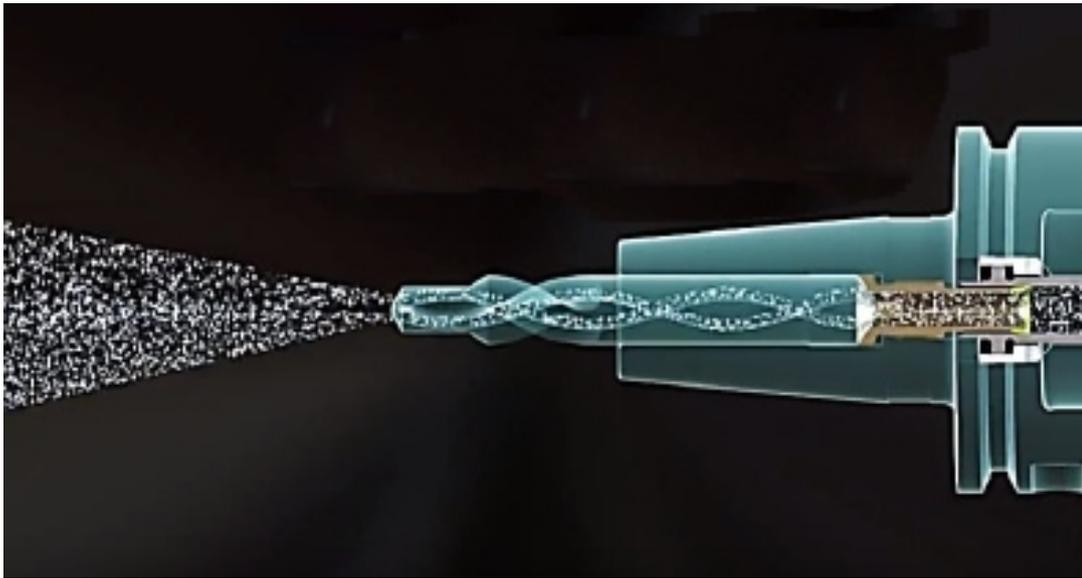


## Tecnologia per la lubrificazione minimale interna degli utensili



**Sistemi MQL per la lubrificazione degli utensili dall'interno**  
con alimentazione di lubrificante  
attraverso mandrini, torrette e portautensili  
per  
macchine di lavorazione con asportazione di truciolo,  
centri di lavoro, centri di tornitura.

in collaborazione con

Dipartimento di Meccanica  
Politecnico di Milano

HPM Technologie GmbH

- Con riserva di modifiche senza preavviso -

## Prodotti della Linea LS 35 PRO

### Sistemi MQL con tecnologia avanzata per la lubrificazione degli utensili dall'interno.

I sistemi LS35 PRO sono basati su un'avanzata tecnologia con prestazioni ottimizzate e un facile utilizzo tramite una innovativa interfaccia dati, ponendosi al vertice dello stato dell'arte tra i sistemi per MQL utensili.

Per generare aerosol di alta qualità e controllarne il flusso in condizioni di produzione variabili, vengono utilizzati **ugelli Venturi** controllati da **valvole proporzionali** ad alta velocità di reazione. La tecnologia di controllo elettronico brevettata da MWM rende disponibile uno specifico  **sensore IFX-F**, che misura la percentuale di olio contenuta nel flusso di aerosol convogliato verso l'utensile, fornisce un segnale al CNC e garantisce un processo sicuro al 100%.

I sistemi LS35 PRO hanno le seguenti principali caratteristiche:

- 1. La generazione dinamica di aerosol** è una caratteristica chiave per consentire una lubrificazione ottimale con prestazioni di alto livello. La maggior parte dei sistemi MQL disponibili sul mercato offre solo una generazione di aerosol statica.
- 2. Il controllo automatico del flusso** offre la massima flessibilità di utilizzo per qualsiasi tipo di lavorazione: utilizzando sia utensili molto piccoli (es: punta  $\varnothing$  1 mm) sia utensili grandi (es: fresa  $\varnothing$  25 mm). L'operatore può scegliere tra diversi parametri di lubrificazione disponibili, differenziati in termini di pressione dell'aria e concentrazione di olio, e associare il più adatto a ciascun utensile.
- 3. Il breve tempo di risposta** permette di ridurre i tempi di lavorazione. Tale importante caratteristica assume grande rilevanza quando, in particolare, si utilizzano centri di lavoro dotati di cambio automatico dell'utensile: il sistema MQL modifica i parametri di lubrificazione in meno di 0,1 secondi.
- 4. Il monitoraggio continuo del processo** garantisce l'esecuzione di un processo affidabile e sicuro. La comunicazione continua con il CNC consente all'operatore di essere costantemente informato sullo stato del processo.

Tutte le informazioni inerenti lo stato del processo di lubrificazione sono visualizzate in un quadro sinottico funzionale di semplice utilizzo, disponibile su touch-screen integrato nell'unità MQL. Il modello LS35 PRO dotato di due valvole proporzionali e touch screen non ha eguali nel mercato attuale e si caratterizza per funzionalità disponibili, prestazioni, precisione, flessibilità, facilità d'uso tutte ad un livello molto più elevato se paragonato a qualsiasi sistema concorrente.

Per assicurare la massima sicurezza durante la lubrificazione dell'utensile, il flusso di aerosol generato dall'unità MQL è monitorato dal sensore optoelettronico IFX-F, che fornisce un feedback continuo al controllo elettronico dell'unità LS35 PRO. Il sensore IFX-F per «oil-mist», rileva la quantità di olio nel flusso di aerosol verso l'utensile. Questa innovazione introdotta da MWM, è un brevetto internazionale «Process and system for controlling sprayed lubrication with instantaneous measurement of lubrication flow»).

Per la comunicazione con il CN di macchina sono disponibili interfacce per scambio dati con fieldbus standard PROFINET e digital CPU-I/O.



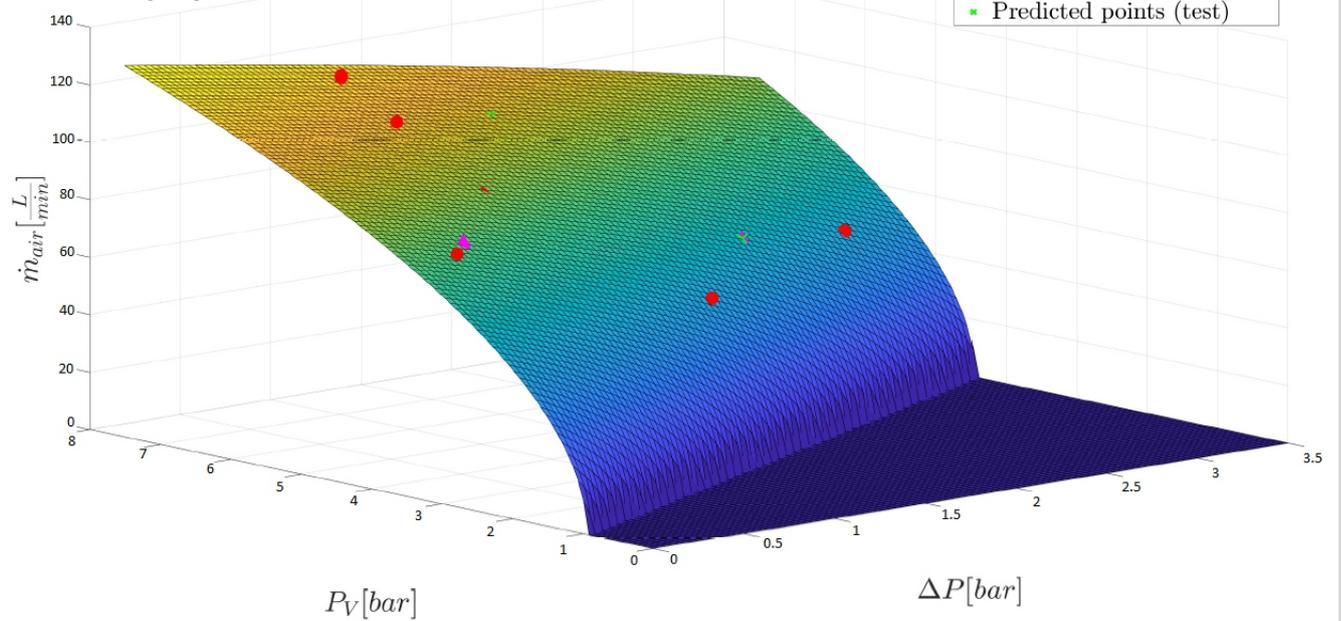
## Test funzionali e validazione ottenuta dal Politecnico di Milano

Tutte le funzionalità del sistema LS35 PRO hanno ottenuto validazione a seguito di severi test di valutazione condotti dal Dipartimento di Meccanica del Politecnico di Milano.

A tal fine sono stati appositamente sviluppati importanti modelli empirici che consentono di verificare in modo dettagliato le prestazioni del sistema LS35 PRO in diverse condizioni di produzione truciolo e con diversi parametri di lavoro e di lubrificazione utensile.

Da un punto di vista macroscopico, il modello empirico descrive i complessi fenomeni legati alla miscelazione aria-olio durante la generazione dell'aerosol lubrificante, nel corso di una lavorazione effettiva. In questo modo è stato possibile valutare gli effetti legati a flussi di aria e olio variabili in combinazione con i parametri di taglio (forza verticale, coppia e potenza di foratura). Solo sotto tali condizioni è possibile valutare appieno tutti i fondamentali parametri del processo di lavorazione.

Dopo avere ottenuto gli opportuni coefficienti da prove sperimentali, ogni modello può essere usato per determinare parametri di pressione (controllati dalla centralina LS35PRO) al fine di ottenere precisi valori di flusso di aria o olio all'uscita degli ugelli utensile



Il comportamento del modello predittivo per portata di aria e di olio è rappresentato nella figura sopra, dove la superficie blu/gialla rappresenta i valori del flusso di aria in funzione delle pressioni di esercizio della centralina. I punti in rosso riguardano la fase di Training del modello, quelli verdi la previsione da parte del modello mentre marcatori triangolari in rosa rappresentano i risultati sperimentali ottenuti durante i test di validazione della centralina, secondo i parametri di pressione in ingresso predetti dal modello per ottenere i flussi indicati.

Il sistema LS35 PRO adatta i parametri di lubrificazione (pressione aria, pressione olio, portata del flusso di aerosol) alla specifica operazione di lavorazione, come proposto del modello sviluppato e in base alle conoscenze acquisite nel corso degli studi di laboratorio; in modo istantaneo il sensore per oil mist IFX-F verifica i risultati e invia un feedback all'unità di controllo.

Sulla base di questi risultati il sistema LS35 PRO ha dimostrato di essere estremamente efficace, accurato, affidabile, senza pari tra i sistemi MQL sin'ora in commercio.



## MQL lo standard industriale moderno per la lubrificazione degli utensili

L'emulsione oleosa non è più l'unico modo per lubrificare l'utensile che asporta truciolo, ma è semmai il modo tradizionale al quale in molte applicazioni si contrappone la tecnologia MQL. A differenza dei tradizionali sistemi che inondano il pezzo con elevate quantità - riciclate - di fluidi per la lavorazione dei metalli, la lubrificazione minimale utilizza pochi millilitri di lubrificante all'ora. Dall'inizio degli anni 2000 i vantaggi tecnici, ambientali ed economici offerti dalla tecnologia MQL hanno convinto molte aziende meccaniche, a partire da Germania e Giappone, ad un graduale abbandono dei fluidi lubrorefrigeranti utilizzati nelle lavorazioni con asportazione di truciolo. Oggi la tecnologia MQL per la lubrificazione interna degli utensili rappresenta il nuovo standard industriale per un numero sempre maggiore di produttori in diversi paesi e settori quali l'automobilistico, l'aerospaziale, la componentistica pneumatica, per produrre pezzi complessi con inquinamento ambientale drasticamente ridotto e quasi all'asciutto.

### Settori applicativi

I sistemi MQL possono essere utilizzati per la lubrificazione degli utensili in quasi tutti i processi meccanici, sia in quelli con formazione di trucioli sia nei processi di formatura/rullatura, su qualsiasi tipo di moderna macchina utensile a CNC, per lavorare materiali diversi con un processo di lubrificazione altamente affidabile.

### Macchine:

- Fresatrici a portale
- Centri di tornitura e fresatura
- Sistemi di produzione flessibili
- Macchine utensili a doppio mandrino
- Teste multi mandrino
- Macchine transfer

### Lavorazioni:

- Fresatura
- Tornitura
- Filettatura
- Maschiatura
- Foratura
- Foratura profonda
- Alesatura
- Rullatura

### Materiali:

- Alluminio e sue leghe
- Acciai e acciai legati
- Ghisa
- Ottone
- Titanio

La tecnologia MQL si basa sull'apporto continuo di quantità estremamente ridotte di lubrificante al punto di taglio. Durante la lavorazione, il lubrificante riduce significativamente l'attrito tra il truciolo e la superficie di taglio, generando così meno calore che in gran parte viene dissipato con i trucioli, rapidamente evacuati grazie all'uso di utensili idonei per MQL. Di conseguenza l'utensile dura più a lungo, la velocità di taglio aumenta, la qualità superficiale migliora e l'intero processo di lavorazione si completa in tempi e a costi inferiori.



## I vantaggi del sistema MQL

- Consumo di lubrificante minimizzato (in media: 20 ml/ora)
- Nessun consumo di acqua
- Trucioli e pezzi lavorati praticamente asciutti
- Eliminazione dell'impianto per lubrorefrigerante
- Risparmio sui consumi di energia rispetto all'emulsione
- Eliminazione costi di stoccaggio/smaltimento emulsione
- Nessun effetto di shock termico sul tagliente dell'utensile
- Maggiore durata dell'utensile
- Velocità di taglio più elevata
- Migliore qualità superficiale
- Perfetta esecuzione di forature profonde, anche con  $L/D > 30$
- Completa visibilità del processo
- Ambiente di lavoro pulito, conformità a normative sulla salute e l'ambiente.

## Consumi a confronto

### Olio intero:

- ! olio: 10x – 100x litri/ora
- ! energia elettrica: elevato

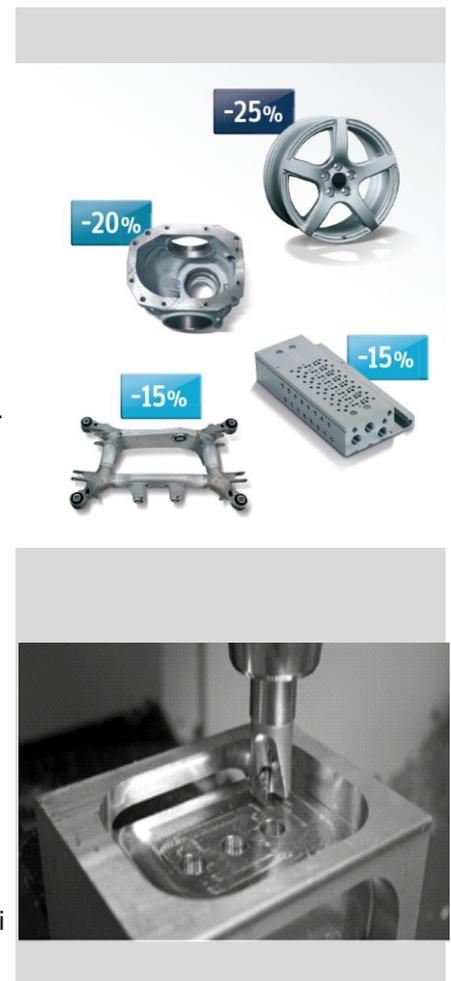
### Emulsione acqua-olio:

- ! emulsione: 100x – 1.000x litri/ora (emulsione 5%: 5 - 50 litri/ora di olio)
- ! energia elettrica: molto elevato

### MQL:

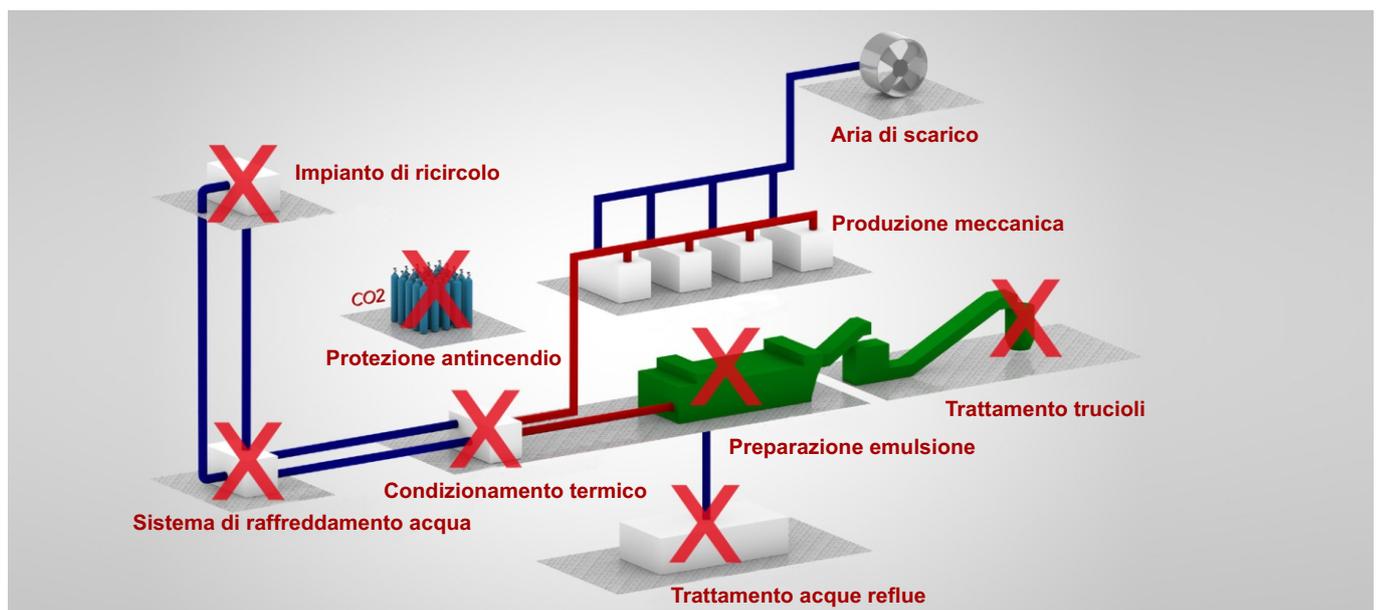
- ! aria compressa: 1.000x litri/ora
- ! olio: da 5 a 65 millilitri/ora (0,005-0,065 litri/ora)
- ! acqua: nulla per il processo; opzione lavaggio fine ciclo
- ! energia elettrica: molto contenuto

Con MQL, per ogni singolo processo (pezzo/operazione) l'incidenza del costo dovuto al solo consumo di olio è nell'ordine dei centesimi di €, in media; mentre l'incidenza del costo imputabile al solo utensile è nell'ordine dei decimi di €.



## Potenziali di risparmio nella produzione in serie

La lavorazione a secco con tecnologia MQL offre enormi potenziali di risparmio nella produzione in serie. Il metodo tradizionale basato sul refrigerante richiede diversi dispositivi, ad esempio per raffreddare e pulire l'emulsione, per il trattamento dei trucioli bagnati e delle acque reflue. Tutti questi dispositivi non sono necessari quando si utilizza MQL.



## La tecnologia MQL per la lubrificazione minimale monocanale dall'interno utensile

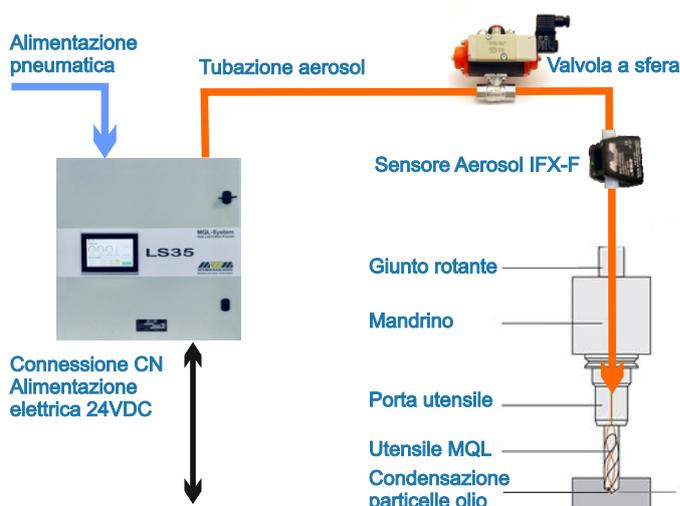
Il mezzo lubrificante utilizzato per MQL è una miscela molto fine di aria compressa e goccioline di olio nebulizzate, con dimensioni da 0,1 a 1 micron, definita come "aerosol" e generata all'interno di un sistema MQL specifico. L'aerosol viene convogliato continuamente verso il punto di lubrificazione, attraverso tubi flessibili e canali ricavati all'interno del mandrino, del portautensile e dell'utensile.

All'uscita dell'utensile le particelle di olio si condensano in piccole goccioline che vengono indirizzate con precisione sul bordo tagliente. L'olio lubrifica le superfici di contatto tra utensile e pezzo, mentre il flusso d'aria ad alta velocità facilita l'evacuazione dei trucioli. Minime quantità di olio fresco vengono dosate con precisione e consumate quasi totalmente durante il contatto tra utensile e pezzo, con il vantaggio di lasciare pezzo e trucioli asciutti.

Una corretta lubrificazione minimale si fonda sulla scelta accurata dei parametri di lubrificazione per soddisfare i diversi requisiti: utensili, materiali, macchine e dati di lavorazione. I parametri di lubrificazione si riferiscono alla portata volumetrica assoluta dell'aria e alla portata volumetrica relativa dell'olio (quantità di olio).

Nella maggior parte dei casi, gli utensili con piccolo diametro dei canali interni (<0,5 mm) richiedono alta pressione e una modesta concentrazione di olio; l'opposto per utensili di grandi dimensioni, con canali più grandi.

Il sistema MQL può essere montato ovunque sulla macchina utensile, anche lontano dal mandrino: infatti le micro-gocce si lasciano trasportare dall'aria compressa anche in circostanze poco favorevoli e ciò consente la veicolazione dell'aerosol su lunghe distanze: adottando opportune soluzioni impiantistiche, anche fino a 30 metri.

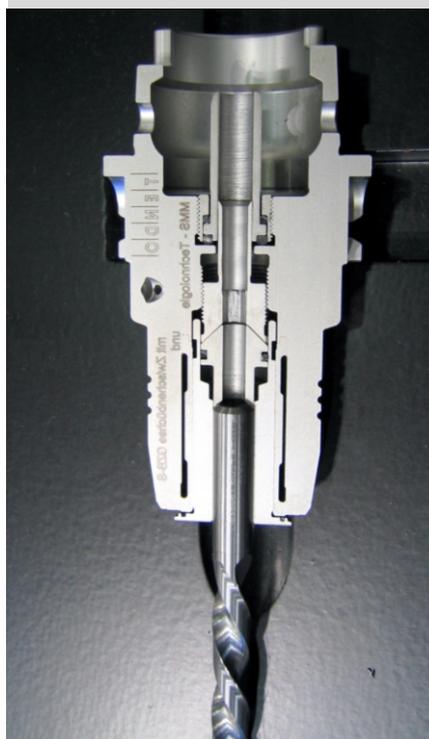


La scelta di utensili e lubrificanti adatti per MQL è un fattore chiave per ottenere il massimo beneficio dall'uso della tecnologia MQL.

**Gli utensili** hanno un ruolo importante nel processo: la loro geometria e finitura influenzano la formazione e la rimozione dei trucioli, mentre i canali interni che alimentano il lubrificante devono consentire un flusso di aerosol ad alta velocità direzionato sul tagliente.

La riduzione del canale di alimentazione in prossimità della zona del tagliente aumenta la velocità del flusso: senza questa caratteristica fondamentale l'aerosol non può condensarsi correttamente e si genera nebbia d'olio, il che aumenta il consumo di olio e peggiora l'efficienza. Il max. diametro ideale di ciascun canale è 1,8 mm, in pratica compreso tra 0,2 e 2,2 mm.

**I lubrificanti.** Con la tecnologia MQL devono essere usati solo gli olii sintetici (o vegetali), in particolare alcool grasso per l'alluminio ed esteri sintetici EP per l'acciaio. Non devono essere utilizzati lubrificanti contenenti componenti di oli minerali o additivi che andrebbero ad inibire la generazione di microparticelle di olio. Inoltre, quando si utilizza MQL è consigliabile rinunciare all'uso dell'emulsione poiché la miscela a base d'acqua comprometterebbe il raggiungimento dei numerosi vantaggi derivanti dalla lubrificazione minimale.



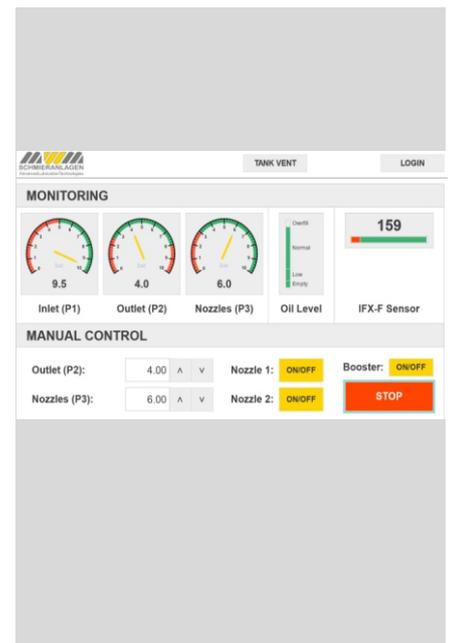
## I sistemi MQL per lubrificazione interna utensili

MWM offre sistemi MQL per la lubrificazione interna degli utensili semplici da installare e dotati di ogni accessorio necessario.

**Per l'ottimizzazione della comunicazione:** sono disponibili sistemi MQL con controllo elettronico e interfaccia per scambio dati con il CN della macchina per la selezione dei parametri di lubrificazione, il monitoraggio dello stato funzionale, la comunicazione dei messaggi di allarme.

**Per la flessibilità operativa:** sistemi MQL in grado di lubrificare anche molteplici utensili in funzionamento simultaneo, quando sia possibile utilizzare uno stesso parametro MQL.

**Per processi di lavorazione complessi:** sono disponibili anche sistemi MQL doppi, in grado di alimentare contemporaneamente due utensili diversi con parametri MQL diversi. I sistemi doppi soddisfano tutte le funzioni disponibili sulle unità MQL singole, ma possono alimentare con le quantità ottimali di lubrificante due diversi punti di utilizzo contemporaneamente e indipendentemente l'uno dall'altro, come ad esempio nel caso di centri di tornitura a due revolver in lavorazione simultanea.



Sistemi MQL-LS standard	HPM	MWM	MWM	MWM	HPM
	LSJ-Basic	LS30	LS35	LS35 PRO	LSJ-Z36
Alimentazione aria compressa (bar)	5÷16	5÷10	5÷10/16	5÷10/16	5÷10/16
Capacità effettiva serbatoio olio (litri)	2	4	4	4	4
Valvole proporzionali	—	1	1	2	2
Riempimento automatico serbatoio	opzione	opzione	opzione	opzione	opzione
Tempo di risposta	—	< 0,1 sec	< 0,1 sec	< 0,1 sec	< 0,1 sec
Sensore flusso olio IFX-F (oil-mist detector)	opzione	opzione	opzione	opzione	opzione
Controllo portata aria	—	opzione	opzione	opzione	opzione
Protocollo comunicazione	—	I/O	I/O PROFINET	I/O PROFINET	I/O, P.NET, P.BUS

### Scelta del sistema MQL più idoneo

Gli esperti MWM sono in grado di elaborare la soluzione ottimale per ogni utensile e per ogni materiale. Possiamo offrire una soluzione quanto più possibile specifica per ogni richiesta, dall'applicazione più semplice a quella più complessa.

MWM ha messo a punto una famiglia di sistemi MQL completa e con prezzi competitivi. Adottando la tecnologia MWM si possono sviluppare anche molteplici soluzioni su misura per l'ottenimento del miglior risultato, adattando perfettamente il sistema MQL al processo di lavorazione, agli utensili e ai materiali.

Per informazioni di dettaglio richiedere una valutazione di un tecnologo MWM disponibile ad esaminare le tipologie dei vostri processi di lavorazione.





**SCHMIERANLAGEN**

Advanced Lubrication Technologies

**MWM Schmieranlagen Srl**

Via G. Galilei 4B I-20068 Peschiera Borromeo (Mi)  
Tel: +39 02 550 112 44 Fax +39 02 551 948 78  
website://www.mql.it e-mail: info@mql.it