta climatica (carbon footprint) ai sensi della norma ISO 14067

In caso di cumulo delle riduzioni, la riduzione successiva deve essere calcolata sull'importo che risulta dalla riduzione precedente.

L'importo della garanzia viene ridotto inoltre del 30% non cumulabile con altre riduzioni se in possesso del rating di legalità e rating di impresa, della certificazione social accountability SA 8000 , di certificazione del sistema di gestione a tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori, o di certificazione OHSAS 18001, o di certificazione UNI CEI EN ISO 50001 riguardante il sistema di gestione dell'energia o UNI CEI 11352 riguardante la certificazione di operatività in qualità di ESC (Energy Service Company) per l'offerta qualitativa dei servizi energetici e per gli operatori economici in possesso della certificazione ISO 27001 riguardante il sistema di gestione della sicurezza delle informazioni

Per quel che riguarda le Clausole Contrattuali, l'articolo 100 del Codice dei Contratti Pubblici "afferma che le stazioni appaltanti possano richiedere condizioni particolari in merito all'esecuzione dell'appalto nei modi e nei termini stabiliti dalle disposizioni sui criteri relativi alla sua aggiudicazione, che possono contemplare anche delle esigenze economiche legate all'innovazione, nonché di ordine ambientale, sociale o relative all'occupazione".

Le stazioni appaltanti possono richiedere requisiti particolari per l'esecuzione del contratto, che possono attenersi, in particolare, a esigenze sociali e ambientali.

Veniamo ora a due articoli chiave del Codice dei Contratti Pubblici: l'articolo 95 sull'Offerta Economicamente Più Vantaggiosa e l'articolo 96 sulla Valutazione dei Costi lungo il Ciclo di Vita.

L'orientamento verso appalti di qualità porta il legislatore europeo ad attribuire un ruolo centrale al all'articolo 95 sul criterio di aggiudicazione dell'offerta economicamente più vantaggiosa che addirittura viene chiamata in modo diverso, il criterio del miglior rapporto qualità/prezzo.

Tra i criteri oggettivi (aspetti qualitativi, ambientali o sociali) che possono essere utilizzati nell'ambito dell'Offerta Economicamente Più Vantaggiosa (articolo 95 comma 6), vengono elencati:

- a) la qualità, che comprende pregio tecnico, caratteristiche estetiche e funzionali, accessibilità per persone disabili, progettazione per tutti gli utenti, certificazioni per sicurezza e salute, caratteristiche sociali, ambientali, contenimento dei consumi energetici e delle risorse ambientali, caratteristiche innovative, commercializzazione;
- b) possesso del marchio Ecolabel;
- c) costo di utilizzazione e manutenzione avuto anche riguardo ai consumi di energia e delle risorse naturali, alle emissioni inquinanti e ai costi complessivi, inclusi quelli esterni e di mitigazione degli impatti dei cambiamenti climatici, riferiti all'intero ciclo di vita dell'opera, bene o servizio, con l'obiettivo strategico di un uso più efficiente delle risorse e di un'economia circolare che promuova ambiente e occupazione;
- d) compensazione delle emissioni di gas ad effetto serra associate;
- e) organizzazione qualifica e esperienza del personale;
- f) servizio post-vendita e assistenza tecnica
- g) condizioni di consegna

I criteri di aggiudicazione sono considerati connessi all'oggetto dell'appalto ove riguardino lavori, forniture o servizi da fornire nell'ambito di tale appalto sotto qualsiasi aspetto e in qualsiasi fase del loro ciclo di vita, compresi fattori coinvolti nel processo specifico di produzione, fornitura o scambio di questi lavori, forniture o servizi o in un processo specifico per una fase successiva del loro ciclo di vita, anche se questi fattori non sono parte del loro contenuto sostanziale. (articolo 95 comma 11).

Vengono inoltre presi in considerazione anche gli impatti sulla salute e la filiera corta o a chilometro 0. Il Codice infatti afferma che "le stazioni appaltanti indicano altresì il maggior punteggio relativo all'offerta concernente beni, lavori o servizi che presentano un minore impatto sulla salute e sull'ambiente ivi inclusi i beni o prodotti da filiera corta o a chilometro zero" (articolo 95 comma 13).

Per quel che riguarda la quota % da assegnare alla parte economica dell'offerta economicamente più vantaggiosa questa può ammontare, al massimo, al 30%: l'articolo infatti afferma che: "La stazione appaltante, al fine di assicurare l'effettiva individuazione del miglior rapporto qualità/prezzo, valorizza gli elementi qualitativi dell'offerta e individua criteri tali da garantire un confronto concorrenziale effettivo sui profili tecnici. A tal fine la stazione appaltante stabilisce un tetto massimo per il punteggio economico entro il limite del 30 per cento".

L'articolo 96 del Codice dei Contratti Pubblici produce una grande novità in tema di valutazione economica delle offerte in termini di costo/efficacia e fa riferimento alla tecnica della Valutazione dei Costi lungo il Ciclo di Vita (Life Cycle Costing).

Significa che il costo non viene più valutato solo sulla base del "prezzo d'acquisto" ma dell'insieme dei costi associati ad uno specifico bene/servizio/opera, comprensivo dei costi d'acquisto, della manutenzione, dell'utilizzo, della gestione del fine vita e delle esternalità ambientali.

I costi del ciclo di vita comprendono tutti i seguenti costi, o parti di essi, legati al ciclo di vita di un prodotto, di un servizio o di un lavoro

- costi sostenuti dall'amministrazione aggiudicatrice o da altri utenti, quali costi relativi all'acquisizione, costi connessi all'utilizzo, quali consumo di energia e altre risorse, costi di manutenzione, costi relativi al fine vita, come i costi di raccolta e di riciclaggio;
- costi imputati a esternalità ambientali legate ai prodotti, servizi o lavori nel corso del ciclo di vita, a condizione che il loro valore monetario possa essere determinato e verificato (costi delle emissioni di gas a effetto serra e di altre sostanze inquinanti nonché altri costi legati all'attenuazione dei cambiamenti climatici).

Quando valutano i costi utilizzando un sistema di costi del ciclo di vita, le stazioni appaltanti devono indicare nei documenti di gara:

- i dati che gli offerenti devono fornire e il metodo che la stazione appaltante impiegherà al fine di determinare i costi del ciclo di vita sulla base di tali dati;
- per la valutazione dei costi imputati alle esternalità ambientali il metodo deve essere basato su criteri oggettivi, verificabili e non discriminatori e deve essere accessibile a tutte le parti interessate.

La valutazione tecnica dei costi complessivi, diretti e indiretti, significa che:

per i costi diretti sostenuti dalla stazione appaltante e/o da altri utilizzatori, è necessario:

- Individuare tutti i costi (acquisizione, utilizzo/esercizio, manutenzione, fine vita)
- Distribuire i costi nel tempo (base annua)
- Attualizzare i costi all'anno di acquisizione cioè al momento della gara
- Tenere conto dell'eventuale valore residuo dei beni/servizi (da sottrarre ai costi)
- Sommare i costi attualizzati

per i costi indiretti, che ricadono sulla società in termini di impatto ambientale e sociale, è necessario:

- Calcolare gli impatti ambientali lungo tutto il ciclo di vita con un LCA (Fase di utilizzo e di fine vita) fasi di cui è responsabile il possessore
- Monetizzare gli impatti ambientali e sommarli ai costi diretti

5.2 I SETTORI SPECIALI E IL GPP

Coerentemente con le finalità espresse in sede europea per la regolazione della spesa pubblica in un'ottica di sostenibilità ambientale, l'ambito di applicazione soggettiva della normativa in materia di *green public procurement* è strettamente legato al settore pubblico. In tale contesto, si è posta la questione di stabilire quali soggetti rientrino nella nozione di amministrazione pubblica e quali, invece, possano ritenersi estranei all'ambito pubblico e, di conseguenza, sottratti alla relativa disciplina.

La difficoltà nel definire l'ambito di applicazione del D.Lgs. n. 50/2016 è stata correlata, dunque, alla distinzione tra le nozioni di «impresa» e di «organismo di diritto pubblico», le quali rappresentano il punto di riferimento soggettivo delle due discipline. La definizione di un perimetro soggettivo della normativa in materia di contratti pubblici risulta fondamentale soprattutto in relazione ai settori speciali, ove la normativa pubblicistica trova applicazione anche per imprese pubbliche e imprese private dotate di diritti speciali o esclusivi, nonostante esse siano sottoposte ad un regime concorrenziale.

Come noto, le imprese pubbliche o a partecipazione pubblica solitamente esprimono la propria attività nei settori speciali, ossia i settori dei contratti pubblici relativi a gas, energia termica, elettricità, acqua, trasporti, servizi postali, sfruttamento di area geografica. Deve ritenersi che le imprese pubbliche e quelle dotate di diritti speciali o esclusivi presentino punti in comune che giustificano la medesima sottoposizione, in relazione alla disciplina dei settori speciali, al regime pubblicistico.

Oltrepassando il problematico inquadramento giuridico dell'impresa, pertanto, l'applicazione del codice dei contratti pubblici e, segnatamente, dei criteri minimi ambientali ai sensi dell'art. 34, assume rilievo in rapporto alle attività poste in essere dalle imprese che operano nell'ambito del settore speciale.

Il D.lgs. n. 50/2016 prevede che tali *enti aggiudicatori* siano tenuti al rispetto delle procedure ad evidenza pubblica nel caso in cui intendano affidare contratti a valle che siano strettamente funzionali all'attività rientrante nel settore di cui all'art. 114, D.Lgs. n. 50/2016. L'obbligo di applicare i criteri ambientali minimi previsti dai decreti ministeriali, in particolare, sussisterebbe per quegli appalti di forniture, servizi o lavori classificati come "*strumentali*" all'attività svolta dall'impresa.

A tale proposito la giurisprudenza ha affermato che il concetto di strumentalità dell'appalto dev'essere interpretato in modo ragionevolmente restrittivo in quanto rientra nella nozione di appalto strumentale solo un appalto che sia finalizzato agli scopi propri (*core business*) dell'attività speciale.

Ne consegue che gli appalti affidati da enti aggiudicatori al di fuori dei settori speciali sono del tutto estranei alla disciplina del Codice dei contratti pubblici (e, a monte, delle direttive comunitarie in materia di appalti) e dell'ordinamento pubblicistico.

Del resto, la regolamentazione dei settori speciali non esime dal processo di evoluzione delle istanze ambientali all'interno del codice dei contratti pubblici. L'art. 114, comma 1, stabilisce infatti, nei limiti della

compatibilità, l'applicazione anche agli appalti nei settori speciali degli articoli da 1 a 58 e, dunque, tra l'altro degli articoli 30 e 34. Analogamente, l'art. 122 stabilisce che si osservano gli articoli 68 e 69 mentre l'art. 133 effettua un espresso richiamo agli articoli 87, 95, 96 e 97. Ciò comporta che negli appalti, sia nei settori ordinari che in quelli speciali, sia ricavabile un livello omogeneo di (possibile o doverosa, a seconda dei casi) integrazione delle esigenze ambientali.

Alla luce di ciò, tuttavia, i criteri ambientali minimi previsti dai decreti ministeriali di riferimento che possono essere inseriti dagli enti aggiudicatori negli appalti connotati da carattere strumentale e rientranti, quindi, nei settori speciali, appaiono ancora residuali in quanto tali criteri risultano confacenti per la maggior parte all'ambito del *facility management*.

Ciononostante, l'utilizzo di appalti circolari, anche su base volontaria, può rappresentare per le imprese che operano nel settore speciale uno strumento non soltanto per migliorare la propria efficienza aziendale, ma anche la modalità con cui realizzare un vantaggio competitivo sui concorrenti attraverso la creazione di processi innovativi. In questo senso, l'adozione da parte delle imprese che operano nel settore speciale di criteri ecosostenibili, in relazione anche agli appalti non strumentali, inciderebbe in modo rilevante sull'intero ecosistema di gara stimolando il proprio "parco fornitori" ad un progressivo sviluppo sostenibile.

Molte imprese a partecipazione pubblica hanno ormai stabilito e stanno perseguendo obiettivi verso la sostenibilità e la tutela ambientale. Sono infatti imprese con Sistemi di Gestione Ambientale certificati ISO 14001 o EMAS e hanno ormai una certa dimestichezza nella rendicontazione delle prestazioni ambientali, economiche e sociali, attraverso l'attuazione di un sistema di reporting della sostenibilità, che si concretizza con periodiche pubblicazioni di bilanci di sostenibilità riconosciuti. I bilanci di sostenibilità delle imprese stanno negli ultimi anni assumendo un rilievo maggiore anche ai fini del rating finanziario.

In questo quadro generale, senza entrare nuovamente nel dettaglio normativo su quando le imprese a partecipazione pubblica, in primo luogo quelle operanti nei settori speciali, debbano applicare il codice degli appalti, e quindi l'art. 34 relativo ai criteri ambientali minimi, è possibile affermare che tali imprese possono decidere volontariamente di iniziare a confrontarsi con i CAM a partire dalle categorie di appalto non strumentali.

Tale opportunità consente, infatti, di modulare l'inserimento dei criteri ambientali nei bandi di gara in modo più graduale, prevedendo, ad esempio, inizialmente l'introduzione dei criteri di base (quanto meno di quelli per i quali i fornitori denunciano maggiore difficoltà) non a livello cogente ma a livello esclusivamente premiante, con attribuzione di punteggi di gara ai fornitori che propongono prodotti più sostenibili.

Questa strategia consente quindi di verificare la risposta da parte dei fornitori e di capire anche quali criteri attualmente sono di difficile applicazione e richiedono una rimodulazione o un tempo maggiore per consentire la maturazione del mercato di riferimento.

In una pianificazione di lungo termine, la stessa strategia può di certo rappresentare un utile esercizio per stimolare lo sviluppo di accordi pre-commerciali e appalti innovativi che hanno come sbocco finale anche la messa a punto di CAM specifici e core.

Il nesso tra GPP, Appalti Circolari e l'uso strategico degli appalti pubblici per stimolare l'innovazione è infatti molto stretto. In tale contesto, gli obiettivi dell'economia circolare, quindi, per la mitigazione del cambiamento climatico, per la tutela della biodiversità, per la riduzione d'uso delle risorse naturali e delle terre rare, per la tutela dei servizi ecosistemici – supporto della vita, della società e dell'economia – possono e

devono entrare nelle traiettorie di mercato, di sviluppo tecnologico e di ricerca delle imprese. E per questo servono tutti gli strumenti, a prescindere dalla maturità commerciale delle soluzioni.

È possibile affermare che le aziende private di interesse pubblico si stanno già muovendo in questa direzione, cioè quella di intraprendere l'adozione di appalti pre-commerciali per progetti innovativi tesi al miglioramento in qualità ed efficienza dei propri processi aziendali, nonché nel rafforzamento della sostenibilità della propria catena di fornitura.

Ne deriva quindi che, attraverso un processo di crescita condizionato dall'introduzione dei criteri ambientali, si innesterà un percorso virtuoso nel quale gli operatori economici saranno stimolati ad investire in innovazione e sostenibilità al fine di collocare i propri prodotti o servizi ad un alto livello competitivo.

5.3 UNA STIMA DEL MERCATO PUBBLICO,

Non si hanno ancora, al momento, dati precisi riguardanti il consumo europeo di biolubrificanti di origine vegetale, ma i valori solitamente utilizzati nella letteratura indicano in 100.000 t il consumo degli stessi, una quantità che corrisponde a circa il 2% del mercato, senza conoscere la percentuale precisa relativa al consumo di quelli di origine vegetale.

Il settore agroforestale è oggi molto interessato all'utilizzazione dei biolubrificanti di origine vegetale, vista la pressione che l'Unione Europea esercita in tema di sostenibilità ambientale e considerate le caratteristiche inquinanti degli oli lubrificanti comunemente utilizzati.

I biolubrificanti vegetali per ora non sono adatti per un utilizzo tal quale come olio motore, ma hanno dato ottimi risultati come oli idraulici e per la trasmissione, garantendo le stesse proprietà lubrificanti dei derivati del petrolio. Buone prestazioni si sono avute, in miscela con la benzina, nei motori a due tempi di motoseghe e decespugliatori, e nella lubrificazione delle catene per motoseghe e per applicazioni "partial loss" come fluidi idraulici a basse e medie temperature di esercizio.

La ricerca condotta, in diversi Paesi, da università e da aziende costruttrici di macchine agricole si sta quindi concentrando sulla produzione di nuovi lubrificanti e liquidi idraulici a base di oli vegetali, che presentano elevata biodegradabilità e bassa tossicità.

La situazione attuale ci conferma che i trattori, per soddisfare i requisiti normativi e ridurre i consumi, stanno utilizzando nuove tecnologie e lubrificanti adeguati allo scopo.

Alcuni trattori possono funzionare per 1.000 ore all'anno, mettendo a dura prova i sistemi di trasmissione. Consideriamo poi che un trattore, mietitrebbia o sprayer può avere una vita operativa di oltre 15 anni durante la quale può essere esposto a temperature molto alte o molto basse, in presenza di umidità o in un ambiente secco, che pesano su motori, componenti e telaio. Una lubrificazione motore non adeguata contribuisce all'ossidazione, a un'eccessiva usura, a corrosione e altro, ed è spesso causa di costose sostituzioni di componenti.

I lubrificanti di qualità sono progettati per garantire non solo la protezione delle macchine durante il funzionamento, ma anche per gestire il funzionamento ciclico delle attrezzature: i cicli di lavoro molto intensivi delle mietitrebbie sono seguiti da periodi lunghi di sosta, e durante questo periodo di inattività, un lubrificante di alta qualità deve continuare a lavorare, fornendo un film protettivo sui componenti vitali per contrastare

l'ingresso di acqua e sporco e limitare la corrosione. Il mondo agricolo sta comunque diventando più attento e i lubrificanti di alta qualità sono sempre più apprezzati e riconosciuti come determinanti nel contribuire a contenere le emissioni, ridurre i consumi e offrire protezione contro la corrosione, con la durabilità richiesta per proteggere le macchine dall'eccessiva usura, anche nelle condizioni più estreme di utilizzo.

Il dato delle immatricolazioni dei mezzi agricoli a fine 2020, evidenziata dalla tabella che segue, indica una domanda di lubrificante qualificato sempre più alta (tabella 7).

Tabella 7 - Immatricolazioni Gennaio/Dicembre 2020															
Regioni	Trattrici			Mietitrebbiatrici			Trattrici con pianale di carico			Rimorchi			Sollevatori telescopici		
	2020	2019	Var. %	2020	2019	Var. %	2020	2019	Var. %	2020	2019	Var. %	2020	2019	Var. %
Abruzzo	430	426	0.9%	*	3	-	13	22	-40.9%	267	281	-5.0%	*	2	-
Basilicata	409	340	20.3%	*	10	-	18	17	5.9%	162	123	31.7%	*	4	-
Calabria	602	636	-5.3%	*	1	-	19	26	-26.9%	276	326	-15.3%	*	5	-
Campania	965	995	-3.0%	*	10	-	40	46	-13.0%	404	463	-12.7%	29	35	-17.1%
Emilia R.	1.582	2.408	-34.3%	39	48	-18.8%	19	19	0.0%	704	963	-26.9%	160	204	-21.6%
Friuli V. G.	437	556	-21.4%	*	9	-	5	5	0.0%	243	306	-20.6%	15	12	25.0%
Lazio	995	1.052	-5.4%	*	4	-	18	21	-14.3%	427	621	-31.2%	27	18	50.0%
Liguria	117	90	30.0%	0	0	-	29	34	-14.7%	39	49	-20.4%	*	1	-
Lombardia	1.768	1.941	-8.9%	48	50	-4.0%	92	80	15.0%	828	872	-5.0%	283	268	5.6%
Marche	465	482	-3.5%	23	22	4.5%	8	3	166.7%	152	183	-16.9%	17	24	-29.2%
Molise	127	122	4.1%	10	4	150.0%	0	4	-100.0%	75	93	-19.4%	*	2	-
Piemonte	2.384	1.913	24.6%	73	53	37.3%	76	54	40.7%	975	951	2.5%	160	123	30.1%
Puglia	1.614	1.479	9.1%	16	19	-15.8%	5	7	-28.6%	467	502	-7.0%	46	31	48.4%
Sardegna	478	466	2.6%	0	1	-100.0%	3	2	-	174	200	-13.0%	*	8	-
Sicilia	962	912	5.5%	*	19	-	6	10	-40.0%	391	432	-9.5%	12	13	-7.7%
Toscana	1.937	1.186	-12.6%	13	17	-23.5%	32	38	-15.8%	387	478	-19.0%	27	17	58.8%
Trentino	1.183	985	20.1%	0	0	-	100	105	-4.8%	602	685	-12.1%	22	24	-8.3%
Umbria	422	420	0.5%	10	8	25.0%	26	4	550.0%	136	129	5.4%	*	5	-
Valle d'Aosta	51	47	8.5%	0	0	-	8	3	166.7%	40	39	2.6%	*	2	-
Veneto	1.916	2.123	-9.8%	40	32	25.0%	47	63	-25.4%	1.113	1.250	-11.0%	127	101	25.7%
Totale	17.944	18.579	-3.4%	302	310	-2.6	564	563	0.2%	7.862	8.946	-12.1%	956	899	6.3%

Si può quindi concludere che i biolubrificanti saranno sempre più competitivi nel mercato, proprio per le loro caratteristiche, così sintetizzate:

- sono un'alternativa più rispettosa dell'ambiente ed applicabile in diversi settori dell'industria. Di origine vegetale, possono essere classificati come fluidi di natura, le principali colture dalle quali vengono ricavati normalmente sono il girasole, le brassicacee (tra cui la colza) e altre specie oleaginose oppure ottenuti mediante una reazione di esterificazione tra un alcol ed un acido grasso.

- Possiedono naturali proprietà antiusura/antiattrito, un alto punto di infiammabilità e di combustione, un indice di viscosità naturale molto elevato ed un basso punto di scorrimento. Sono in genere compatibili con i metalli e gli elastomeri (sostanze naturali o sintetiche che hanno le proprietà tipiche del caucciù), normalmente impiegati con gli oli minerali
- trovano supporto nel biologico, che potrebbe garantire un prodotto di qualità con un impatto ambientale ridotto, grazie anche al minor uso di risorse e al non utilizzo di pesticidi e sostanze chimiche di sintesi. In certi casi, inoltre, questi prodotti offrono prestazioni anche più elevate rispetto agli oli sintetici; in gran parte dei casi il loro utilizzo non richiede, inoltre, particolari modifiche degli impianti.
- Nel settore agroforestale c'è molto interesse all'utilizzo dei biolubrificanti, vista la pressione che l'Unione Europea esercita in tema di sostenibilità ambientale e considerate le caratteristiche inquinanti degli oli lubrificanti comunemente utilizzati, i lubrificanti utilizzati in queste aree, devono garantire la loro conformità ai test di ecotossicità, essere biodegradabili e non dannosi per l'ambiente

Altre informazioni sul potenziale di utilizzo dei biolubrificanti possono essere estratte dalle Dichiarazioni Non Finanziarie delle imprese pubbliche. Ad esempio Terna, operatore che gestisce le reti per la trasmissione dell'energia elettrica, fornisce dei dati interessanti relativamente all'approvvigionamento di olio dielettrico, pari a 591 tonnellate, di cui quasi la metà è di tipo vegetale.

Il dato è relativamente sceso (quasi un terzo di quello registrato nel 2019), per via del numero inferiore di trasformatori installati nel 2020; mentre si nota come cresce la percentuale di olio vegetale sul totale degli approvvigionamenti (tabella 8).

Tabella 8 - Materiali prevalenti nelle forniture ¹ - Tonnellate			
	2020	2019	2018
Acciaio	18.264	12.694	11.483
Alluminio	11.526	12.590	8.667
Porcellana	891	822	626
Rame ²	4.967	5.415	4.552
Vetro	4.339	3.393	4.189
Olio dielettrico ³	591	1.535	1.405
di cui olio vegetale	243	448	431
Polimerico	492	402	577
SF ₆	14	17	8

¹ Nel corso del 2020 sono state acquisite alcune apparecchiature di una tipologia per cui non era ancora disponibile la stima di materiali prevalenti, previste nell'arco del 2021.

² Si segnala che i valori 2019 e 2018 differiscono da quanto pubblicato nei precedenti Rapporti per evidenze successive alla pubblicazione.

³ La riduzione dell'olio dielettrico e di olio vegetale è dovuta a numero inferiore di apparecchiature installate contenenti tale tipologia di materiale.

5.4 I CRITERI AMBIENTALI MINIMI PER I VEICOLI

Sono stati appena approvati invece i Criteri Ambientali Minimi relativi a:

- l'acquisto, il leasing, la locazione, il noleggio di veicoli adibiti al trasporto su strada
- l'acquisto di grassi ed oli lubrificanti per veicoli adibiti al trasporto su strada

- l'affidamento di servizi di trasporto pubblico terrestre, servizi speciali di trasporto passeggeri su strada, servizi di trasporto non regolare di passeggeri, servizi di trasporto postali su strada, di trasporto colli, di consegna postale, di consegna colli e per l'acquisizione dei veicoli e dei lubrificanti nei servizi di raccolta di rifiuti.

Al punto H, tali CAM riguardano l'acquisto di grassi ed oli lubrificanti per veicoli adibiti al trasporto su strada e prevedono sia Specifiche Tecniche di base che Criteri Premianti.

Le **specifiche tecniche** riguardano tre elementi:

1. Grassi ed oli lubrificanti: compatibilità con i veicoli di destinazione
2. Grassi ed oli biodegradabili
3. Grassi ed oli lubrificanti minerali a base rigenerata

I **criteri premianti** riguardano invece:

1. Lubrificanti biodegradabili (diversi dagli oli motore): possesso del marchio Ecolabel (UE) o di altre etichette ambientali conformi alla UNI EN ISO 14024
2. Grassi ed oli lubrificanti minerali: contenuto di base rigenerata
3. Requisiti degli imballaggi degli oli lubrificanti (biodegradabili o a base rigenerata)

Vediamo brevemente le **Specifiche Tecniche di Base**.

Per quel che riguarda i "grassi ed oli lubrificanti: compatibilità con i veicoli di destinazione" si prevede che le seguenti categorie di grassi ed oli lubrificanti, il cui rilascio nell'ambiente può essere solo accidentale e che dopo l'utilizzo possono essere recuperati per il ritrattamento, il riciclaggio o lo smaltimento:

- Grassi ed oli lubrificanti per autotrazione leggera e pesante (compresi gli oli motore);
- Grassi ed oli lubrificanti per motoveicoli (compresi gli oli motore);
- Grassi ed oli lubrificanti destinati all'uso in ingranaggi e cinematismi chiusi dei veicoli.

Per essere utilizzati nei veicoli oggetto del CAM, e dunque acquistati nell'ambito dei contratti di servizio o delle forniture da parte delle stazioni appaltanti, devono essere compatibili con i veicoli cui sono destinati, ciò tenendo conto delle indicazioni del costruttore del veicolo contenute nella documentazione tecnica "manuale di uso e manutenzione del veicolo".

Tenendo conto delle specifiche tecniche emanate in conformità alla *Motor Vehicle Block Exemption Regulation (MVBBER)* e laddove l'uso dei lubrificanti biodegradabili e/o minerali a base rigenerata non sia dichiarato dal fabbricante del veicolo incompatibile con il veicolo stesso e non ne faccia decadere la garanzia, la fornitura di grassi e oli lubrificanti è costituita da prodotti biodegradabili e/o a base rigenerata conformi alle specifiche tecniche di riferimento o di lubrificanti biodegradabili in possesso dell'Ecolabel (UE) o etichette equivalenti.

Per quel che riguarda i "**Grassi ed oli biodegradabili**" devono essere in possesso del marchio di qualità ecologica europeo Ecolabel (UE) o equivalenti etichette ambientali conformi alla UNI EN ISO 14024, oppure devono essere conformi a requisiti ambientali, presenti nel CAM, relativi a:

- Biodegradabilità
- Bioaccumulo

In assenza di certificazione ambientale, la conformità al criterio sulla biodegradabilità e sul potenziale di bioaccumulo deve essere dimostrata mediante rapporti di prova redatti da laboratori accreditati in base alla norma tecnica UNI EN ISO 17025.

Per quel che riguarda i "**Grassi ed oli lubrificanti minerali a base rigenerata**" che sono costituiti, in quota parte, da oli derivanti da un processo di rigenerazione di oli minerali esausti, devono contenere almeno le seguenti quote minime di base lubrificante rigenerata sul peso totale del prodotto, tenendo conto delle funzioni d'uso del prodotto stesso (*tabella 9*):

Tabella 9	
Nomenclatura combinata-NC	Soglia minima base rigenerata %
NC 27101981 (oli per motore)	40%
NC 27101983 (oli idraulici)	80%
NC 27101987 (oli cambio)	30%
NC 27101999 (altri)	30%

I grassi e gli oli lubrificanti la cui funzione d'uso non è riportata in tabella devono contenere almeno il 30% di base rigenerata.

Per quel che riguarda i **Criteri Premianti** questi possono riguardare:

1. Lubrificanti biodegradabili (diversi dagli oli motore): possesso del marchio Ecolabel (UE) o di altre etichette ambientali conformi alla UNI EN ISO 14024
2. Grassi ed oli lubrificanti minerali: contenuto di base rigenerata
3. Requisiti degli imballaggi degli oli lubrificanti (biodegradabili o a base rigenerata).

5.5 IL MARCHIO ECOLABEL

Ecolabel EU è il marchio di qualità ecologica dell'Unione Europea che contraddistingue prodotti e servizi che, pur garantendo elevati standard prestazionali, sono caratterizzati da un ridotto impatto ambientale durante l'intero ciclo di vita.

Ecolabel EU è stato istituito nel 1992 dal regolamento n°880/92 ed è oggi disciplinato dal regolamento (CE) n°66/2010 come modificato dal Regolamento EU n°782/2013 ed è in vigore nei paesi dell'Unione Europea e SEE (Norvegia, Islanda, Liechtenstein). L'adesione è volontaria e l'ottenimento della certificazione si fonda su di un sistema di criteri scientifici che tiene conto degli impatti ambientali dei prodotti o servizi lungo l'intero ciclo di vita. L'ente approvatore è indipendente e, per l'Italia, è l'ISPRA (Istituto Superiore per la Prevenzione e la Ricerca Ambientale) ad occuparsene.

Questo marchio consente al consumatore di riconoscere tra i prodotti disponibili sul mercato quelli che hanno elevati standard prestazionali insieme ad un ridotto impatto ambientale lungo l'intero ciclo di vita, garantito da un ente certificatore terzo.

I produttori che certificano i loro prodotti, con questo marchio acquistano una maggiore visibilità sul mercato dando un'immagine aziendale di attenzione all'ambiente e di impegno per la sua salvaguardia.

Inoltre la legge 221/2015 "Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali" raggruppa una serie di provvedimenti tesi al

sostegno delle imprese dotate di certificazioni ambientali volontarie nell'ambito delle gare e nell'accesso a fondi pubblici, dei criteri ambientali minimi nelle procedure di acquisti "verdi" delle pubbliche amministrazioni (GPP), dell'impronta ambientale dei prodotti.

La Decisione (UE) 2018/1702 della Commissione dell'8 novembre 2018 stabilisce i criteri per l'assegnazione del marchio di qualità ecologica dell'Unione (Ecolabel UE) ai lubrificanti. Il criterio 3 stabilisce dei requisiti per la biodegradabilità dei composti organici e il potenziale di bioaccumulazione, che devono essere soddisfatti per ogni sostanza intenzionalmente aggiunta o formata presente in concentrazione pari o superiore allo 0,10 % peso/peso nel prodotto finale, che non deve contenere sostanze che siano nel contempo non biodegradabili e (potenzialmente) bioaccumulabili e può contenere una o più sostanze che presentino un certo grado di degradabilità e di bioaccumulazione potenziale o effettiva, sempre che la loro concentrazione cumulativa di massa non superi determinati valori.

5.6 I CRITERI AMBIENTALI PER I BIOLUBRIFICANTI VSG

L'EPA (U.S. Environmental Protection Agency) regola le perdite accidentali nelle normali operazioni delle navi commerciali attraverso la VGP (Vessel General Permit) che si applica nelle acque a giurisdizione USA (Grandi Laghi, corsi d'acqua navigabili, acque territoriali).

Vengono prese in considerazione quelle parti/organi meccanici che sono a contatto con l'acqua, dove si può generare uno sversamento di olio in acqua.

Le parti in questione possono essere:

- Eliche a passo variabile
- Propulsori/Eliche laterali
- Tubi di poppa/Alberi porta elica
- Cuscinetti di spinta
- Stabilizzatori
- Cuscinetti del timone
- Propulsori azimutali
- Funi metalliche/cavi
- Apparecchiature meccaniche soggette ad immersione quali draghe e pinze

Per queste applicazioni vengono prescritti lubrificanti EAL (Environmentally Acceptable Lubricants) se tecnicamente possibile. Si tratta principalmente di fluidi idraulici.

Un lubrificante si definisce EAL, facendo riferimento alla normativa ISO 15380, quando:

1. È rapidamente biodegradabile secondo la specifica OECD 301B
2. Presenta una tossicità minima, cioè deve superare le seguenti specifiche:
 - a. OECD 201, 202 e 203 per la tossicità acuta
 - b. OECD 210 e 211 per la tossicità cronica
3. Non essere bioaccumulabile: il bioaccumulo si verifica quando un organismo accumula una sostanza tossica ad un tasso maggiore della sua velocità di smaltimento.

Per la realizzazione di lubrificanti EAL, la VGP 2013 ammette l'utilizzo solo delle seguenti 4 tipologie di basi lubrificanti:

1. Oli vegetali/trigliceridi (HETG)
2. Esteri sintetici (HEES)
3. Poliglicoli (HETG/PAG)
4. Polialfaolefine (HEPR/PAO)

Per quanto riguarda quest'ultima categoria, sussiste sempre la discussione se questa base sia effettivamente EAL visto che non deriva da fonti rinnovabili, essendo di origine petrolifera, e che soltanto le viscosità basse sono effettivamente biodegradabili.

Dal punto di vista delle prestazioni, possiamo riassumerle con la seguente tabella (*tabella 10*)

Tabella 10 - Prestazioni delle 4 tipologie di basi lubrificanti					
		Resistenza all'ossidazione	Indice Viscosità	Pour Point	Costo
Trigliceridi	HETG	bassa	alto	Modesto	basso
Esteri sintetici	HEES	buona	alto	Buono	elevato
Poliglicoli PAG	HETG	buona	alto	Buono	elevato
Polialfaolefine PAO	HEPR	buona	alto	Buono	elevato

Bisogna aggiungere che le PAG presentano una scarsa compatibilità con le altre basi di origine minerale e vegetale.

6. L'OSSERVATORIO SUI BIOLUBRIFICANTI

6.1 OBIETTIVI E COMPONENTI

L'Osservatorio sui Biolubrificanti è un tavolo di lavoro di lavoro volontario multistakeholder promosso da NextChem, la società di Maire Tecnimont per la transizione energetica, insieme a Fondazione Ecosistemi, specializzata nell'area degli acquisti verdi. L'Osservatorio punta a raccogliere dati e informazioni di carattere tecnico e di mercato, identificare best practice e analizzare i benefici ambientali legati all'impiego dei biolubrificanti in sostituzione degli analoghi prodotti di fonte fossile, per promuoverne l'impiego in diversi settori applicativi, anche in un'ottica di economia circolare integrando diverse attività, anche di natura regionale, nella filiera di produzione, dal fornitore di materie vegetali agli utilizzatori, come aziende agricole (fornitori di materia prima e potenziali utilizzatori di biolubrificanti). Obiettivo dell'Osservatorio è costituirsi come fonte informativa per l'industria, la pubblica amministrazione, il mondo della ricerca, dei media e le istituzioni. Inoltre, si propone di divulgare le informazioni all'esterno tramite position paper e l'organizzazione di incontri, concorrendo ad una definizione normativa che favorisca l'impiego dei biolubrificanti anche attraverso gli acquisti verdi della pubblica amministrazione e delle aziende private.

Vi partecipano attualmente soggetti pubblici e privati, rappresentativi del mondo della ricerca, dei feed-stock rinnovabili, del settore tecnologico e produttivo e dei settori di consumo.

- ASSITOL (Associazione Italiana dell'Industria Olearia)
- Bellini SpA
- Brembo SpA
- CNR
- Domus Chemicals SpA
- dott. Paolo Bondioli (Oil Technology and Oleochemistry – Expert)
- Fincantieri
- Fondazione Ecosistemi
- NextChem SpA
- Renoils
- Sogis SpA
- Terna SpA
- Università di Salerno

6.2 METODO DI LAVORO IN OTTICA MULTISTAKEHOLDER, CO-PROGETTAZIONE E VALORE CONDIVISO

L'Osservatorio sui Biolubrificanti, in virtù della sua caratterizzazione come tavolo multistakeholder, è basato su un metodo di lavoro di co-progettazione, con l'obiettivo di creare valore condiviso e di mettere a fattor comune le conoscenze e condividere informazioni, competenze e strategie.

Infatti, proprio attraverso il lavoro trasversale tra più attori del mondo dell'economia e della ricerca, è stato elaborato questo Position Paper. Con il contributo di diversi soggetti, abbiamo approfondito in modo verticale tematiche diverse ma tutte collegate, mettendo a disposizione e in condivisione di tutti informazioni, dati e metodologie.

L'approccio multistakeholder ha avuto quindi l'importante vantaggio di costruire una fotografia di questo settore fino ad oggi inesistente e ha consentito di far dialogare aziende, filiere e settori diversi ma collegati, uniformare visioni e linguaggi, e creare un valore condiviso.

La co-progettazione da parte di attori diversi ha consentito di avere una visione complessiva e approfondita, di poter raccogliere dati e informazioni eterogenee e scambiare prospettive diverse sul tema dei biolubrificanti e del loro sviluppo di mercato.

6.3 GLI SDGs DI RIFERIMENTO PER L'ATTIVITÀ DELL'OSSERVATORIO

Le Sustainable Development Goals, elaborati come obiettivi concreti e misurabili da raggiungere entro il 2030, sono diventati dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite del settembre 2015 in poi i riferimenti fondamentali per mappare, misurare ed elaborare le azioni necessarie per poter parlare di sviluppo sostenibile a vari livelli, non solo direttamente economico ma anche e soprattutto ambientale e sociale.



L'Agenda 2030, di cui gli SDGs sono parte integrante, è progressivamente entrata nella dialettica della sostenibilità nelle aziende e nel dibattito multistakeholder in cui il ruolo del settore privato è stato sempre più posto al centro. È infatti al business cui viene richiesto un cambiamento trasformativo, necessario per abbattere o almeno ridurre gli impatti di uno sviluppo industriale come sempre lo abbiamo conosciuto: energivoro, fondato sullo sfruttamento di risorse di origine fossile finite, poco consapevole di effetti indiretti sui sistemi non industriali.

L'ampiezza dei temi e delle azioni indicate dagli SDGs rende evidente la forte interrelazione delle azioni richieste, su tutti i fronti, per arrivare ad un nuovo sistema produttivo a impatti (ambientali e sociali) ridotti.

Come altri prodotti industriali ripensati per alleggerire la loro impronta ambientale, i lubrificanti a base biologica vanno nella direzione di una sostituzione progressiva degli attuali prodotti omologhi di origine minerale, non biodegradabili, non rinnovabili. In quest'ottica l'adozione dei biolubrificanti è la risposta coerente, in un segmento di consumo strettamente collegato all'industria, ai trasporti, alla lavorazione della terra, per la riduzione dei residui chimici negli ambienti terrestri e acquatici.

In questo perimetro, gli SDGs che risultano di riferimento per l'attività dell'Osservatorio sono senz'altro quelli più direttamente collegati alla biosfera e all'acqua, ovvero gli SDG 6 (*Clean Water and Sanitation*), SDG 14 (*Life Below Water*) e SDG 15 (*Life on Land*), in relazione agli effetti ambientali di possibili fuoriuscite o perdite di materiale lubrificante durante funzionamento e uso di motori, di minore o nullo impatto nel caso dei biolubrificanti. In un senso più ampio, la loro migliore o totale tollerabilità da parte dell'ambiente comporta un beneficio indiretto anche sulla salvaguardia della salute umana oltre che di flora e fauna. L'SDG 3 (*Good health and well being*), in particolare nella sua declinazione del target 3.9, pone l'attenzione proprio sugli effetti di prodotti chimici pericolosi per la contaminazione di aria, acqua e suolo, di cui i biolubrificanti sono un diretto sostituto.

Importante è senz'altro l'apporto del settore dei biolubrificanti come prodotto da feedstock rinnovabile al SDG 12 (*Responsible Consumption and Production*), con particolare riferimento al contributo per le "*public procurement practices that are sustainable*".

Per quanto riguarda la tangenza del settore con gli SDG più sociali, è interessante evidenziare come la coltivazione dei feedstock non edibili necessari alla produzione di bio-carburanti non solo non entri in conflitto con le produzioni alimentari, andando quindi a concorrere all'obiettivo 2 (Zero Hunger, con particolare riferimento ai target 2.3 e 2.4) ma potenzialmente possa diventare una fonte di reddito aggiuntiva per i lavoratori dell'agricoltura che possono mettere a reddito anche terre non arabili dove far crescere i vegetali da cui ricavare le materie prime per la produzione degli oli di base. In tal modo la diffusione del settore avrebbe indirettamente impatti sul raggiungimento dell'obiettivo 8 (*Decent Work and Economic Growth*)¹.

¹ "The Economic and Environmental Significance of Sustainable Lubricants" - February 2021 by Raj Shah 1,*OrclD,Mathias Woydt 2 andStanley Zhang 3,* <https://www.mdpi.com/2075-4442/9/2/21/htm>

ALCUNI ASPETTI TECNICI DEI BIOLUBRIFICANTI

1 FEEDSTOCK PER LA PREPARAZIONE DI BIOLUBRIFICANTI

Possiamo chimicamente definire la categoria dei biolubrificanti come prodotti organici che contengono almeno un legame estere tra uno o più acidi carbossilici ed un alcol, sia esso mono, di o polifunzionale.

La sottocategoria più semplice di biolubrificanti è rappresentato dagli oli naturali, che, come è noto, sono costituiti da esteri del glicerolo con tre acidi grassi, che possono essere di origine vegetale, animale e secondo le tendenze più recenti, da sostanze grasse di origine batterica o da insetti.

Indipendentemente dalla loro origine, ma in funzione dello stato fisico a temperatura ambiente, le sostanze grasse si suddividono in oli (liquidi a temperatura ambiente) e grassi (solidi alla stessa temperatura). Esempi di oli sono l'olio di oliva, arachidi, colza, soia, vinaccioli, girasole, germe di mais, etc., mentre nella famiglia dei grassi possiamo annoverare burro, strutto, sego bovino, i grassi vegetali quali palma, palmisto, cocco, karité, etc.

Alcune di queste hanno caratteristiche nutrizionali e prezzi di mercato elevati, che rendono improponibile l'impiego.

Questi prodotti sono strutturalmente simili e a base di trigliceridi: la caratteristica che impartisce le differenti proprietà fisiche risiede nel numero di doppi legami presenti nelle catene degli acidi grassi. Più elevato sarà questo valore, minore sarà il punto di fusione della sostanza grassa. Il numero di doppi legami o insaturazioni presenti in un campione è espresso in prima istanza mediante il numero di iodio (NI, g I₂/100g): in forma del tutto generale possiamo affermare che prodotti aventi numero di iodio compreso tra 0 e 40 sono solidi a temperatura ambiente, prodotti con NI compreso tra 40 e 60 sono semisolidi, mentre prodotti con NI superiori si presentano liquidi. Come in tutti i casi relativi alla chimica organica delle sostanze naturali le eccezioni a quanto qui affermato sono assai numerose. In tabella 1 si riporta un elenco delle principali sostanze grasse, con i relativi NI e punti di fusione.

Nella grande maggioranza dei casi gli oli naturali non possono essere utilizzati allo stato nativo così come ottenuti dai procedimenti di spremitura meccanica e estrazione con solvente, in quanto contengono impurezze che possono pregiudicarne la stabilità, dare luogo a prodotti insolubili o provocare corrosione dei materiali. Per questo motivo gli oli vengono sottoposti a raffinazione in perfetta analogia con gli oli destinati al consumo alimentare. Mediante le operazioni unitarie di degumming, neutralizzazione, decolorazione e deodorazione vengono rimossi fosfolipidi, acidi grassi liberi, colori e odori rispettivamente. Il trattamento termico che ha luogo in deodorazione ha anche lo scopo di distruggere termicamente alcuni precursori della degradazione ossidativa.

Esiste poi una importante categoria di biolubrificanti rappresentata dagli esteri di sintesi, ottenuti per esterificazione di acidi grassi con alcoli o polialcoli diversi dal glicerolo.

Per la preparazione di questi composti è necessario potere disporre di miscele di acidi grassi, generalmente in forma purificata come si può ottenere mediante distillazione. Con la distillazione inoltre è possibile frazionare gli acidi grassi in funzione del loro peso molecolare (o della lunghezza della catena carboniosa), arrivando a preparare miscele di acidi grassi con composizione *tailor made* per lo scopo finale. Gli acidi grassi liberi vengono preparati a partire dagli oli nativi o dai loro sottoprodotti di raffinazione con scissione idrolitica, mediante la quale si realizza l'idrolisi del legame estere, con liberazione di acidi grassi e glicerolo che vengono poi separati. In considerazione del prezzo e del loro significato nutrizionale molto raramente vengono utilizzati oli o grassi nativi, ma piuttosto loro sottoprodotti di minor valore e privi di significato nutrizionale. È anche possibile utilizzare sostanze grasse di recupero dal settore alimentare, quali ad esempio gli oli esausti di frittura, gli oli recuperati da estrazione con solventi dalle terre utilizzate per la decolorazione degli oli alimentari, alcuni grassi animali che non sono idonei all'impiego alimentare, principalmente sego bovino o grasso di pollo. I principali sottoprodotti dell'industria olearia sono riportati in tabella 2. Al di là delle definizioni tecniche che caratterizzano ciascun prodotto è importante osservare come la corretta gestione di questi sottoprodotti che alcuni anni orsono erano sottoutilizzati o smaltiti trova oggi una importante valorizzazione in perfetto accordo con i canoni dell'economia circolare.

Un discorso a parte deve essere dedicato a quegli oli vegetali che per la loro natura non entrano in competizione con gli oli del settore alimentare, ma sono esclusivamente dedicati a scopi industriali ed energetici. I più importanti sono:

- L'olio di Crambe (*Crambe abyssinica*), caratterizzato dall'elevato contenuto in acidi grassi monoinsaturi C₂₀ e C₂₂, che conferiscono all'olio e ai suoi derivati una elevata viscosità, ben superiore a quella degli oli vegetali convenzionali.
- L'olio di Tabacco (*Nicotiana tabacum*), che si ottiene dai semi di tabacco, è ricco di acidi grassi come acido palmitico, oleico e linoleico.
- L'olio di Jatropha (*Jatropha curcas*), dai semi di una pianta arborea che aveva suscitato molte aspettative nei primi anni 2000, ma che in seguito è stata quasi abbandonata in quanto non ha soddisfatto le speranze di alte rese produttive anche in situazioni di basso input e scarsa irrigazione. La tossicità del pannello residuo che non può essere utilizzato in zootecnia ha reso il conto economico estremamente negativo.
- L'olio di Camelina (*Camelina sativa*), ottenuto dai semi di una pianta erbacea annuale caratterizzato da elevate concentrazioni degli acidi linoleico, linolenico ed eicosenoico.

Un caso particolare è rappresentato dagli acidi grassi C₈ e C₁₀, che vengono ottenuti come sottoprodotto del frazionamento per distillazione dopo scissione dei grassi di cocco e di palmisto. In questo caso il prodotto principale è l'acido laurico che rappresenta il principale feedstock per l'industria dei tensioattivi a base vegetale. Un altro prodotto importante per la sintesi di biolubrificanti è rappresentato da un acido grasso a 9 atomi di carbonio (acido pelargonico) che non esiste in natura ma che viene generato nei processi di degradazione ossidativa dell'acido oleico per la produzione di acido azelaico.

Per quanto riguarda gli alcoli maggiormente utilizzati ricordiamo:

- **Alcool metilico**, metanolo CH₄O, CAS 67-56-1, preparato da metano e vapore d'acqua mediante il gas di sintesi. L'alcool metilico in forma libera è molto velenoso.
- **Alcool etilico**, etanolo C₂H₆O, CAS 64-17-5, ottenuto normalmente per fermentazione alcolica di materiali zuccherini o amidacei, poco utilizzato per via delle restrizioni di tipo fiscale e delle difficoltà per prepararlo in forma anidra. Si usa invece per preparare esteri per prodotti alimentari grazie alla

sua assenza di tossicità.

- Alcool isopropilico, isopropanolo C₃H₈O, CAS 67-63-0, preparato per idratazione del propilene, preferito al suo omologo n-propilico per una migliore stabilità al freddo degli esteri preparati, conferita dalla ramificazione della molecola.
- Alcool isobutilico, isobutanolo, 2-metil 1 propanolo C₄H₁₀O, CAS78-83-1, preparato per idroformilazione del propilene. Anche in questo caso si preferisce la forma ramificata a quella lineare.
- Alcool 2-etil esilico (2EE), 2-etilesanolo C₈H₁₈O, CAS 104-76-7, preparato per condensazione della butirraldeide.
- Neopentilglicole (NPG), 2,2 dimetilpropano-1,3 diolo C₅H₁₂O₂, CAS 126-30-7, preparato a partire da isobutilaldeide e formaldeide.
- Trimetilolpropano (TMP), 2-(idrossimetil)-2 etilpropan-1,2 diolo C₆H₁₄O₃, CAS 77-99-6, preparato da aldeide butilica e formaldeide.
- Pentaeritritolo (PE), 2,2,bis-(idrossimetil)-propan-1,3 diolo C₅H₁₂O₄, CAS 115-77-5, preparato acetaldeide e formaldeide.

Tutti questi prodotti, con la sola eccezione dell'alcool etilico, derivano da sintesi chimica normalmente a partire da materie prime non rinnovabili. Tuttavia si può pensare che alcuni di questi possono sicuramente essere preparati da molecole di derivazione biologica. Per tutti valga l'esempio dell'alcool metilico prodotto da metano che essere tranquillamente sostituito da biometano proveniente dai digestori anaerobici ormai molto diffusi in Italia o l'acetaldeide che può essere facilmente preparata per riduzione dell'acido acetico derivante da fermentazione acetica dell'etanolo.

Scegliendo opportunamente questi alcoli ed esterificandoli con miscele di acidi grassi a diversa composizione è possibile, in una sorta di gioco che prevede l'abbinamento di tanti piccoli mattoni, ottenere l'ampia gamma di lubrificanti che già è stata discussa nella sezione introduttiva di questo paragrafo.

Talvolta, al fine di aumentare la viscosità e le proprietà tribologiche degli esteri, vengono utilizzati acidi bicarbossilici che consentono di legare due molecole di esteri parziali di polialcoli. Questi acidi sono:

- **Acido adipico**, acido 1,6 esandioico, C₆H₁₀O₄, CAS 124-04-9, prodotto mediante ossidazione di cicloesano e cicloesano.
- **Acido sebacico**, acido 1, 10 decandioico, C₁₀H₁₈O₄, CAS 111-20-6, che si ottiene per ossidazione dell'acido ricinoleico ottenuto dall'olio di ricino.
- **Acido azelaico**, acido 1,9 nonandioico, C₉H₁₆O₄, CAS 123-99-9, derivante dall'ossidazione catalitica dell'acido oleico.

Tabella 11 - Sostanze grasse naturali, nomenclatura e caratteristiche

Tabella 12 - I principali derivati e sottoprodotti dell'industria delle sostanze grasse

(P. Bondioli (.pdf): "La classificazione merceologica degli oli naturali", pp. 61 – 74 in G. Bonardi and E. Patrignani "Energie alternative e rinnovabili", edizioni IPSOA INDICITALIA, Milano 2010).

2 LE TECNOLOGIE

I biolubrificanti vengono generalmente classificati in funzione della loro composizione chimica e dal tipo di materia prima utilizzata in biolubrificanti naturali e sintetici. I naturali sono preparati a partire da oli vegetali o grassi animali, mentre i biolubrificanti sintetici utilizzano oli naturali per produrre acidi grassi o i

Tabella 11 - Sostanze grasse naturali, nomenclatura e caratteristiche

Tabella 11 - Sostanze grasse naturali, nomenclatura e caratteristiche				
Nomenclatura			Numero di Iodio (gI ₂ /100g)	Punto di fusione indicativo (°C)
Comune	Sistemica	Inglese		
Arachide	Arachis hypogaea	Peanuts	85-100	-2
Avocado	Persea gratissima	Avocado	80-90	0
Canapa	Cannabis sativa	Hemp	150-160	-18
Cartamo	Carthamus tinctorius	Safflower	140-150	-13
Cocco	Cocos nucifera	Coconut	8-10	23
Colza	Brassica napus	Rape(seed)	110-115	-12
Cotone	Gossypium hirsutum	Cotton	100-115	-2
Girasole	Heliantus annuus	Sunflower	120-135	-16
Karité	Butyrospermum parkii	Shea butter	50-65	40
Lino	Linum usitatissimum	Flax, linseed	170-200	-20
Mais (germe di)	Zea mais	Corn	110-130	-10
Oliva	Olea europaea	Olive	80-90	0
Palma	Elaeis guineensis	Palm	35-60	30
Palmisto	Elaeis guineensis	Palm kernel	12-22	24-26
Soia	Glicine max	Soy (bean)	125-140	-20
Burro		Butter	25-45	30
Grasso di ossa		Bone grease	45-70	20
Grasso di Pollo		Poultry fat	50-70	20
Sego bovino		Beef tallow	38-48	40
Strutto		Pig fat / Lard	48-68	35

corrispondenti esteri metilici come composti intermedi da sottoporre ad ulteriore trasformazione.

La produzione di oli vegetali e grassi animali utilizza tecnologie ben note che sono alla base della industria alimentare mondiale. Gli oli vegetali vengono prodotti a partire dai semi o dai frutti di piante oleaginose come girasole, colza, mais, soia, oliva, palma, altri.

La materia prima viene sottoposta a processi di estrazione dell'olio contenuto nei semi o nei frutti. I processi di estrazione possono essere basati sul solo principio della pressione meccanica o anche in combinazione con l'estrazione dell'olio residuo mediante solventi. Dopo l'estrazione l'olio grezzo viene sottoposto ad un processo di raffinazione chimico/fisica, necessaria per trasformare l'olio grezzo in un prodotto commestibile in accordo alle specifiche sanitarie e commerciali vigenti.

La produzione dei grassi animali utilizza principalmente gli scarti di macellazione, questi dopo triturazione subiscono un trattamento termico in autoclave che ne permette l'estrazione del grasso, il grasso poi subirà dei processi di raffinazione per poter ottenere il prodotto finito purificato dalle impurezze.

Tuttavia, l'uso di questi oli naturali per sintetizzare i biolubrificanti è incoerente, una percentuale minore

Tabella 12 - I principali derivati e sottoprodotti dell'industria delle sostanze grasse

Prodotto	Descrizione	Nomenclatura inglese
Fosfolipidi/Gomme/Lecitine	Miscela principalmente costituita da fosfolipidi (lipidi polari) e da olio neutro fluido ad alta viscosità ottenuto nel corso dell'operazione di degommaggio degli oli alimentari. Alto contenuto di fosforo	Phospholipids/Gums/Lecithins
Paste saponose	Miscela di saponi degli acidi grassi ed olio neutro separata durante la neutralizzazione chimica degli oli alimentari	Soapstocks
Oli acidi da raffinazione chimica (Oleine da chimica)	Miscela di acidi grassi ed olio neutro derivante da scissione acida delle paste saponose. Possono contenere acidi minerali	Acid oils from chemical refining
Oli acidi da raffinazione fisica (Oleine da fisica)	Miscela di acidi grassi distillati ottenuta nel corso della neutralizzazione per via fisica degli oli alimentari. Possono contenere insaponificabili degli oli dai quali derivano	Acid oils from physical refining
Oli di recupero da terre decoloranti esauste	Oli recuperati dalle terre decoloranti esauste utilizzate nel processo di decolorazione degli oli alimentari	Oils from exhausted bleaching earths EBE oils
Distillati di deodorazione	Distillati ottenuti nel corso della deodorazione degli oli alimentari del processo di raffinazione per via chimica. Contengono acidi grassi, frazioni volatili dell'insaponificabile e dei prodotti della decomposizione termica degli oli	Deodorizer distillates
Oleina di palma	Frazione liquida a temperatura ambiente ottenuta per frazionamento dell'olio di palma, derivato per l'industria alimentare	Palm olein
Stearina di palma	Frazione solida a temperatura ambiente ottenuta per frazionamento dell'olio di palma, derivato per l'industria alimentare e della produzione di saponi	Palm stearin
Oli esausti da friggitoria	Sostanza grassa residua dell'operazione di frittura. Oli alimentari non più edibili causa la degradazione termossidativa che hanno subito con l'uso	Fried oils, Used Frying Oils (UFO)

degli oli vegetali è già utilizzato storicamente dall'industria chimica, incentivare anche questo uso interferisce con la catena alimentare, provocando speculazioni sui prezzi degli oli vegetali di consumo e producendo un aumento dei prezzi e squilibri sociali. L'attenzione va spostata sulla possibilità di utilizzare oli estratti da oleaginose non utilizzabili per uso alimentare e coltivabili in terreni aridi non utilizzabili dalle colture per uso alimentare.

Anche il riutilizzo di rifiuti quali oli di frittura, grassi fognari, oli recuperati da terre decoloranti o materie prime seconde come oleine acide, inizia a delinearsi come una fonte di approvvigionamento alternativa di trigliceridi ed acidi grassi, una opportunità sicuramente coerente con le politiche di transizione industriale attuali e future.

Le strategie più comuni per modificare gli oli vegetali sono rappresentate da reazioni di scissione idrolitica, transesterificazione/esterificazione, epossidazione, idrogenazione e formazione di estolidi. In generale, queste metodologie conducono a proprietà fisico-chimiche dei biolubrificanti sintetici migliorate, sebbene esse possano presentare anche degli svantaggi, come riportato di seguito per ciascun approccio.

Transesterificazione/Esterificazione

La transesterificazione o alcoolisi è una reazione tra un estere ed un alcool, che porta allo scambio del radicale alcoolico con liberazione dell'alcool originariamente presente nell'estere.

La reazione di transesterificazione viene catalizzata da una base forte quale Sodio Metilato, Idrossido di Potassio o di sodio. Nel caso di reazione tra un olio naturale e alcool metilico, con formazione di esteri metilici degli acidi grassi (e glicerolo) questi derivati possono essere utilizzati per la produzione di alcuni biolubrificanti.

In figura 11 è riportato come esempio la reazione che può avvenire tra metilesteri e trimetilolpropano (TMP) per ottenere **trimetilolpropano** triestere che è un lubrificante sintetico biodegradabile.

Percorso alternativo per ottenere esteri di TMP è quella di utilizzare acidi grassi prodotti per scissione idrolitica dei gliceridi e utilizzare miscele ad alto contenuto di acido oleico per ottenere TMP Trioleato.

Altri TMP esteri, aventi diversa composizione in acidi grassi e diverse proprietà chimico-fisiche, possono essere preparati con gli stessi processi qui descritti.

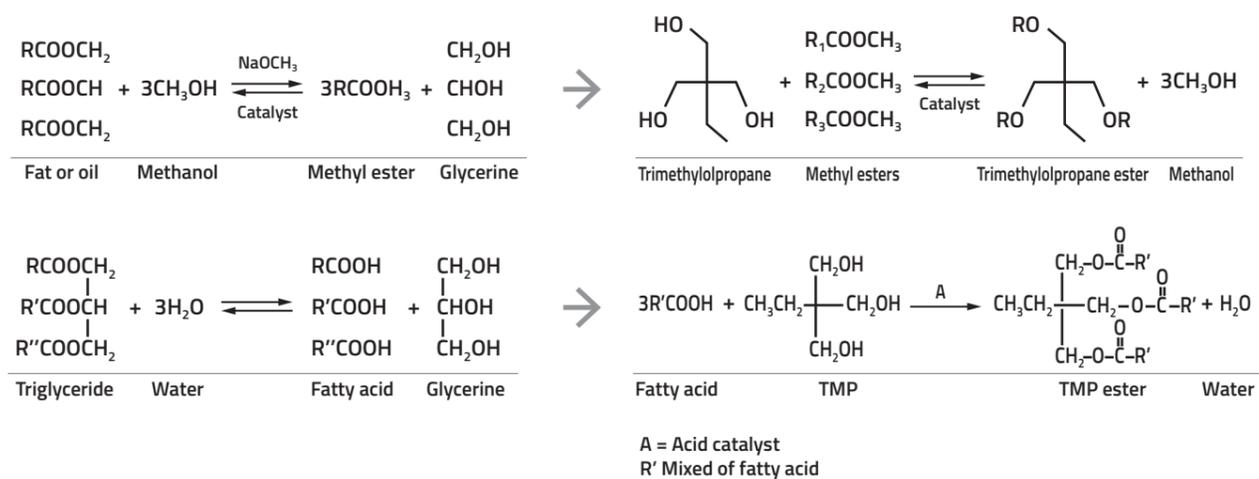


Figura 11 - Reazioni di Transesterificazione/Esterificazione dei trigliceridi

Tabella 11 - Transesterificazione/Esterificazione

Reazione Chimica	Vantaggi	Svantaggi	Tipologia di Impianto
Transesterificazione/ Esterificazione	Produzione di esteri in esteri ad alta stabilità termica e ossidativa	Stabilità all'ossidazione Ottimo punto di scorrimento	Necessitano di oli ad alto contenuto di acido oleico dai quali si produce acido oleico o metil oleato ad elevata purezza Necessaria produzione intermedi per Idrolisi o Transesterificazione Scarsa disponibilità sul mercato di Acido Oleico e di Metil Oleato come intermedi esterificazione La reazione di esterificazione con alcoli avviene ad alta temperatura e richiede lunghi tempi di reazione
			Impianti batch (discontinui) Temperature di reazione esterificazione con alcoli 200-300°C Necessari catalizzatori ed impianti di filtrazione per la rimozione del catalizzatore esausto

Idrogenazione parziale selettiva

L'idrogenazione degli oli vegetali è un importante processo nell'industria dell'oleochimica che permette sia di modificare le caratteristiche fisiche dell'olio per specifiche applicazioni, che di aumentarne la stabilità all'ossidazione e alla decomposizione termica (Tabella 12). Mediante idrogenazione selettiva, gli acidi grassi polinsaturi possono essere trasformati in singoli acidi grassi monoinsaturi senza aumentare la percentuale satura della sostanza. I grassi e gli oli vegetali estratti da semi oleaginosi (soia, Colza, Girasole, etc.) contengono acidi grassi polinsaturi, come gli acidi linoleico e linolenico meno resistenti all'ossidazione rispetto agli acidi grassi mono-insaturi come l'acido oleico.

Grazie all'idrogenazione selettiva, è possibile saturare i doppi legami diversi da quello caratteristico dell'acido oleico rendendo quindi massima la percentuale di acido oleico dell'olio vegetale di partenza. In questo modo la stabilità all'ossidazione migliora notevolmente e possono quindi essere utilizzati come intermedi per la produzione di biolubrificanti o come biolubrificanti tal quali.

Tabella 12 - Idrogenazione Selettiva

Reazione Chimica	Vantaggi	Svantaggi	Tipologia di Impianto
Idrogenazione Selettiva	Riduzione del grado di insaturazione per migliorare la stabilità termica e ossidativa Aumentare la disponibilità di oli e intermedi ad alto contenuto di Acido oleico	Stabilità all'ossidazione Ottimo punto di scorrimento	Possibile formazione di isomeri Trans dell'acido oleico Reazioni ad alta temperatura Scarsa disponibilità di catalizzatori selettivi
			Impianti batch (discontinui) Temperature di reazione 150-200° Necessari catalizzatori ad alta selettività ed impianti di filtrazione per la rimozione del catalizzatore esausto

Eossidazione

L'eossidazione è una modifica chimica e corrisponde ad una delle più importanti reazioni di funzionalizzazione dei doppi legami C-C che consente di migliorare la stabilità ossidativa, la lubrificità e il comportamento a bassa temperatura dei biolubrificanti (Tabella 13).

Tabella 13 - Eossidazione

Reazione Chimica	Vantaggi	Svantaggi	Tipologia di Impianto
Eossidazione	Migliora la lubrificazione Migliora la stabilità all'ossidazione Reazioni a bassa temperatura	Aumenta il punto di scorrimento Diminuisce il punto di scorrimento	Impianti batch (discontinui) Catalizzato da Acido Formico e Acido Acetico Richiede come reagente Perossido di Idrogeno
	Reazione delle insaturazioni C=C Con un atomo di ossigeno	Necessario modificare questi composti epossidati per migliorare le proprietà fisicochimiche attraverso ulteriori reazioni Processo produttivo complesso	

L'epossidazione di un sistema alchenico (e quindi anche di un acido grasso insaturo) si realizza per azione dell'acqua ossigenata su un doppio legame con formazione di un gruppo funzionale ossirano, ovvero un etere ciclico, composto da due atomi di carbonio e un atomo di ossigeno (Figura 12).

La reazione viene generalmente realizzata utilizzando un perossiacido di acido formico o acetico generato in situ a partire da acqua ossigenata e prevede l'impiego di catalizzatori omogenei, eterogenei o anche enzimatici.

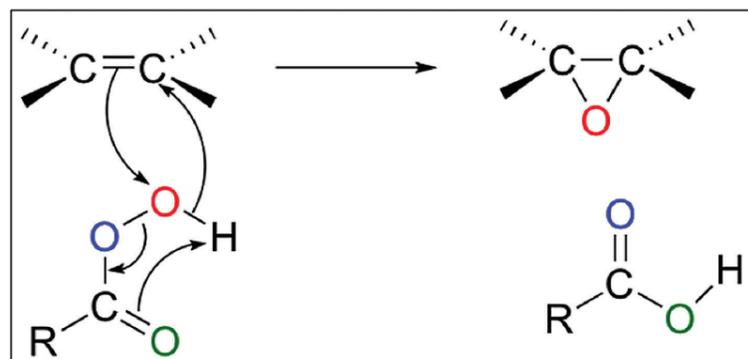


Figura 12 - Epossidazione di un alchene

Come già esposto in precedenza, l'epossidazione degli oli vegetali generalmente si traduce in una maggiore stabilità ossidativa, una maggiore affinità alle superfici metalliche che porta ad una migliore lubrificazione. L'olio vegetale epossidato può anche rappresentare il materiale di partenza per ulteriori modificazioni. Il prodotto epossidato è spesso sottoposto a una combinazione di apertura dell'anello ossirano, esterificazione e/o acetilazione. In considerazione del fatto che le reazioni di apertura dell'anello e di esterificazione degli oli vegetali epossidati possono essere eseguite con una serie di alcoli e altri materiali, i prodotti che si ottengono possono avere proprietà differenti.

Numerosi studi hanno dimostrato che l'apertura dell'anello, l'esterificazione e/o l'acetilazione determinano un indice di viscosità migliorato, migliori proprietà di flusso a bassa temperatura, maggiore stabilità termica e ossidativa, coefficienti di attrito inferiori e migliori caratteristiche di lubrificazione (Figura 13).

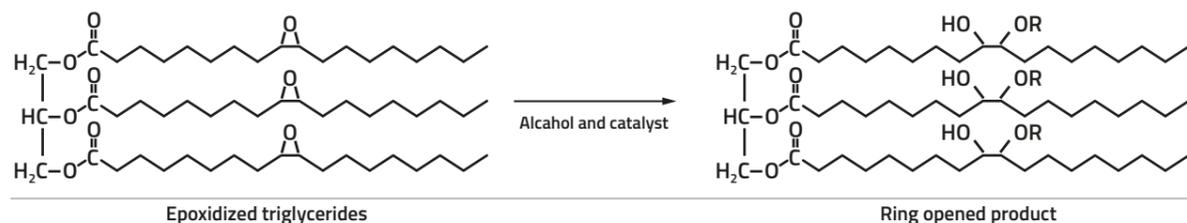


Figura 13 - Meccanismo di apertura dell'anello di ossirano

Generazione Estolidi

Gli estolidi si formano legando la funzionalità di un acido carbossilico di un acido grasso al doppio legame di un altro acido grasso (Figura 6), con formazione di un legame estere.

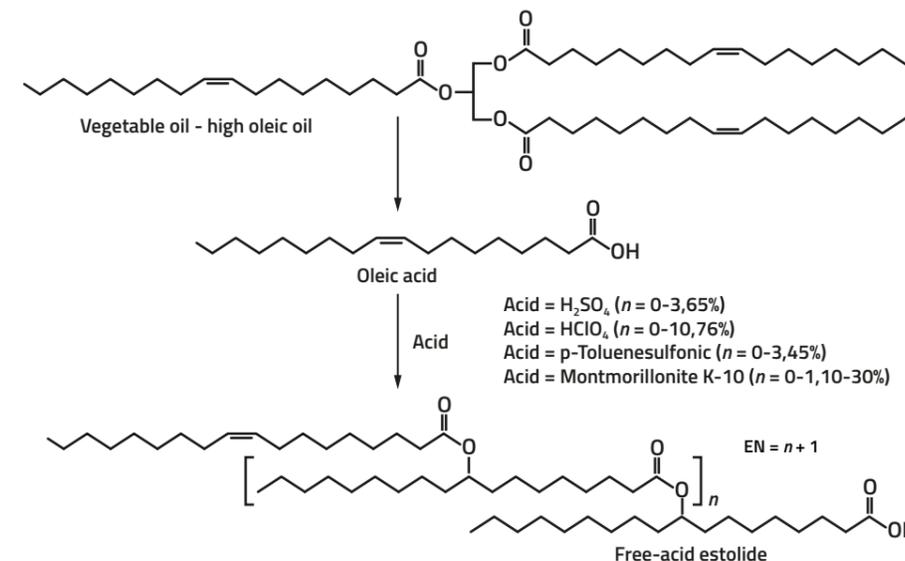


Figura 14 - Formazione di estolidi

I lubrificanti a base di estolidi possono fornire una migliore lubrificazione, una migliore stabilità all'ossidazione e una migliore stabilità al freddo. In funzione della composizione degli acidi grassi utilizzati è possibile ottenere un'ampia gamma di prodotti con proprietà molto differenti.

Tabella 14 - Generazione Estolidi

Reazione Chimica		Vantaggi	Svantaggi	Tipologia di Impianto
Generazione Estolidi	Reazione tra due molecole acide identiche o diverse	Migliora la stabilità termo-ossidativa Bassa temperatura di reazione Consente l'utilizzo di diversi oli vegetali	Elevato costo di produzione Rese non elevate Bassa selettività Lunghi tempi di reazione Oli ad alto contenuto di acido oleico o ricinoleico	Reazione discontinua catalizzata da catalizzatori acidi Distillazione molecolare per recupero del non reagito

3 LE PRESTAZIONI

Storicamente il contenimento dei rischi per la salute degli esposti a lubrificanti è stato perseguito attraverso una progressiva e sempre più spinta raffinazione della loro base minerale. Un vero e proprio salto scientifico e culturale si è avuto con l'introduzione delle basi derivanti da fonti vegetali. Ciò ha portato dopo anni di sperimentazione in laboratorio e sul campo a disporre oggi di prodotti molto avanzati dal punto di vista tecnologico come capacità refrigerante e sostenibili dal punto di vista economico, igienico-sanitario ed ecologico.

In questo contributo dopo aver ripreso alcuni principi generali della lubrificazione si presentano i risultati della comparazione tra fluidi a base idrocarburica con esteri vegetali naturali nella lavorazione

meccanica. Vengono inoltre presentati come esempio del miglioramento delle condizioni ambientale correlate all'impiego di tali nuovi prodotti, i risultati delle misure ambientali comparative di uno dei tradizionali traccianti tossicologici, cioè la miscela degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA).

Definizioni

Per una corretta comprensione di quanto di seguito esposto è utile premettere alcune definizioni dei termini normalmente utilizzati da chi si occupa ai diversi livelli di lubrorefrigerazione nella lavorazione (taglio) dei metalli.

- **Olio lubrorefrigerante:** fluido impiegato per lubrificare gli utensili, raffreddarli ed evacuare il truciolo al fine di ridurre gli attriti e l'usura
- **Olio lubrorefrigerante minerale:** fluido sia intero che solubile in acqua il cui componente principale (base) è un distillato petrolifero (minerale) più o meno raffinato.
- **Olio lubrorefrigerante vegetale:** fluido sia intero che solubile in acqua il cui componente principale (base) è un olio vegetale.
- **Olio lubrorefrigerante intero (straight oil):** Sono derivati dal petrolio o vegetali non diluiti in acqua impiegati nelle operazioni meccaniche dove è richiesta una maggiore lubrificazione. Possono essere usati da soli o con additivi polari e/o chimicamente attivi.
- **Olio lubrorefrigerante solubile in acqua (water based oil):** definiti anche "oli emulsionabili", sono diluiti dall'utilizzatore finale con acqua in rapporto 1:20 o 1:10. Tali fluidi vengono utilizzati nelle operazioni meccaniche dove è richiesta un'altissima refrigerazione e di pulizia dei pezzi. Sono abitualmente additivati con altri composti.
- **Olio lubrorefrigerante sintetico:** fluido sia intero che solubile in acqua le cui componenti principali (base) possono essere idrocarburi di sintesi (es. le Polialfaolefine), polimeri dell'ossido di etilene/propilene (es PAG), esteri di sintesi (Trimetilolpropano trioleato, di(2-etilesil) adipato, metil oleato, 2-etilesil oleato, esteri complessi e/o polimerici,...), etc
- **Oli lubrificanti tipo barriera a film:** sono usati nello stampaggio, formazione a freddo, estrusione, trafilatura e sono formulati in modo diverso da quelli propriamente usati nelle operazioni da taglio. Gli emulsionanti sono usati in modo da conferire una maggiore solubilità al liquido e maggiore capacità lubrificante. Gli additivi maggiormente utilizzati sono paraffine clorurate, amidi, esteri, oli vegetali esausti o oli animali. Generalmente non vengono riciccolati.
- **Additivi:** gli additivi chimici usati nella formulazione dei fluidi lubrorefrigeranti hanno varie funzioni: emulsionanti, inibitori di corrosione, lubrificanti, biocidi, regolatori di pH, antischiuma, disperdenti, umidificanti. Sono generalmente composti chimici organici anionici o non ionici, liquidi, usati per la loro facilità di miscelazione. I principali composti chimici base utilizzati sono acidi grassi, alcanolamidi grasse, esteri, solfonati, saponi, emulgatori etossilati, paraffine clorurate oli e grassi solforati, esteri glicoli, etanolamine, polialchilenglicoli, oli solforizzati, oli grassi, biocidi e fungicidi. Generalmente dovrebbero essere stabili poco schiumosi e facilmente trattabili come rifiuti. Molte delle loro proprietà sono mutualmente esclusive.

Una trattazione sistematica di questi aspetti può essere reperita su testi tecnici specifici quali ad esempio "Metal Working Fluids" di JP Byers, Second edition Taylor & Francis 2006.

La lubrorefrigerazione nelle lavorazioni metalmeccaniche

La funzione principale di un olio lubrorefrigerante è quella di limitare l'usura utensile derivante dal contatto continuo col materiale in condizioni proibitive dal punto di vista delle temperature e delle pressioni in gioco

Durante il processo di asportazione di truciolo si osserva il contemporaneo insorgere di favorevoli condizioni di attrito viscoso, per cui il truciolo fluisce sul petto dell'utensile con l'interposizione di un film di olio lubrorefrigerante, e di dannose condizioni di attrito radente in corrispondenza dello spigolo tagliente dell'utensile la cui pressione sul materiale permette il compiersi dell'asportazione (figura 15). Proprio l'attrito radente è il principale responsabile dell'usura utensile, ed è quindi prerogativa dei liquidi lubrorefrigeranti la sua limitazione mediante il ricorso a specifici additivi di prestazione aggiunti ai prodotti di origine idrocarburica.

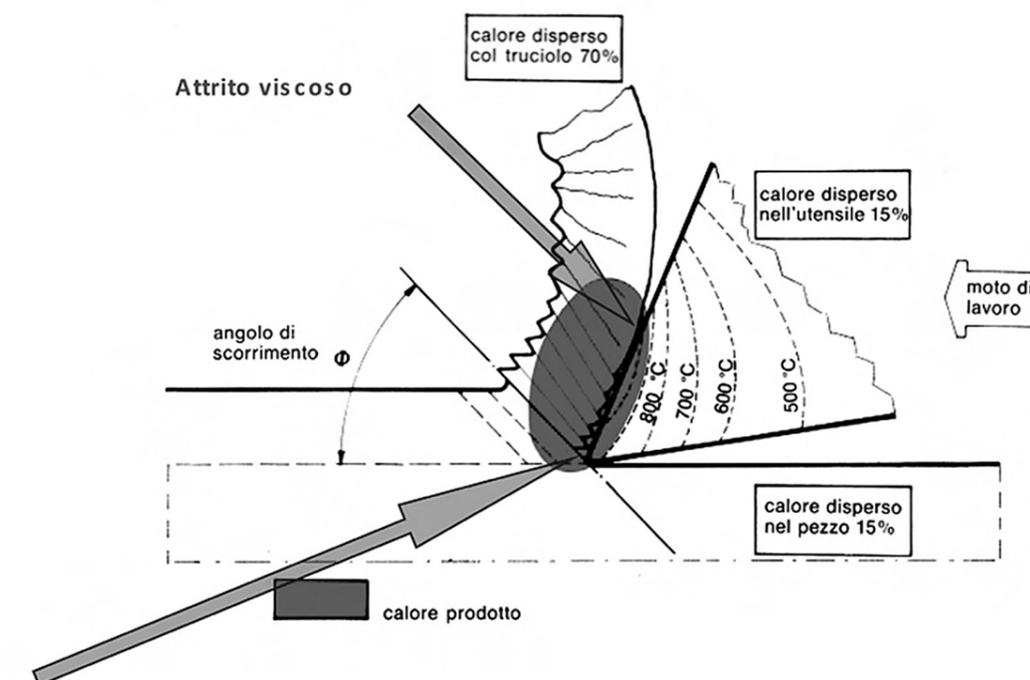


Figura 15 - Attrito radente

Un ruolo importante hanno gli additivi di untuosità (acidi organici, esteri, ecc.), capaci di assicurare condizioni di attrito viscoso nelle zone dove le sollecitazioni meccaniche e termiche sono contenute entro certi limiti. In particolare quando l'entità del carico nella zona di contatto tra utensile e materiale è tale che la capacità del velo lubrificante risulta inadeguata con rischio di interruzione dello stesso, gli agenti untuosanti formano un sottile strato polare con la capacità di aderire alla superficie metallica con più tenacità di altre molecole resistendo anche alla forza di taglio dell'utensile in condizione di bassi carichi

Ad integrare l'azione degli additivi di untuosità, laddove le condizioni operative risultano maggiormente gravose è tipico il ricorso a additivi estreme pressioni a base di zolfo, cloro, fosforo, etc. Gli additivi E.P. reagiscono ovunque due asperità di superfici metalliche contrapposte vengono a contatto, provocando un

innalzamento locale della temperatura e conseguentemente una reazione chimica con lo sviluppo di una pellicola antisaldante tra le superfici stesse.

Esistono due tipologie differenti di fluidi lubrorefrigeranti per lavorazioni meccaniche:

- I. *Non solubile in acqua (Straight oil)*: tali prodotti sono formulati prevalentemente con basi minerali e additivi specifici di lubrificazione
- II. *Solubili in acqua (water based oil)*: Formulati con basi minerali, additivi di lubrificazione e additivi specifici come: emulgatori, inibitori di corrosione, tamponanti di pH, conservanti, antischiuma, passivatori metallici.

Mentre per i primi i componenti utilizzati possono essere generalmente fino ad un massimo di 10, per i secondi si possono avere anche fino a 30 componenti.

Crediti e copyright



OSSERVATORIO SUI BIOLUBRIFICANTI

per la decarbonizzazione dell'economia

