



MANUALE SULLA FILTRAZIONE E SULLE CONDIZIONI DEI FLUIDI

Manuale di analisi e fotografie di confronto



INDICE

Introduzione	2
Informazioni Generali	4
Analisi misura particelle	4
Differenza tra nas 1638 e AS4059E	4
Conteggio di particelle più piccole	4
Conteggio grandi particelle e fibre	4
Determinazione livello AS4059E usando il conteggio delle particelle differenziali	4
Determinare livello AS4059E usando il conteggio di particelle cumulative	5
Designare un livello per ogni intervallo di dimensioni	5
Determinazione livello AS4059F usando il conteggio delle particelle differenziali	5
Determinare livello AS4059F usando il conteggio di particelle cumulative	5
Procedure di campionamento	6
Formati di report per il livello di pulizia	8
Livelli di contaminazione in accordo con NAS 1638	8
ISO 4405 Livello gravimetrico	8
ISO 4406 Sistema di codici di pulizia	9
SAE AS4059E Classificazione della pulizia per i fluidi oleodinamici (norma aerospaziale SAE)	10
SAE AS4059F Classificazione della pulizia per i fluidi oleodinamici (norma aerospaziale SAE)	11
Dimensioni del contaminante	12
ISO 4407 Distribuzione cumulativa della dimensione delle particelle	12
Fotografie di comparazione	13
Classi di contaminazione consigliate	16
Target dei livelli di pulizia nei sistemi oleodinamici	17
Comparazione degli standard dei codici di pulizia	17
Informazioni sul valore beta dell'elemento filtrante	18
Numeri di reynolds	19
Informazioni tecniche	19
Informazioni di flussaggio per vari diametri di tubo	19
Grafico di conversione della viscosità	20
L'acqua nei fluidi oleodinamici e lubrificanti	21
Contenuto d'acqua	21
Livelli di saturazione	21
Assorbimento dell'acqua	22
Valutazione della pressione differenziale in funzione delle caratteristiche della portata	23
Dimensionamento del filtro	24
Laboratorio R&D	25



**GAMMA COMPLETA
DELLA FILTRAZIONE
OLEODINAMICA**



...because contamination costs!

**Il 70-80% di tutti i guasti dei sistemi
oleodinamici e fino al 45% di tutti i guasti
dei cuscinetti sono dovuti a contaminanti
presenti nel fluido.**



Nei sistemi oleodinamici, la potenza è trasmessa e controllata attraverso un liquido sotto pressione all'interno di un circuito chiuso. Il liquido è sia un lubrificante che un mezzo trasmettitore di potenza.

La presenza di particelle solide contaminanti nel liquido inibisce la capacità del fluido oleodinamico di lubrificare e causa l'usura dei componenti. Il grado di contaminazione nel fluido ha un'influenza diretta sulle prestazioni e l'affidabilità del sistema ed **è necessario controllare particelle contaminanti solide a livelli che sono considerati appropriati per il sistema.**

Una determinazione quantitativa della contaminazione delle particelle richiede precisione nell'ottenere il campione e nel determinare l'entità della contaminazione. Il **contatore di particelle automatico del liquido (APC) - Prodotti MP Filtri**, lavora sul principio di estinzione della luce. Questo è diventato un mezzo accettato per determinazione dell'entità della contaminazione. L'accuratezza dei dati di conteggio delle particelle può essere influenzata dalle tecniche utilizzate per ottenere tali dati.

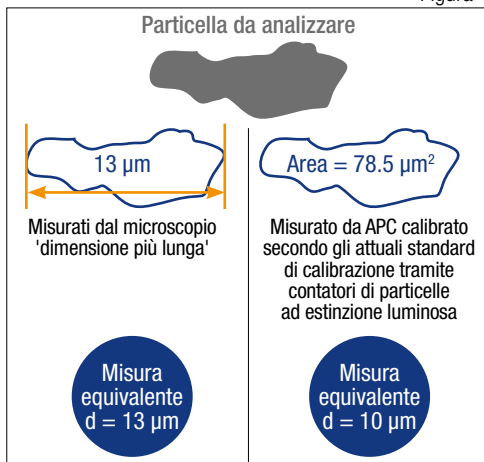
Il formato di report NAS 1638 è stato sviluppato quando il principale mezzo di conteggio delle particelle era il microscopio ottico, con particelle dimensionate dalla dimensione più lunga per ARP598. Quando gli APC sono entrati in uso, questo ha fornito un metodo di analisi di un campione molto più veloce rispetto al metodo ARP598. È stato quindi sviluppato un metodo per calibrare gli APC, sebbene questi misurino l'area e non la lunghezza, in modo da ottenere dallo stesso campione risultati confrontabili con quelli di ARP598. Ora, gli APC sono il metodo principale utilizzato per contare le particelle e l'area proiettata da una particella ne determina le dimensioni. A causa del modo in cui le particelle sono dimensionate con i due metodi, APC e microscopi ottici non forniscono sempre risultati simili. **NAS 1638 è stato reso inattivo per un nuovo design ed è stato rivisto per indicare che non si applica all'utilizzo di APC.**

ANALISI MISURA PARTICELLE

Diversi metodi e strumenti basati su diversi principi fisici sono usati per determinare la distribuzione delle dimensioni delle particelle sospese nei fluidi aeronautici. Il numero di particelle trovate nelle diverse gamme di dimensioni caratterizzano questa distribuzione. Una singola particella quindi ha un numero di diametri equivalenti al numero di metodi di conteggio utilizzati.

La figura 1 mostra la dimensione data alla particella analizzata (ombreggiatura) da un microscopio come corda più lunga e un APC calibrato secondo gli attuali standard di calibrazione con contatori di particelle ad estinzione luminosa utilizzando il materiale di riferimento standard NIST SRM 2806 misurato dall'area proiettata equivalente.

Figura 1



DIFFERENZA TRA NAS 1638 E AS4059E

AS4059E è stato sviluppato come sostituto / equivalente al formato NAS 1638 obsoleto, dove la tabella 2 si riferisce al vecchio standard AS4059D e la tabella 1 è lo standard equivalente NAS1638. Tuttavia, ci sono differenze. In particolare nella Tabella 2 (Conteggi di particelle cumulative).

CONTEGGIO DI PARTICELLE PIÙ PICCOLE

AS4059E consente l'analisi e il reporting di particelle di misure più piccole di NAS 1638.

CONTEGGIO GRANDI PARTICELLE E FIBRE

In alcuni campioni, è stato osservato che molte delle particelle più grandi di 100 micrometri sono fibre. Tuttavia, le particelle di dimensioni di APC si basano sull'area proiettata piuttosto che sulla dimensione più lunga e non differenziano tra fibre e particelle. Pertanto, le fibre saranno riportate come particelle con dimensioni considerevolmente inferiori alla lunghezza delle fibre. Un problema con le fibre è che potrebbero non essere presenti nel fluido nel sistema, ma piuttosto venire introdotte come risultato di tecniche di campionamento scadenti o di una carente manipolazione durante l'analisi.

DETERMINAZIONE LIVELLO AS4059E USANDO IL CONTEGGIO DELLE PARTICELLE DIFFERENZIALI

Questo metodo è applicabile a coloro che attualmente utilizzano le classi NAS 1638 e desiderano mantenere i metodi, il formato e i risultati equivalenti a quelli specificati in NAS 1638. La tabella 1 (pagina 10) si applica ai criteri di accettazione basati sul conteggio differenziale delle particelle e fornisce una definizione dei particolari limiti per le classi

da 00 a 12. Una classe deve essere determinata per ciascun intervallo di dimensione delle particelle. La classe riportata del campione è la più alta classe in qualsiasi determinata dimensione della gamma di particelle.

NOTA

I limiti del conteggio delle classi e delle particelle nella Tabella 1 sono identici a quelli del NAS 1638. Le misurazioni del conteggio delle particelle sono consentite mediante l'uso di un contatore automatico di particelle o un microscopio ottico o elettronico. Gli intervalli di dimensioni misurati e riportati devono essere determinati dalla Tabella 1 in base al metodo di misurazione.

DETERMINARE LIVELLO AS4059E USANDO IL CONTEGGIO DI PARTICELLE CUMULATIVE

Questo metodo è applicabile a coloro che utilizzano i metodi delle revisioni precedenti di AS4059 e/o il conteggio delle particelle cumulative. I livelli di pulizia per questo metodo devono essere specificati dalla classe appropriata della Tabella 2 (pagina 10). Per fornire versatilità, la classe di pulizia applicabile può essere identificata nei seguenti modi:

- basando la classe sulla più alta classe di più intervalli di dimensioni
- numero totale di particelle più grandi di una dimensione specifica
- designare una classe per ogni intervallo di dimensioni

DESIGNARE UN LIVELLO PER OGNI INTERVALLO DI DIMENSIONI

Gli APC possono contare il numero di particelle in diversi intervalli di dimensioni. Oggi, una classe diversa di pulizia è spesso desiderata per ciascuna delle diverse gamme di dimensioni. I requisiti possono essere dichiarati e la pulizia può essere facilmente segnalata per un numero di intervalli di dimensioni. Una classe può essere designata per ogni misura da A a F *. Un esempio è fornito di seguito:

7B/6C/5D è una rappresentazione alfa-numerica in cui il numero indica la classe di pulizia e la lettera indica l'intervallo di dimensioni delle particelle a cui si applica la classe. Indica anche che il numero di particelle per ciascun intervallo non supera il seguente numero massimo di particelle:

Misura B: 38.924 per 100 ml

Misura C: 3462 per 100 ml

Misura D: 306 per 100 ml

(*) Si prega di verificare lo standard per la definizione di dimensioni / classi

DETERMINAZIONE LIVELLO AS4059F USANDO IL CONTEGGIO DELLE PARTICELLE DIFFERENZIALI

Questo metodo è applicabile a coloro che attualmente utilizzano le classi NAS 1638 e desiderano mantenere i metodi / il formato e i risultati equivalenti a quelli specificati in NAS 1638. La tabella 1 (pagina 11) si applica ai criteri di accettazione basati sul conteggio differenziale delle particelle e fornisce una definizione dei particolari limiti per le classi da 00 a 12. Una classe deve essere determinata per ciascun intervallo di dimensione delle particelle. La classe riportata del campione è la più alta classe in qualsiasi determinata dimensione della gamma di particelle.

NOTA

I limiti del conteggio delle classi e delle particelle nella Tabella 1 sono identici a quelli del NAS 1638. Le misurazioni del conteggio delle particelle sono consentite mediante l'uso di un contatore automatico di particelle o un microscopio ottico o elettronico. Gli intervalli di dimensioni misurati e riportati devono essere determinati dalla Tabella 1 in base al metodo di misurazione.

DETERMINARE LIVELLO AS4059F USANDO IL CONTEGGIO DI PARTICELLE CUMULATIVE

Questo metodo è applicabile a coloro che utilizzano i metodi delle revisioni precedenti di AS4059 e/o il conteggio delle particelle cumulative. I livelli di pulizia per questo metodo devono essere specificati dalla classe appropriata della Tabella 2 (pagina 11). Per fornire versatilità, la classe di pulizia applicabile può essere identificata nei seguenti modi:

- Basando la classe sulla più alta classe di più intervalli di dimensioni.
- Numero totale di particelle più grandi di una dimensione specifica.
- Designare una classe per ogni intervallo di dimensioni.

Le procedure di campionamento sono definite in ISO 4021. Relativamente all'estrazione di campioni di fluido dalle linee di un sistema.

I recipienti devono essere puliti secondo DIN/1505884. Il grado di pulizia deve essere verificato in ISO3722.

METODI PREFERITI

METODO 1

Utilizzo di una valvola di campionamento adeguata con metodo di posizionamento in PTFE

- Installare la valvola di campionamento in pressione o linea di ritorno (in condizione chiusa) in un punto appropriato in condizioni di flusso costante o turbolento
- Utilizzare il sistema per almeno 30 minuti prima di prelevare un campione
- Pulire all'esterno della valvola di campionamento
- Aprire la valvola di campionamento per fornire una portata appropriata e far passare almeno un litro di fluido attraverso la valvola.
Non chiudere la valvola dopo il lavaggio

METODO 2

Usando una valvola di campionamento non specificata

- Installare la valvola nella linea di ritorno o in un punto appropriato dove il flusso è costante e non supera 14 bar / 203 psi
- Utilizzare il sistema per almeno 30 minuti prima di prelevare un campione
- Lavare la valvola di campionamento facendo passare almeno 45 litri / 11.89 U.S. Gal attraverso la valvola fino al serbatoio
- Disconnettere la linea dalla valvola al serbatoio con la valvola aperta e il flusso del fluido

- ● Rimuovere il tappo dal flacone di campionamento.
Assicurarsi che il cappuccio sia trattenuto sul palmo della mano verso il basso
- ● Posizionare la bottiglia sotto la valvola di campionamento.
Riempire la bottiglia al collo. Tappare la bottiglia e asciugare.
- ● Chiudere la valvola di campionamento
- ● Etichettare la bottiglia con le informazioni necessarie per l'analisi, ad es. tipo di olio, ore di funzionamento, descrizione del sistema ecc

METODI DI PRELIEVO DEL CAMPIONE DA APPLICAZIONI OLEODINAMICHE, UTILIZZANDO APPOSITI CONTENITORI

CAMPIONAMENTO DAL SERBATOIO

METODO 3

Usare solo se i metodi Uno & Due non possono essere usati

- Utilizzare il sistema per almeno un'ora prima di prendere un campione
- Pulire accuratamente l'area intorno al punto di entrata al serbatoio
- Collegare il flacone campione al dispositivo di campionamento
- Inserire con cura il tubo di campionamento nel punto intermedio del serbatoio. Assicurarsi di non toccare i lati o i deflettori all'interno del serbatoio
- Estrarre il campione usando la pompa per vuoto e riempire fino a circa il 75% del volume
- Rilasciare il vuoto, scollegare la bottiglia e scartare il fluido
- **Ripetere i tre passaggi precedenti tre volte per garantire il risciacquo corretto dell'attrezzatura**
- Collegare il flacone di campione ultra pulito al dispositivo di campionamento - raccogliere il campione di fluido finale
- Rimuovere la bottiglia dal dispositivo di campionamento e riportare sull'etichetta del cappuccio le informazioni appropriate

CAMPIONAMENTO AD IMMERSIONE CON BOTTIGLIE

METODO 4

Metodo meno preferito a causa della possibile alta percentuale di contaminazione

- Utilizzare il sistema per almeno un'ora prima di prendere un campione
- Pulire accuratamente l'area intorno al punto di entrata al serbatoio dove la bottiglia del campione deve essere inserita
- Pulire esternamente alla bottiglia di campionamento usando il solvente filtrante per permettere l'evaporazione a secco
- Immergere la bottiglia del campione nel serbatoio,appare e pulire
- Ri-sigillare l'accesso al serbatoio
- Etichettare la bottiglia con le informazioni necessarie per l'analisi, ad es. tipo di olio, ore di funzionamento, descrizione del sistema ecc.

ASSICURARSI CHE TUTTI I PERICOLI VENGANO VALUTATI E LE PRECAUZIONI NECESSARIE SIANO OSSERVATE DURANTE IL PROCESSO DI CAMPIONAMENTO.

LO SMALTIMENTO DEI CAMPIONI FLUIDI DEVE SEGUIRE LE PROCEDURE RELATIVE A COSHH ED OSHA



LIVELLI DI CONTAMINAZIONE IN ACCORDO CON NAS 1638

Il sistema NAS è stato originariamente sviluppato nel 1964 per definire le classi di contaminazione per la contaminazione contenuta all'interno dei componenti degli aeromobili. L'applicazione di questo standard è stata estesa ai sistemi oleodinamici industriali semplicemente perché non esisteva nient'altro al momento. Il sistema di codifica definisce i numeri massimi consentiti di volume di 100 ml a vari intervalli di dimensioni (conteggi differenziali) anziché utilizzare i conteggi cumulativi come in ISO 4406. Sebbene non vi sia alcuna indicazione fornita nello standard su come citare i livelli, la maggior parte degli utenti industriali cita un singolo codice che è il più alto registrato in tutte le dimensioni; questa convenzione è usata anche sugli APC di MP Filtri. Le classi di contaminazione sono definite da un numero (da 00 a 12) che indica il numero massimo di particelle per 100 ml, contate su base differenziale, in una data fascia di dimensioni.

Classi dei range di dimensione (in microns)

Limiti massimi di contaminazione per 100 ml / 3.38 fl oz					
Livello	5 - 15	15 - 25	25 - 50	50 - 100	>100
00	125	22	4	1	0
0	250	44	8	2	0
1	500	89	16	3	1
2	1 000	178	32	6	1
3	2 000	356	63	11	2
4	4 000	712	126	22	4
5	8 000	1 425	253	45	8
6	16 000	2 850	506	90	16
7	32 000	5 700	1 012	180	32
8	64 000	11 400	2 025	360	64
9	128 000	22 800	4 050	720	128
10	256 000	45 600	8 100	1 440	256
11	512 000	91 200	16 200	2 880	512
12	1 024 000	182 400	32 400	5 760	1 024

5 - 15 µm = 42 000 particelle

15 - 25 µm = 2 200 particelle

25 - 50 µm = 150 particelle

50 - 100 µm = 18 particelle

> 100 µm = 3 particelle

Livello NAS 8

ISO 4405 LIVELLO GRAVIMETRICO

Il livello di contaminazione viene definito verificando il peso delle particelle raccolte da una membrana da laboratorio. La membrana deve essere pulita, asciugata ed essiccata, con fluido e condizioni definite dalla normativa. Il volume di fluido è filtrato attraverso la membrana da laboratorio utilizzando un opportuno sistema di aspirazione. Il peso del contaminante viene determinato verificando il peso della membrana prima e dopo la filtrazione del fluido.



ISO 4406

SISTEMA DI CODICI DI PULIZIA

Lo standard della International Standards Organization o Organizzazione internazionale per la normazione ISO 4406 è il metodo preferito per la citazione del numero di particelle di contaminanti solidi in un campione.

Il codice è costruito dalla combinazione di tre numeri di scala selezionati dalla seguente tabella.

Il primo numero di scala rappresenta il numero di particelle in un campione di millilitro del fluido superiori a $4 \mu\text{m}_{(c)}$.

Il secondo numero rappresenta il numero di particelle più grandi di $6 \mu\text{m}_{(c)}$.

Il terzo numero rappresenta il numero di particelle superiori a $14 \mu\text{m}_{(c)}$.

Tabella 5

ISO 4406 - Allocazione della scala di numeri

Livello	Numero di particelle per ml	
	Superiore a	Fino a
28	1 300 000	2 500 000
27	640 000	1 300 000
26	320 000	640 000
25	160 000	320 000
24	80 000	160 000
23	40 000	80 000
22	20 000	40 000
21	10 000	20 000
20	5 000	10 000
19	2 500	5 000
18	1 300	2 500
17	640	1 300
16	320	640
15	160	320
14	80	160
13	40	80
12	20	40
11	10	20
10	5	10
9	2.5	5
8	1.3	2.5
7	0.64	1.3
6	0.32	0.64
5	0.16	0.32
4	0.08	0.16
3	0.04	0.08
2	0.02	0.04
1	0.01	0.02
0	0	0.01

> $4 \mu\text{m}_{(c)}$ = 350 particelle

> $6 \mu\text{m}_{(c)}$ = 100 particelle

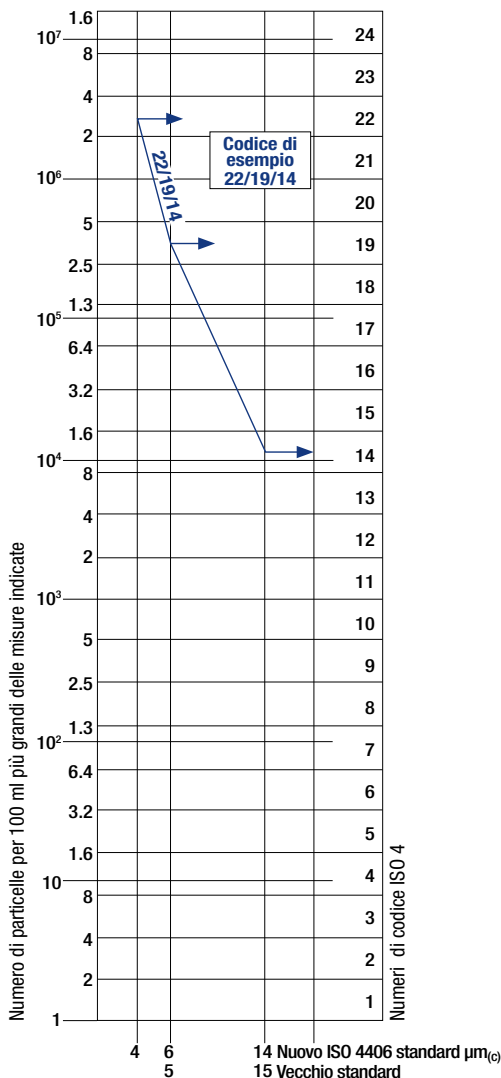
> $14 \mu\text{m}_{(c)}$ = 25 particelle

16 / 14 / 12

Il conteggio dei microscopi esamina le particelle in modo difforme rispetto agli APC e il codice viene fornito solo con due numeri di scala. Questi sono a $5 \mu\text{m}$ e $15 \mu\text{m}$ equivalenti al $6 \mu\text{m}_{(c)}$ e $14 \mu\text{m}_{(c)}$ of APC.

Carta dei Codici di Pulizia

con 100 ml / 3.38 fl oz di volume di campionamento



FORMATI DI REPORT PER IL LIVELLO DI PULIZIA

SAE AS4059 - REV. E

CLASSIFICAZ. DELLA PULIZIA PER I FLUIDI OLEODINAMICI (NORMA AEROSPAZIALE SAE)

Questo Standard Aerospaziale SAE (AS) definisce i livelli di pulizia per la contaminazione da particolato dei fluidi oleodinamici e include metodi di segnalazione dei dati relativi ai livelli di contaminazione. Le tabelle 1 e 2 sotto forniscono conteggi differenziali e cumulativi rispettivamente per conteggi ottenuti da un contatore automatico di particelle, ad es. LPA3.

Livelli di pulizia per conteggio di particelle differenziali

Tabella 1

Livello	Dimensione contaminante				
	Limiti di contaminazione massimi per 100 ml / 3.38 fl oz				
	6-14 $\mu\text{m}_{(c)}$	14-21 $\mu\text{m}_{(c)}$	21-38 $\mu\text{m}_{(c)}$	38-70 $\mu\text{m}_{(c)}$	>70 $\mu\text{m}_{(c)}$
00	125	22	4	1	0
0	250	44	8	2	0
1	500	89	16	3	1
2	1 000	178	32	6	1
3	2 000	356	63	11	2
4	4 000	712	126	22	4
5	8 000	1 425	253	45	8
6	16 000	2 850	506	90	16
7	32 000	5 700	1 012	180	32
8	64 000	11 400	2 025	360	64
9	128 000	22 800	4 050	720	128
10	256 000	45 600	8 100	1 440	256
11	512 000	91 200	16 200	2 880	512
12	1 024 000	182 400	32 400	5 760	1 024

6 - 14 $\mu\text{m}_{(c)}$ =	15 000 particelle
14 - 21 $\mu\text{m}_{(c)}$ =	2 200 particelle
21 - 38 $\mu\text{m}_{(c)}$ =	200 particelle
38 - 70 $\mu\text{m}_{(c)}$ =	35 particelle
> 70 $\mu\text{m}_{(c)}$ =	3 particelle
SAE AS4059 REV E - Livello 6	

Classi per conteggio cumulativo

Tabella 2

Livello	Dimensione contaminante					
	Limiti di contaminazione massimi per 100 ml / 3.38 fl oz					
	>4 $\mu\text{m}_{(c)}$	>6 $\mu\text{m}_{(c)}$	>14 $\mu\text{m}_{(c)}$	>21 $\mu\text{m}_{(c)}$	>38 $\mu\text{m}_{(c)}$	>70 $\mu\text{m}_{(c)}$
000	195	76	14	3	1	0
00	390	152	27	5	1	0
0	780	304	54	10	2	0
1	1 560	609	109	20	4	1
2	3 120	1 217	217	39	7	1
3	6 250	2 432	432	76	13	2
4	12 500	4 864	864	152	26	4
5	25 000	9 731	1 731	306	53	8
6	50 000	19 462	3 462	612	106	16
7	100 000	38 924	6 924	1 224	212	32
8	200 000	77 849	13 849	2 449	424	64
9	400 000	155 698	27 698	4 898	848	128
10	800 000	311 396	55 396	9 796	1 696	256
11	1 600 000	622 792	110 792	19 592	3 392	512
12	3 200 000	1 245 584	221 584	39 184	6 784	1 024

> 4 $\mu\text{m}_{(c)}$ =	45 000 particelle
> 6 $\mu\text{m}_{(c)}$ =	15 000 particelle
> 14 $\mu\text{m}_{(c)}$ =	1 500 particelle
> 21 $\mu\text{m}_{(c)}$ =	250 particelle
> 38 $\mu\text{m}_{(c)}$ =	15 particelle
> 70 $\mu\text{m}_{(c)}$ =	3 particelle
SAE AS4059 REV E 6A/6B/5C/5D/4E/2F	

L'informazione riprodotta in questa e nella successiva pagina è un breve estratto del compendio da SAE AS4059 Rev.E, revisionato nel maggio 2005. Per maggiori dettagli e spiegazioni fare riferimento agli standard completi.

SAE AS4059 - REV. F

CLASSIFICAZ. DELLA PULIZIA PER I FLUIDI OLEODINAMICI (NORMA AEROSPAZIALE SAE)

Livelli di pulizia per conteggio di particelle differenziali

Tabella 1

Livello	Dimensione contaminante					(3)
	Limiti di contaminazione massimi per 100 ml / 3.38 fl oz					
	5-15 µm	15-25 µm	25-50 µm	50-100 µm	>100 µm	(1)
	6-14 µm _(c)	14-21 µm _(c)	21-38 µm _(c)	38-70 µm _(c)	>70 µm _(c)	(2)
00	125	22	4	1	0	
0	250	44	8	2	0	
1	500	89	16	3	1	
2	1 000	178	32	6	1	
3	2 000	356	63	11	2	
4	4 000	712	126	22	4	
5	8 000	1 425	253	45	8	
6	16 000	2 850	506	90	16	
7	32 000	5 700	1 012	180	32	6 - 14 µm _(c) = 15 000 particelle
8	64 000	11 400	2 025	360	64	14 - 21 µm _(c) = 2 200 particelle
9	128 000	22 800	4 050	720	128	21 - 38 µm _(c) = 200 particelle
10	256 000	45 600	8 100	1 440	256	38 - 70 µm _(c) = 35 particelle
11	512 000	91 200	16 200	2 880	512	> 70 µm _(c) = 3 particelle
12	1 024 000	182 400	32 400	5 760	1 024	SAE AS4059 REV F - Livello 6

- (1) Gamma di dimensioni, conteggio delle particelle al microscopio, basato sulla dimensione più lunga misurata secondo AS598 o ISO 4407.
- (2) Gamma di dimensioni, APC calibrato secondo ISO 11171 o tramite microscopio ottico o elettronico con software di analisi dell'immagine, basato sul diametro equivalente dell'area proiettata.
- (3) Le classi di contaminazione e i limiti di conteggio delle particelle sono identici a quelli della NAS 1638.

Classi per conteggio cumulativo

Tabella 2

Livello	Dimensione contaminante					
	Limiti di contaminazione massimi per 100 ml / 3.38 fl oz					
	>1 µm	>5 µm	>15 µm	>25 µm	>50 µm	>100 µm (1)
	>4 µm(c)	>6 µm(c)	>14 µm(c)	>21 µm(c)	>38 µm(c)	>70 µm(c) (2)
000	195	76	14	3	1	0
00	390	152	27	5	1	0
0	780	304	54	10	2	0
1	1 560	609	109	20	4	1
2	3 120	1 217	217	39	7	1
3	6 250	2 432	432	76	13	2
4	12 500	4 864	864	152	26	4
5	25 000	9 731	1 731	306	53	8
6	50 000	19 462	3 462	612	106	16
7	100 000	38 924	6 924	1 224	212	32
8	200 000	77 849	13 849	2 449	424	64
9	400 000	155 698	27 698	4 898	848	128
10	800 000	311 396	55 396	9 796	1 696	256
11	1 600 000	622 792	110 792	19 592	3 392	512
12	3 200 000	1 245 584	221 584	39 184	6 784	1 024

> 4 µm(c) = 45 000 particelle

> 6 µm(c) = 15 000 particelle

> 14 µm(c) = 1 500 particelle

> 21 µm(c) = 250 particelle

> 38 µm(c) = 15 particelle

> 70 µm(c) = 3 particelle

SAE AS4059 REV F

cpc* Livello 6 6/6/5/5/4/2

* conteggio cumulativo delle particelle

- (1) Gamma di dimensioni, conteggio delle particelle al microscopio, basato sulla dimensione più lunga misurata secondo AS598 o ISO 4407.
- (2) Gamma di dimensioni, APC calibrato secondo ISO 11171 o tramite microscopio ottico o elettronico con software di analisi dell'immagine, basato sul diametro equivalente dell'area proiettata.

DIMENSIONI DEL CONTAMINANTE

COMPARAZIONI DELLE DIMENSIONI DI VALUTAZIONE IN MICRON

ISO 4407

DISTRIBUZIONE CUMULATIVA DELLA DIMENSIONE DELLE PARTICELLE

Il livello di contaminazione viene definito conteggiando il numero di particelle raccolte da una membrana da laboratorio per unità di volume di fluido.

La misurazione viene effettuata mediante un microscopio.

La membrana deve essere pulita, asciugata ed essiccata, con fluido e condizioni definite dalla normativa. Il volume di fluido è filtrato attraverso la membrana, utilizzando un opportuno sistema di aspirazione. Il livello di contaminazione viene identificato dividendo la membrana in un numero predefinito di aree ed eseguendo il conteggio delle particelle di contaminante utilizzando un opportuno microscopio da laboratorio.



MISURA E CONTROLLO
CON MICROSCOPIO

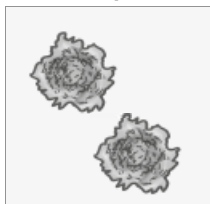
Sostanza	Micron	
	Da	a
SABBIA DA SPIAGGIA	100	2.000
POLVERE DI CALCARE	10	1.000
CARBONE NERO	5	500
CAPELLI UMANI (diametro)	40	150
POLVERE DI CARBONE	1	100
POLVERE DI CEMENTO	3	100
POLVERE DI TALCO	5	60
BATTERIO	3	30
PIGMENTI	0.1	7
FUMO DI TABACCO	0.01	1

1 Micron* = 0.001 mm

25.4 Micron* = 0.001 pollici

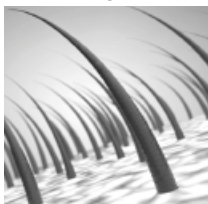
Per tutti gli scopi pratici, particelle di dimensioni pari o inferiori a 1 micron sono permanentemente sospese nell'aria.

100 µm



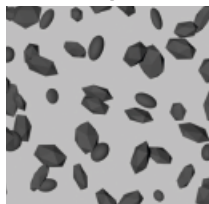
PARTICELLE DI POLVERE
(pelle morta)

75 µm



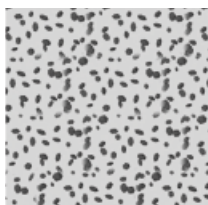
CAPELLO UMANO

40 µm



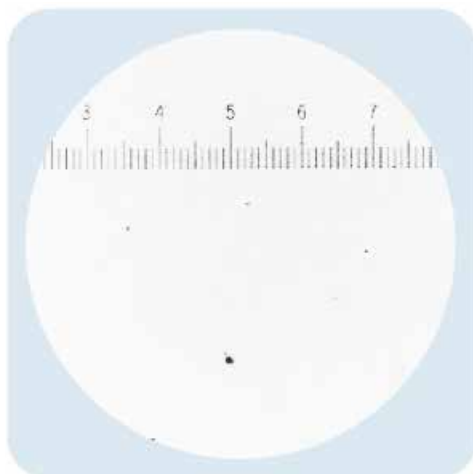
DIMENSIONI MINIME VISIBILI
DALL'OCCHIO UMANO

4 - 14 µm

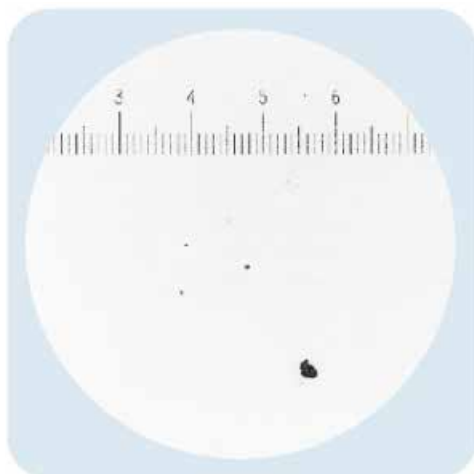


TIPICA DIMENSIONE DEL CONTAMINANTE IN UN CIRCUITO OLEODINAMICO

Corretta designazione = micrometro

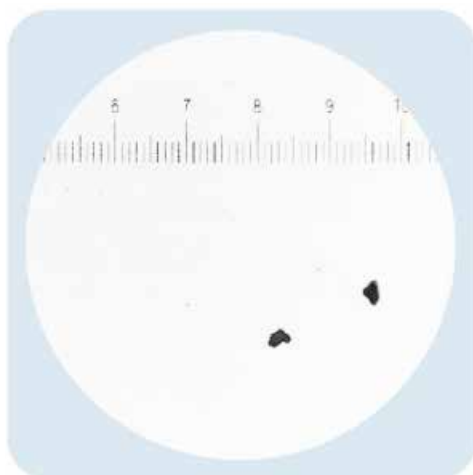


ISO 4406 Livello 14/12/9
SAE AS4059E Tabella 1 Livello 3
NAS 1638 Livello 3
SAE AS4059E Tabella 2 Livello 4A/3B/3C

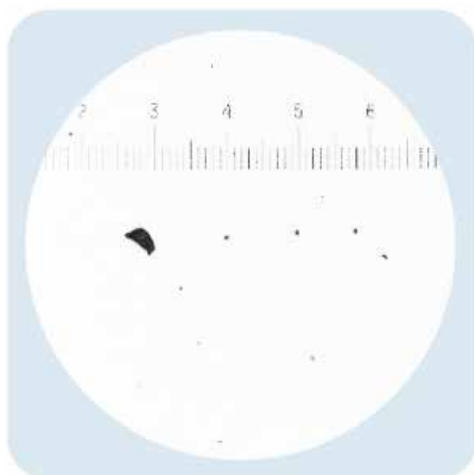


ISO 4406 Livello 15/13/10
SAE AS4059E Tabella 1 Livello 4
NAS 1638 Livello 4
SAE AS4059E Tabella 2 Livello 5A/4B/4C

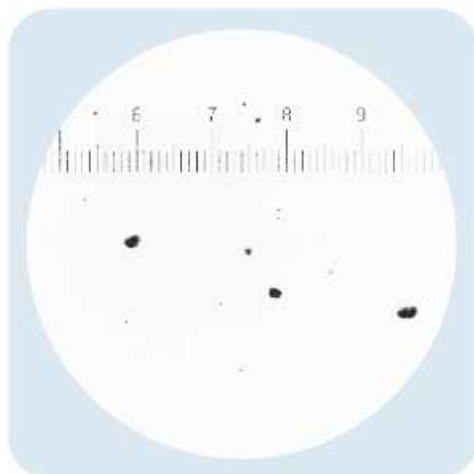
1 tacca = 10 μ m



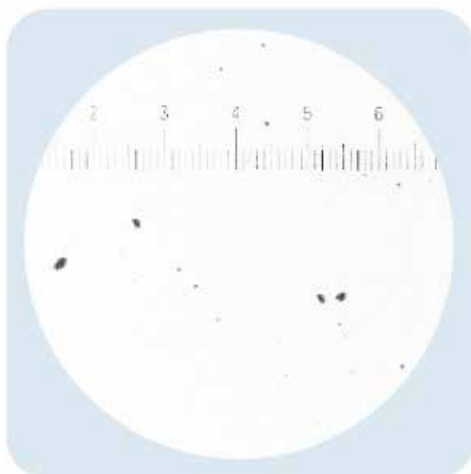
ISO 4406 Livello 16/14/11
SAE AS4059E Tabella 1 Livello 5
NAS 1638 Livello 5
SAE AS4059E Tabella 2 Livello 6A/5B/5C



ISO 4406 Livello 17/15/12
SAE AS4059E Tabella 1 Livello 6
NAS 1638 Livello 6
SAE AS4059E Tabella 2 Livello 7A/6B/6C

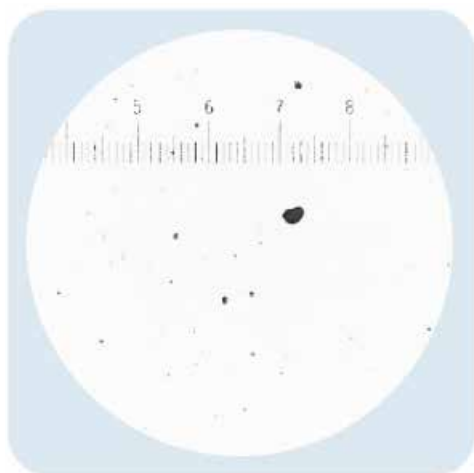


ISO 4406	Livello 18/16/13
SAE AS4059E Tabella 1	Livello 7
NAS 1638	Livello 7
SAE AS4059E Tabella 2	Livello 8A/7B/7C

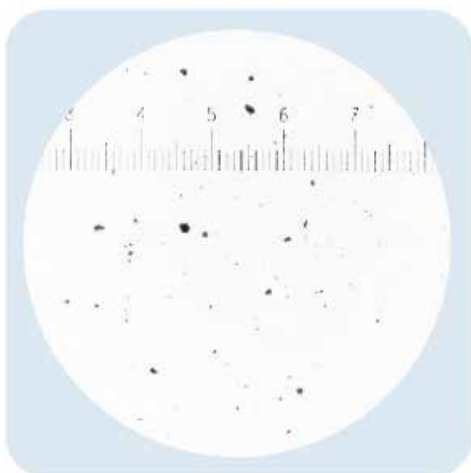


ISO 4406	Livello 19/17/14
SAE AS4059E Tabella 1	Livello 8
NAS 1638	Livello 8
SAE AS4059E Tabella 2	Livello 9A/8B/8C

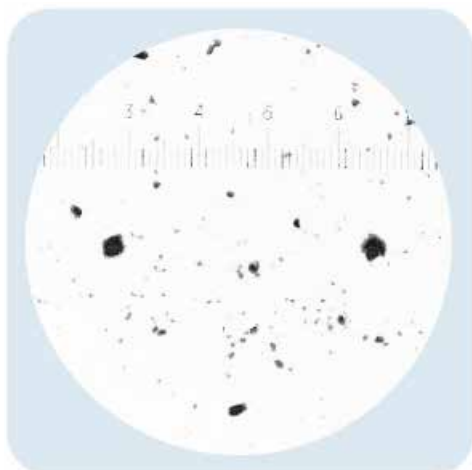
1 tacca = 10 μ m



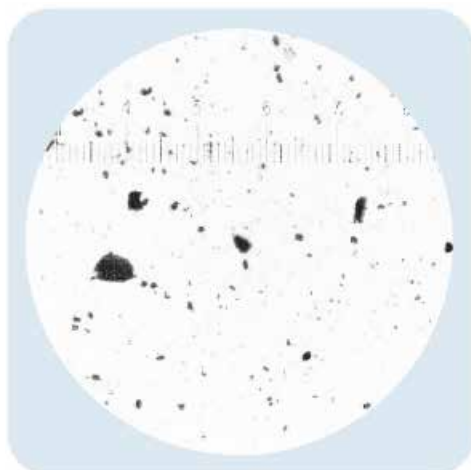
ISO 4406	Livello 20/18/15
SAE AS4059E Tabella 1	Livello 9
NAS 1638	Livello 9
SAE AS4059E Tabella 2	Livello 10A/9B/9C



ISO 4406	Livello 21/19/16
SAE AS4059E Tabella 1	Livello 10
NAS 1638	Livello 10
SAE AS4059E Tabella 2	Livello 11A/10B/10C



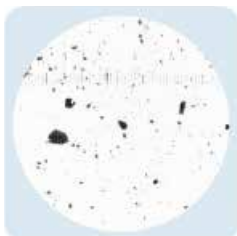
ISO 4406 Livello 22/20/17
SAE AS4059E Tabella 1 Livello 11
NAS 1638 Livello 11
SAE AS4059E Tabella 2 Livello 12A/11B/11C



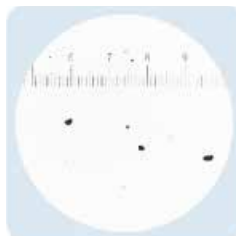
ISO 4406 Livello 23/21/18
SAE AS4059E Tabella 1 Livello 12
NAS 1638 Livello 12
SAE AS4059E Tabella 2 Livello 13A/12B/12C

1 tacca = 10 µm

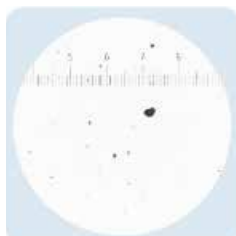
LIVELLI DI CONTAMINAZIONE



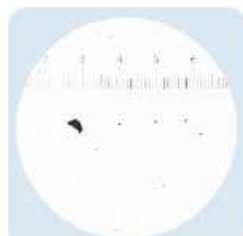
NAS 12
ISO 23/21/18
Tipicamente nuovo olio consegnato nel nuovo acciaio temperato certificato a 250 litri in barili



NAS 7
ISO 18/15/13
Tipicamente nuovo olio consegnati nei nuovi mini container certificati



NAS 9
ISO 21/18/15
Tipicamente nuovo olio consegnato in petroliere



NAS 6
ISO 17/15/12
Tipicamente richiesto per la maggior parte dei sistemi oleodinamici moderni

CLASSI DI CONTAMINAZIONE CONSIGLIATE

RACCOMANDAZIONI DEL PRODUTTORE DI COMPONENTI OLEODINAMICI

La maggior parte dei produttori di componenti conosce l'effetto proporzionale che un maggiore livello di sporco ha sulle prestazioni dei loro prodotti e rilasciano i livelli massimi di contaminazione ammissibili. Affermano che far funzionare i componenti con fluidi più puliti di quelli indicati aumenterà la durata.

Tuttavia, la diversità dei sistemi oleodinamici in termini di pressione, cicli di lavoro, ambienti, lubrificazione richiesta, tipi di contaminanti, ecc. rende quasi impossibile prevedere la vita utile dei componenti oltre a quella che può essere ragionevolmente prevista.

Inoltre, senza i benefici di un significativo materiale di ricerca e l'esistenza di test standard di sensibilità ai contaminanti, **i produttori che pubblicano raccomandazioni che sono più pulite rispetto ai concorrenti potrebbero essere visti come se avessero un prodotto più sensibile.**

Quindi potrebbe esserci una possibile fonte di informazioni contrastanti quando si confrontano i livelli di pulizia raccomandati da diverse fonti.

La tabella seguente fornisce una selezione dei livelli massimi di contaminazione che sono tipicamente rilasciati dai produttori di componenti. Questi riguardano l'uso del fluido minerale con viscosità corretta. Un livello ancora più pulito può essere necessario se le condizioni operative sono gravose, come fluttuazioni ad alta frequenza del carico, l'alta temperatura o il rischio di guasti elevati.

Esempio di livelli di contaminazione raccomandato per pressioni inferiori a 140 bar - 2031 psi

Pompe a pistoni a portata fissa	•					
Pompe a pistoni a portata variabile			•			
Pompe a palette a portata fissa		•				
Pompe a palette a portata variabile			•			
Motori	•					
Cilindri oleodinamici	•					
Attuatori					•	
Banchi di test						•
Valvola di ritegno	•					
Valvole direzionali	•					
Valv. regolatrici di portata	•					
Valvole proporzionali				•		
Servo-valvole					•	
Cuscinetti piani			•			
Cuscinetti a sfera				•		
ISO 4406 CODE	20/18/15	19/17/14	18/16/13	17/15/12	16/14/11	15/13/10
Filtrazione consigliata $B_{x(c)} \geq 1.000$	$B_{21(c)} >1000$	$B_{15(c)} >1000$	$B_{10(c)} >1000$	$B_{7(c)} >1000$	$B_{7(c)} >1000$	$B_{5(c)} >1000$
MP Filtri Codice media filtrante	A25	A16	A10	A06	A06	A03

TARGET DEI LIVELLI DI PULIZIA NEI SISTEMI OLEODINAMICI

Quando un utente di un sistema oleodinamico è stato in grado di controllare i livelli di pulizia per un periodo considerevole, è possibile verificare l'accettabilità o meno di tali livelli. Pertanto, se non si sono verificati guasti, il livello medio misurato può benissimo essere uno che potrebbe essere preso come punto di riferimento. Tuttavia, un tale livello potrebbe dover essere modificato se le condizioni cambiano o se al sistema vengono aggiunti specifici componenti sensibili al contaminante. La richiesta di maggiore affidabilità potrebbe anche richiedere un miglioramento del livello di pulizia.

Il livello di accettabilità dipende da tre caratteristiche:

- la sensibilità alla contaminazione dei componenti
- le condizioni operative del sistema
- l'affidabilità e l'aspettativa di vita richieste

Codice di contaminazione ISO 4406			Codice corrispondente NAS 1638	Livello di contaminazione raccomandato	Applicazioni tipiche
> 4 $\mu\text{m}_{(c)}$	> 6 $\mu\text{m}_{(c)}$	14 $\mu\text{m}_{(c)}$		$\beta_{x(c)} \geq 1.000$	
14	12	9	3	3	Servo-sistemi di alta precisione e di laboratorio.
17	15	11	6	3 - 6	Robotica e servo-sistemi.
18	16	13	7	10 - 12	Sistemi ad alta affidabilità molto sensibili.
20	18	14	9	12 - 15	Sistemi affidabili sensibili.
21	19	16	10	15 - 25	Impianti generici di limitata affidabilità.
23	21	18	12	25 - 40	Impianti a bassa pressione non in servizio continuo.

COMPARAZIONE DEGLI STANDARD DEI CODICI DI PULIZIA

Sebbene lo standard ISO 4406 sia ampiamente utilizzato nel settore oleodinamico, altri standard sono occasionalmente richiesti e potrebbe essere quindi necessario un confronto. La tabella sottostante fornisce un confronto molto generale, ma spesso non è possibile un confronto diretto a causa delle diverse classi e dimensioni coinvolte.

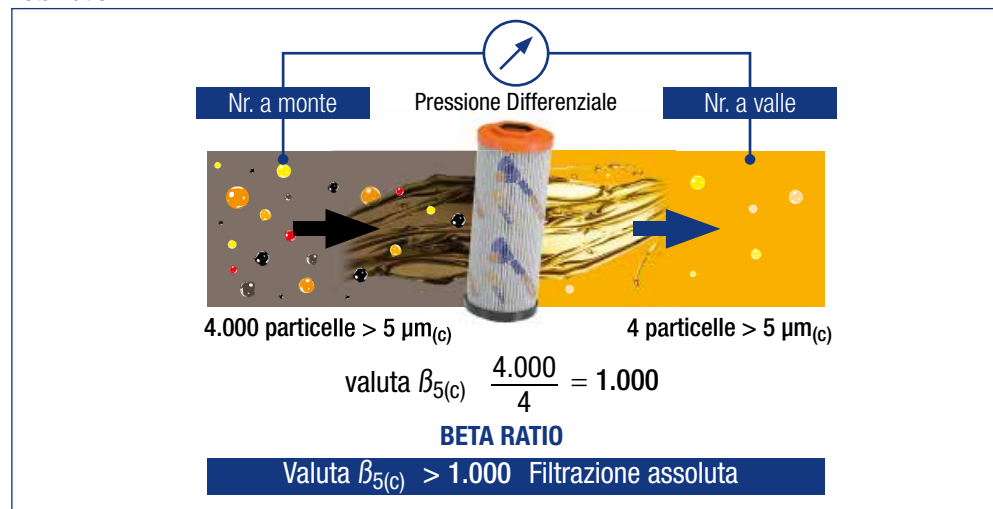
ISO 4406	SAE AS4059 Tabella 2	SAE AS4059 Tabella 1	NAS 1638
> 4 $\mu\text{m}_{(c)}$ > 6 $\mu\text{m}_{(c)}$ 14 $\mu\text{m}_{(c)}$	> 4 $\mu\text{m}_{(c)}$ > 6 $\mu\text{m}_{(c)}$ 14 $\mu\text{m}_{(c)}$	4-6 6-14 14-21 21-38 38-70 >70	5-15 15-25 25-50 50-100 >100
23 / 21 / 18	13A / 12B / 12C	12	12
22 / 20 / 17	12A / 11B / 11C	11	11
21 / 19 / 16	11A / 10B / 10C	10	10
20 / 18 / 15	10A / 9B / 9C	9	9
19 / 17 / 14	9A / 8B / 8C	8	8
18 / 16 / 13	8A / 7B / 7C	7	7
17 / 15 / 12	7A / 6B / 6C	6	6
16 / 14 / 11	6A / 5B / 5C	5	5
15 / 13 / 10	5A / 4B / 4C	4	4
14 / 12 / 9	4A / 3B / 3C	3	3

INFORMAZIONI SUL VALORE BETA DELL'ELEMENTO FILTRANTE

VALORE BETA DEL FILTRO

Il Beta Ratio equivale al rapporto tra il numero di particelle di una dimensione massima data a monte del filtro e il numero di particelle della stessa dimensione e più grandi trovate a valle. In parole povere, più alto è il Beta Ratio più alta è l'efficienza di cattura del filtro.

Beta Ratio



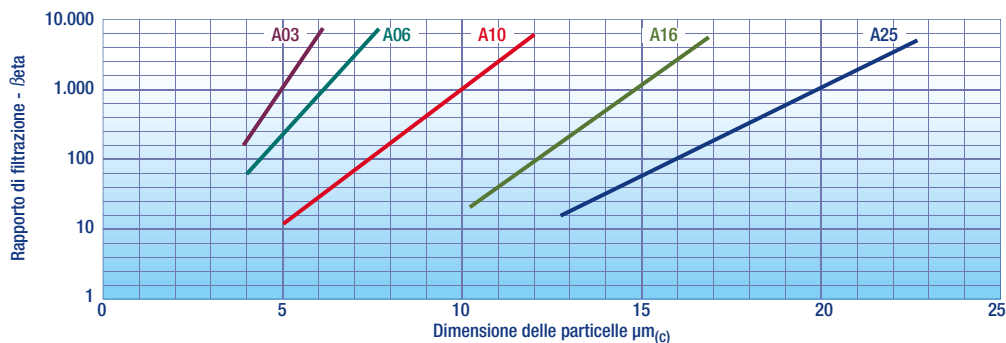
Efficienza di filtrazione - Beta Ratio

Beta	2	10	50	75	100	200	1000	2000
%	50	90	98	98.7	99	99.5	99.9	99.95

Comparazione Norme ISO Filtrazione

MP FILTRI GRADO DI FILTRAZIONE	ISO 4572 $\beta_x > 200$	ISO 16889 $\beta_{x(c)} > 1000$
A03	3 μm	5 $\mu\text{m}_{(c)}$
A06	6 μm	7 $\mu\text{m}_{(c)}$
A10	10 μm	10 $\mu\text{m}_{(c)}$
A16	18 μm	15 $\mu\text{m}_{(c)}$
A25	25 μm	21 $\mu\text{m}_{(c)}$

Grado di filtrazione - Valore Beta



INFORMAZIONI TECNICHE

Il flusso dei fluidi (laminare o turbolento) viene determinato valutando il numero di Reynolds del flusso. Il numero di Reynolds, basato su studi di Osborn Reynolds, è un numero adimensionale che comprende le caratteristiche fisiche del flusso.

Ai fini pratici, se il numero di Reynolds è inferiore a 2000, il flusso è laminare. Se è maggiore di 3500, il flusso è turbolento. I flussi con numeri di Reynolds tra 2000 e 3500 sono a volte indicati come flussi di transizione.

In pratica per i sistemi oleodinamici / di lubrificazione si ottiene un flusso turbolento quando il numero di Reynolds è maggiore di 4000 ($Re > 4000$).

Il numero di Reynolds è dato da $(Re) = 21220 \times \frac{Q}{di \times v}$

Dove:

Q = Portata volumetrica (litri / min)

di = diametro interno o diametro equivalente della galleria di flusso più grande (mm)

v = Viscosità del fluido di flussaggio alla normale temperatura di lavaggio (Cst)

INFORMAZIONI DI FLUSSAGGIO PER VARI DIAMETRI DI TUBO

I sistemi di pulizia / flussaggio dei componenti possono essere efficaci solo se viene raggiunto il flusso turbolento. La seguente linea guida è con un fluido avente una densità del fluido di 86 kg/m³ (oli minerali tipici) e una viscosità 30 cst.

Misura tubo nominale	Diametro interno		Flusso per Re = 4000	
	[in]	[mm]	[l/min]	[gpm]
1/4"	0.451	11.5	65	17.17
1/2"	0.734	18.6	105	27.74
1"	1.193	30.3	171	45.17
1 1/4"	1.534	39.0	220	58.12
1 1/2"	1.766	44.9	254	67.10
2"	2.231	56.7	320	84.54

GRAFICO DI CONVERSIONE DELLA VISCOSITÀ

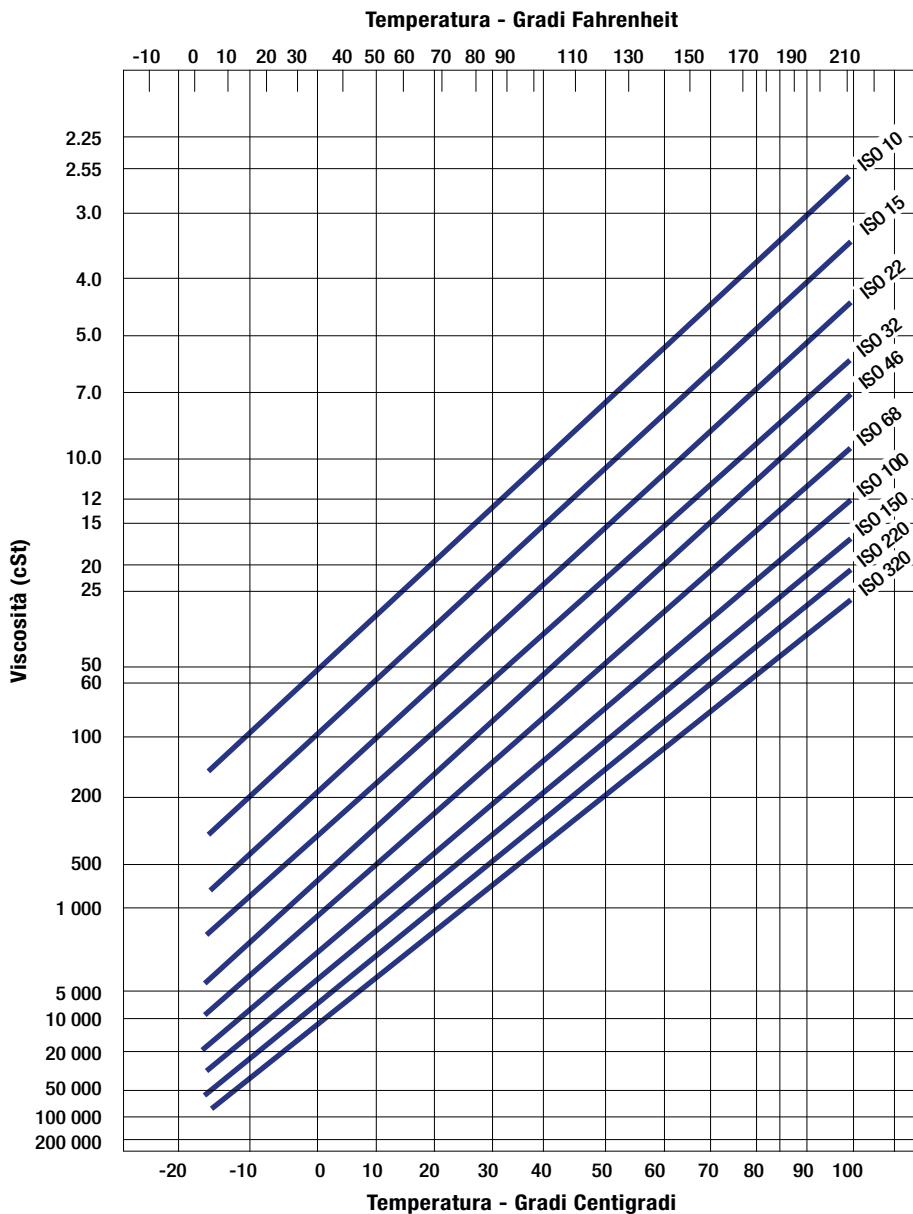
Gradi STD rispetto alla temperatura

Viscosità dell'olio / Grafico della temperatura

Le linee mostrate indicano oli con indice di viscosità di grado ISO pari a 100.

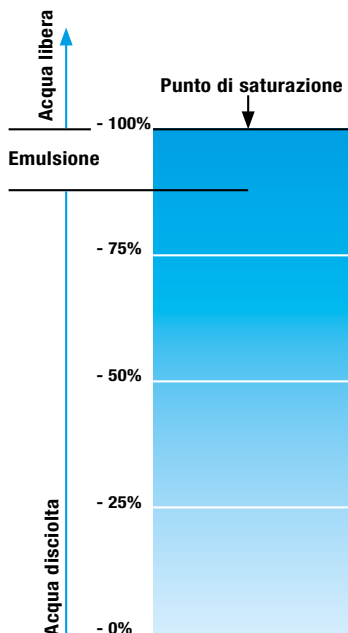
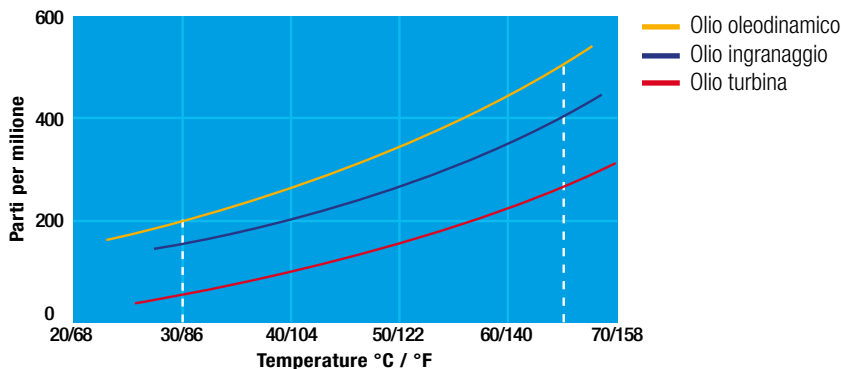
Gli oli a basso indice avranno una pendenza più ripida.

Gli oli con indice più alto avranno una pendenza più piatta.



CONTENUTO D'ACQUA

Negli oli minerali e nei liquidi resistenti al fuoco non acquosi l'acqua non è desiderabile. L'olio minerale di solito ha un contenuto di acqua di 50-500 ppm (@40°C / 104°F) che può supportare senza conseguenze negative. Una volta che il contenuto di acqua supera i 500 ppm circa, l'olio inizia ad apparire torbido. Al di sopra di questo livello vi è il pericolo che l'acqua non contaminata si accumuli nel sistema in aree a basso flusso. Questo può portare a corrosione e usura accelerata. Allo stesso modo, i fluidi resistenti al fuoco hanno un contenuto di acqua naturale che può essere diverso dall'olio minerale.



Livelli di saturazione

Poiché gli effetti di acqua libera (anche emulsionata) sono più dannosi di quelli dell'acqua disciolta, i livelli d'acqua dovrebbero rimanere ben al di sotto del punto di saturazione.

Però, anche l'acqua in soluzione può causare danni e quindi ogni sforzo ragionevole dovrebbe essere fatto per mantenere i livelli di saturazione più bassi possibile.

Non esiste poca acqua. Come linea guida, consigliamo di mantenere livelli di saturazione inferiori al 50% in tutte le attrezzature.

LIVELLO TIPICO DI SATURAZIONE DELL'ACQUA PER I NUOVI OLI

Esempi:

Olio oleodinamico @ 30°C / 86°F = 200 ppm = 100% saturazione

Olio oleodinamico @ 65°C / 149 °F = 500 ppm = 100% saturazione

ASSORBIMENTO DELL'ACQUA

L'acqua è presente ovunque, durante lo stoccaggio, la movimentazione e la manutenzione.

Gli elementi filtranti MP Filtri sono caratterizzati da un materiale assorbente che protegge i sistemi idraulici dalla contaminazione sia del particolato che dell'acqua.

La tecnologia degli elementi filtranti MP Filtri è disponibile con materiali assorbenti in microfibra inorganica con un grado di filtrazione 25µm (identificata quindi con la designazione WA025), che garantisce una filtrazione assoluta delle particelle solide fino a $\beta_{X(C)} = 1000$. I materiali assorbenti sono costituiti da fibre che aumentano di dimensione durante il processo di assorbimento dell'acqua. L'acqua libera è così legata al mezzo filtrante e viene completamente rimossa dal sistema (e non può più essere rilasciata).

SETTO FILTRANTE

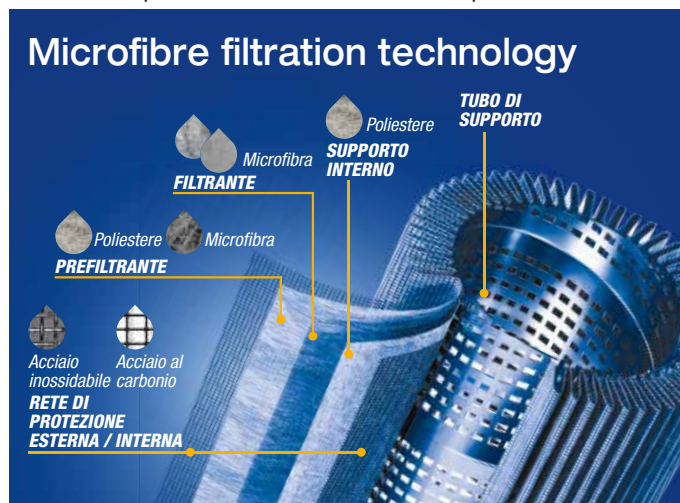


Tessuto
che assorbe l'acqua

STRATO ASSORBENTE



Il setto filtrante
che ha assorbito l'acqua



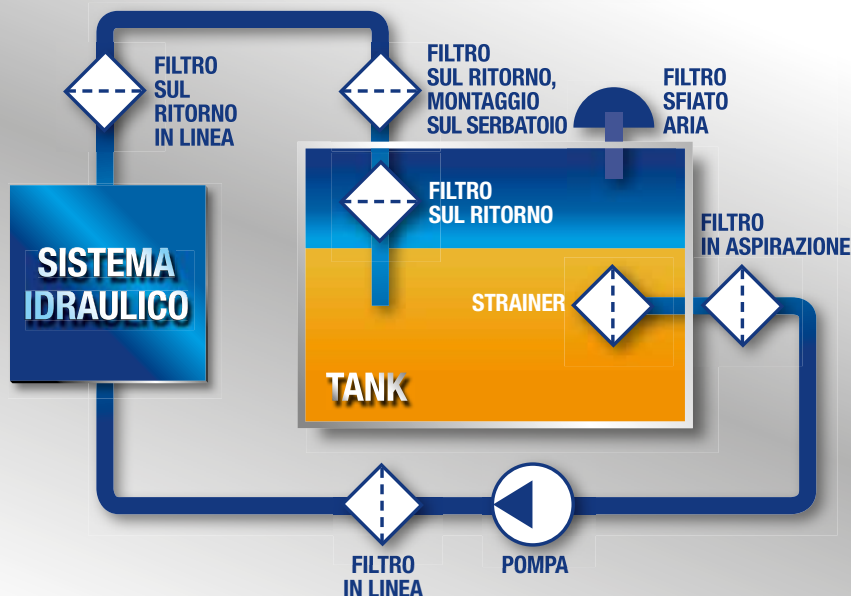
Rimuovendo l'acqua dal sistema di alimentazione del fluido, si possono evitare molti problemi, come ad esempio:

- corrosione (incisione del metallo)
- perdita di potere lubrificante
- usura abrasiva accelerata in componenti idraulici
- bloccaggio delle valvole
- deterioramento a fatica del cuscinetto
- variazione della viscosità (riduzione delle proprietà lubrificanti)
- precipitazione degli additivi e ossidazione dell'olio
- aumento del livello di acidità
- maggiore conduttività elettrica (perdita di resistenza dielettrica)
- risposta lenta/debole dei sistemi di controllo

VALUTAZIONE DELLA PRESSIONE DIFFERENZIALE IN FUNZIONE DELLE CARATTERISTICHE DELLA PORTATA

Aumentare la pressione in un sistema oleodinamico significa:

- aumentare la compressibilità dell'olio
- aumentare la viscosità dell'olio



**Variazione di viscosità dovuto
ad un incremento di pressione.**

ISO VG	Pressione [bar]				
	50	100	200	300	400
	Incremento di viscosità (cSt)				
32	35	38	46	54	66
46	50	55	66	77	94
68	75	81	98	114	140
100	109	119	143	167	205
220	240	261	315	367	450
320	349	380	458	534	655

**Caduta di pressione massima (Δp max)
consentita da un filtro nuovo e pulito**

Applicazione	Range [bar / psi]
Filtri in aspirazione	0.08 - 0.10
Filtri sul ritorno	0.4 - 0.6
Filtri ritorno / aspirazione (*)	0.8 - 1.0
	0.4 - 0.6 linea di ritorno
	0.3 - 0.5 linea di lubrificazione
	0.3 - 0.4 fuori linea nei sistemi di potenza
Filtri in bassa e media pressione	0.1 - 0.3 fuori linea nei banchi prova
	0.4 - 0.6 in sovralimentazione
Filtri in alta pressione	0.8 - 1.5
Filtri in acciaio inox	0.8 - 1.5

(*) La portata in aspirazione non dovrebbe eccedere il 30% di quella sul ritorno

VALUTAZIONE DELLA PRESSIONE DIFFERENZIALE IN FUNZIONE DELLE CARATTERISTICHE DELLA PORTATA

DIMENSIONAMENTO DEL FILTRO

IL CORRETTO DIMENSIONAMENTO DEL FILTRO DEVE ESSERE BASATO SULLA CADUTA DI PRESSIONE TOTALE CHE DIPENDE DALL'APPLICAZIONE.

PER ESEMPIO, LA MASSIMA CADUTA DI PRESSIONE TOTALE CONSENTITA DA UN FILTRO DI RITORNO NUOVO E PULITO DEVE ESSERE NEL CAMPO 0.4 - 0.6 bar / 5.80 - 8.70 psi.

Il calcolo della caduta di pressione si fa sommando il valore del corpo con quello dell'elemento filtrante. La perdita di carico Δp_c del corpo è proporzionale alla densità del fluido (kg/dm^3 o lb/ft^3). La perdita di carico dell'elemento filtrante Δp_e è proporzionale alla sua viscosità in cSt (mm^2/s o SUS). Il fattore correttivo Y deve essere utilizzato nel caso di una viscosità dell'olio diversa da $30 \text{ mm}^2/\text{s}$ (cSt) / 150 SUS.

Dati di dimensionamento per singolo elemento filtrante, testa in alto

Δp_c = caduta di pressione del corpo del filtro [bar]

Δp_e = caduta di pressione dell'elemento filtrante [bar]

Y = Fattore correttivo Y (vedi tabella corrispondente), a seconda del tipo di filtro, della dimensione dell'elemento filtrante, della lunghezza dell'elemento filtrante e del materiale filtrante, detto media.

Q = portata (l/min)

V1 Viscosità dell'olio di riferimento = $30 \text{ mm}^2/\text{s}$ (cSt)

V2 = viscosità dell'olio di esercizio in mm^2/s (cSt)

Calcolo della caduta di pressione dell'elemento filtrante con viscosità dell'olio diverso da $30 \text{ mm}^2/\text{s}$ (cSt)

$$\Delta p_e = Y : 1000 \times Q \times (V2:V1)$$

$$\Delta p_{\text{Tot.}} = \Delta p_c + \Delta p_e$$

Formula di verifica

$$\Delta p_{\text{Tot.}} \leq \Delta p_{\text{max consentito}}$$

Esempio di calcolo di un filtro generico

Dati dell'applicazione:

Filtro sul ritorno, montaggio sul serbatoio

Pressione Pmax = 10 bar

Portata Q = 120 l/min

Viscosità V2 = $46 \text{ mm}^2/\text{s}$ (cSt)

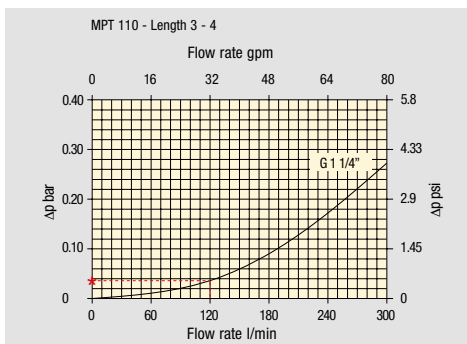
Densità dell'olio = 0.86 kg/dm^3

Efficienza di filtrazione richiesta = $25 \mu\text{m}$ con filtrazione assoluta

Con valvola di bypass e attacco di ingresso da G 1 1/4"

Calcolo:

$$\Delta p_c = 0.03 \text{ bar} / 0.43 \text{ psi} \quad (\text{vedere grafico sotto})$$



Perdita di carico Δp_c corpo filtro.

Le curve sono tracciate usando olio minerale con densità di 0.86 kg/dm^3 in conformità con ISO 3968.

Il Δp varia proporzionalmente con la densità.

$$\Delta p_e = (2.00 : 1000) \times 120 \times (46 : 30) = 0.37 \text{ bar}$$

$$\Delta p_e = (2.00 : 17.2) \times 32 \times (216 : 150) = 5.36 \text{ psi}$$

Elemento filtrante	Filtrazione assoluta Serie H					Filtraz. nominale Serie N		
	Tipo	A03	A06	A10	A16	A25	P10	P25
Filtri sul ritorno	1	28.20	24.40	8.67	8.17	6.88	4.62	3.96
	2	17.33	12.50	6.86	5.70	4.00	3.05	2.47
MF 100	3	10.25	9.00	3.65	3.33	2.50	1.63	1.32
MFX 100	4	6.10	5.40	2.30	2.20	2.00	1.19	0.96
							M25	M60
							M90	
								0.82

$$\Delta p_{\text{Tot.}} = 0.03 + 0.37 = 0.4 \text{ bar}$$

$$\Delta p_{\text{Tot.}} = 0.43 + 5.36 = 5.79 \text{ psi}$$

La selezione è corretta perché il valore della perdita di carico totale è all'interno del campo ammesso per i filtri sul ritorno con montaggio su serbatoio. Nel caso in cui la caduta di pressione totale massima consentita non sia verificata, è necessario ripetere il calcolo modificando la lunghezza / dimensione del filtro.

Il culmine di un investimento multimilionario in tecnologia e di una lunga collaborazione con alcune delle principali istituzioni scientifiche italiane, il nuovo centro di ricerca e sviluppo di MP Filtri è stato ideato e realizzato come un centro di **eccellenza tecnica ed innovazione**.

Con sede a Pessano con Bornago, Milano, la struttura di ricerca scientifica di 1.200 m² / 12.917 ft² si concentra su applicazioni industriali pratiche. È stato creato per guidare lo sviluppo di una gamma innovativa di prodotti leader di mercato; migliorare la qualità e l'affidabilità del portafoglio esistente e sostenere la creazione di prototipi su misura per il cliente.

La dedizione di MP Filtri all'eccellenza nella ricerca scientifica è stata costruita su stretta collaborazione con il Politecnico di Milano, l'Università di Bologna e l'Università di Modena e Reggio Emilia.



Molto più di un semplice centro di test, la struttura include: aree di formazione specializzate, confortevoli sale riunioni e aree di studio, che permettono ai clienti di combinare formazione accademica e teorica con il lavoro pratico su banchi di prova all'avanguardia. banchi di prova.

Questo crea opportunità perfette per padroneggiare il funzionamento delle attrezzature per affrontare la contaminazione dei fluidi; aumentare le conoscenze e le competenze dei delegati e acquisire esperienza in un ambiente di lavoro realistico.



Il "cuore" del centro è la struttura del banco prova appositamente progettata per convalidare le caratteristiche operative e le prestazioni di filtri ed elementi filtranti. Queste stazioni di lavoro avanzate offrono una precisione puntuale nella misurazione del livello di contaminazione da particelle solide negli oli sotto pressione.

Tutti i test sono eseguiti in conformità alle norme internazionali e riproducono le condizioni precise di pressione e portata di qualsiasi circuito oleodinamico all'interno di camere climatiche controllate e filtrate.

- 16 banchi prova
- 8 macchine da laboratorio per l'analisi della contaminazione
- 15 Standard Internazionali ISO e DIN
- 29 differenti test

Ogni anno:

- Più di 200 test richiesti
- Più di 1500 prodotti testati
- Più di 90 test multi-pass eseguiti

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

[illegible]

I dati e le informazioni contenuti in questa pubblicazione sono forniti a titolo indicativo.
La MP Filtri si riserva il diritto di apportare in qualunque momento modifiche ai modelli ed alle versioni dei prodotti descritti
sia per ragioni di natura tecnica che commerciale.

I colori e le fotografie dei prodotti sono puramente indicativi.

Ogni riproduzione, parziale o totale, del presente documento è assolutamente vietata.

Diritti riservati.



WORLDWIDE NETWORK

HEADQUARTERS

MP Filtri S.p.A.
Pessano con Bornago
Milano - Italy
+39 02 957031
sales@mpfiltri.com

BRANCH OFFICES

ITALFILTRI LLC
Moscow
Russia
mpfiltrirussia@yahoo.com

MP Filtri Canada Inc.
Concord, Ontario
Canada
sales@mpfiltricanada.com

MP Filtri France SAS
Lyon
AURA
France
sales@mpfiltrifrance.com

MP Filtri Germany GmbH
St. Ingbert
Germany
sales@mpfiltri.de

MP Filtri India Pvt. Ltd.
Bangalore
India
sales@mpfiltri.co.in

MP Filtri (Shanghai) Co., Ltd.
Shanghai
P.R. China
sales@mpfiltrishanghai.com

MP Filtri U.K. Ltd.
Bourton on the Water
Gloucestershire
United Kingdom
sales@mpfiltri.co.uk

MP Filtri U.S.A. Inc.
Quakertown, PA
U.S.A.
sales@mpfiltriusa.com

PASSION TO PERFORM



mpfiltri.com