



CLEAN OIL

BRIGHT IDEAS

KARBERG & HENNEMANN

---

**Migliorare l'affidabilità di impianti industriali mediante una efficace filtrazione degli oli idraulici e lubrificanti**

**Casi pratici su riduttori , turbine e sistemi idraulici**

---



## ARGOMENTI TRATTATI

1. Tipologie di contaminanti degli oli
  2. Contaminanti e prodotti di degrado degli :
    - Solidi
    - Acqua
    - Ossidazione degli oli e formazione resine / morchie
  3. La misura della contaminazione oli : Solidi , Acqua , resine/morchie
  4. La manutenzione dell'olio con sistemi di filtrazione offline CJC™
    - Il meccanismo di rimozione dei solidi, acqua e morchie
  5. Esempi pratici di applicazioni su turbine , riduttori , sistemi idraulici
  6. Conclusioni
-



CLEAN OIL

BRIGHT IDEAS

# KARBERG & HENNEMANN

## CCJENSEN - KARBERG & HENNEMANN

Da oltre 40 anni è specializzata nella produzione di sistemi di filtrazione offline per la manutenzione di fluidi quali :

- Oli lubrificanti

- Oli dielettrici

- Oli diatermici

- Esteri fosforici

- Acqua glicole





CLEAN OIL

BRIGHT IDEAS

KARBERG & HENNEMANN

## CONTAMINANTI E PRODOTTI DI DEGRADO DEGLI OLI



SOLIDI



ACQUA



PRODOTTI DA OSSIDAZIONE





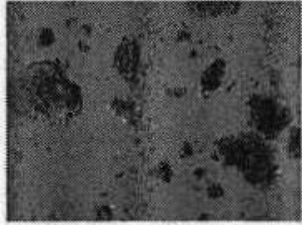




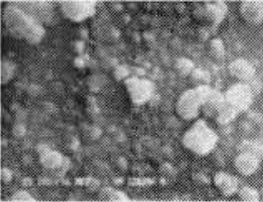
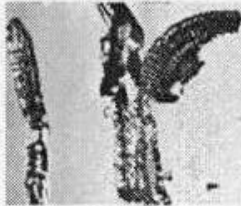
**CLEAN OIL**

BRIGHT IDEAS

# KARBERG & HENNEMANN

CONTAMINANTI E PRODOTTI DI DEGRADO DEGLI OLI

## INQUINAMENTO DA SOLIDI

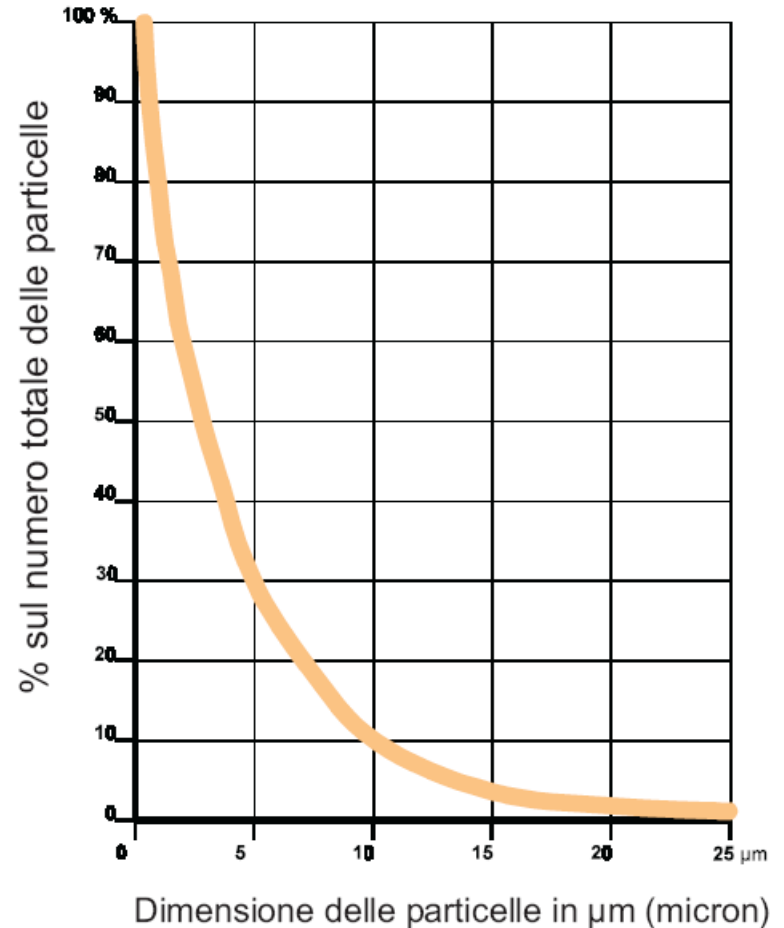
	<p>Fibers filter, hose</p>		<p>Road Dust silica, alumina</p>		<p>Amorphous oxide insolubles, sludge</p>
	<p>Clay soil, earthmoving</p>		<p>Rock Dust mining quarry, excavation</p>		<p>Rust mill scale, drum dust</p>
	<p>Spheres weld spatter, surface fatigue, flyash</p>		<p>Soot carbon insolubles, cinders</p>		<p>Wear Debris abrasion</p>



INQUINAMENTO DA SOLIDI

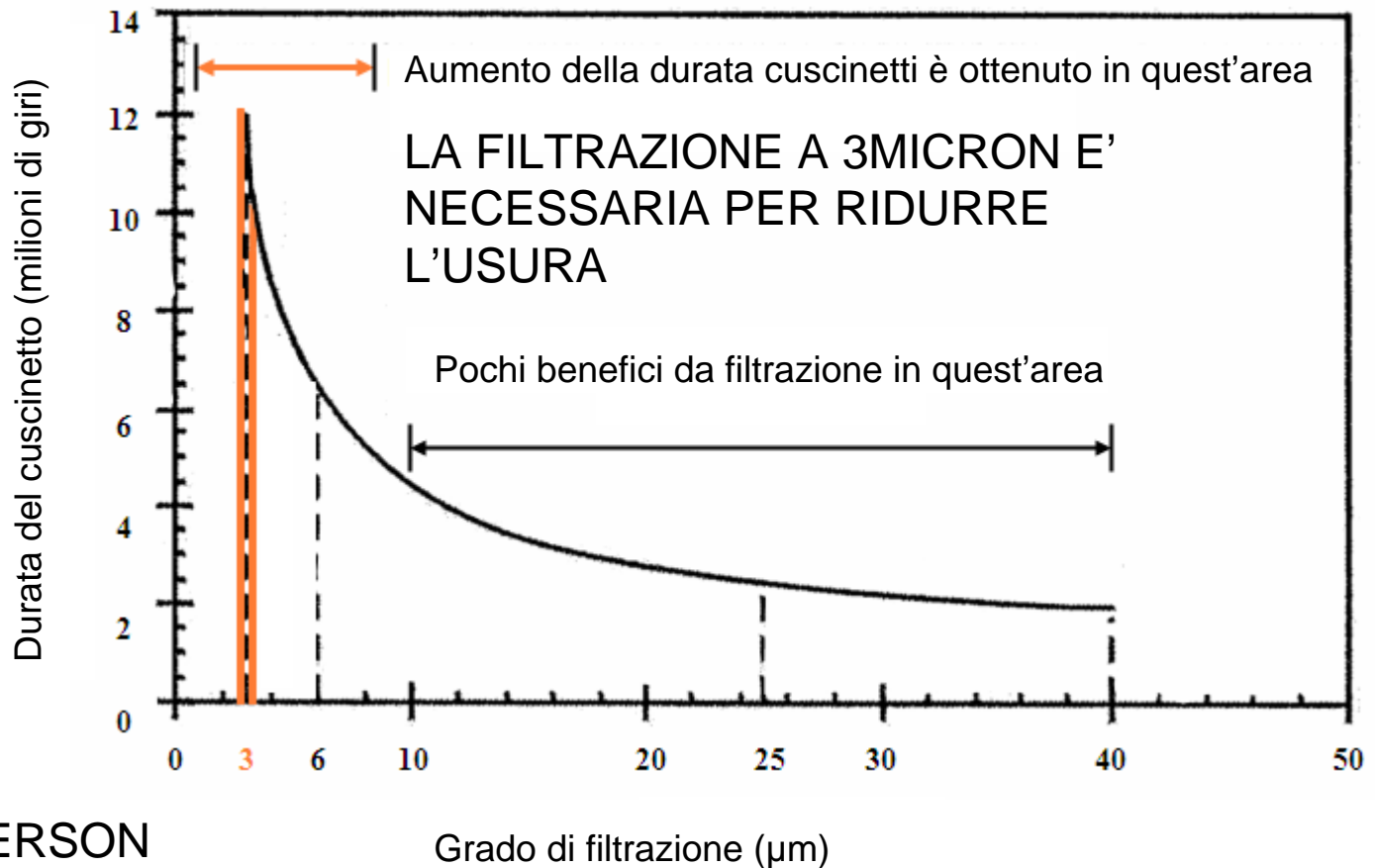
Distribuzione dimensionale delle particelle

LA MAGGIOR PARTE DEI  
CONTAMINANTI SOLIDI HA  
DIMENSIONI INFERIORI A 10  
MICRON





## INQUINAMENTO DA SOLIDI

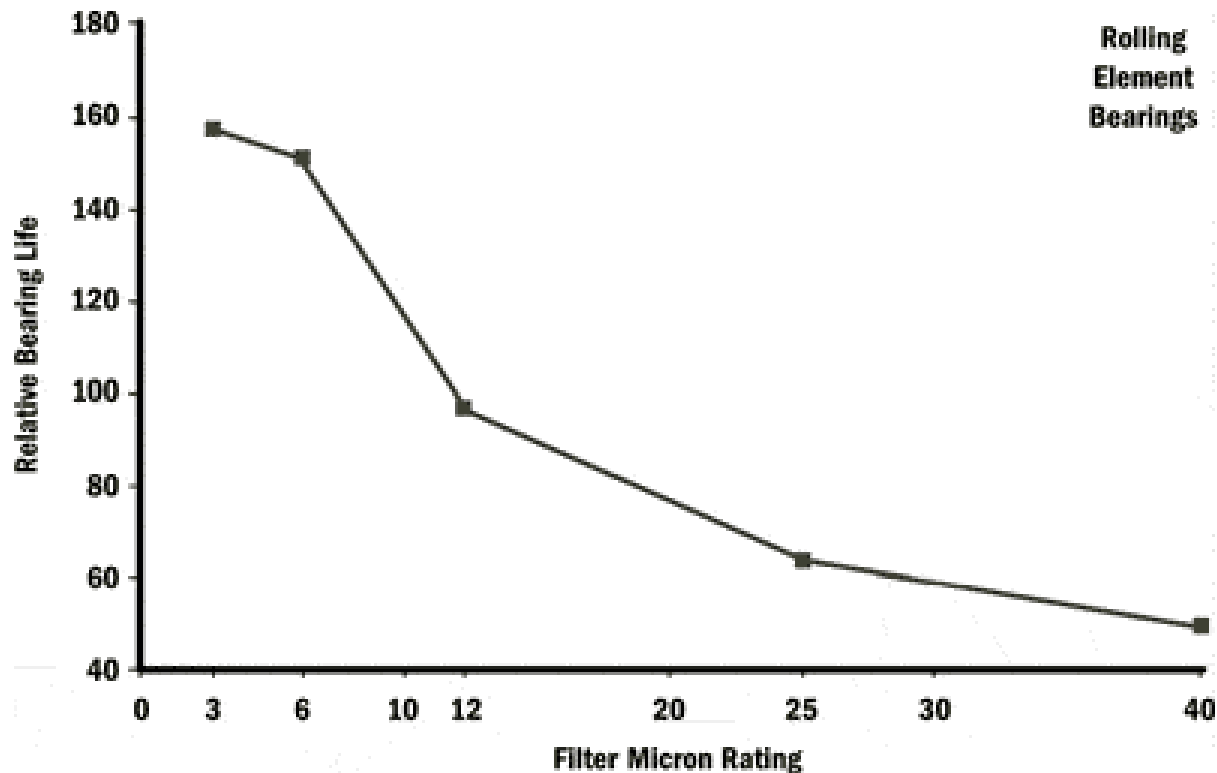


### GRAFICO MACPHERSON

Test di vita di cuscinetti montati su trasmissioni di elicotteri in funzione di diversi gradi di filtrazione olio .



## INQUINAMENTO DA SOLIDI



Fonte : Jim Fitch, "Silent Assumptions of Bearing Reliability". [Practicing Oil Analysis Magazine](#). July 2003





CLEAN OIL  
BRIGHT IDEAS

KARBERG & HENNEMANN

CONTAMINANTI E PRODOTTI DI DEGRADO DEGLI OLI

## INQUINAMENTO DA SOLIDI

### USURA DA ABRASIONE

Un alto contenuto di solidi contenuti nell'olio è causa di usura precoce dei componenti del sistema ( usura da abrasione , pitting etc..)





CLEAN OIL

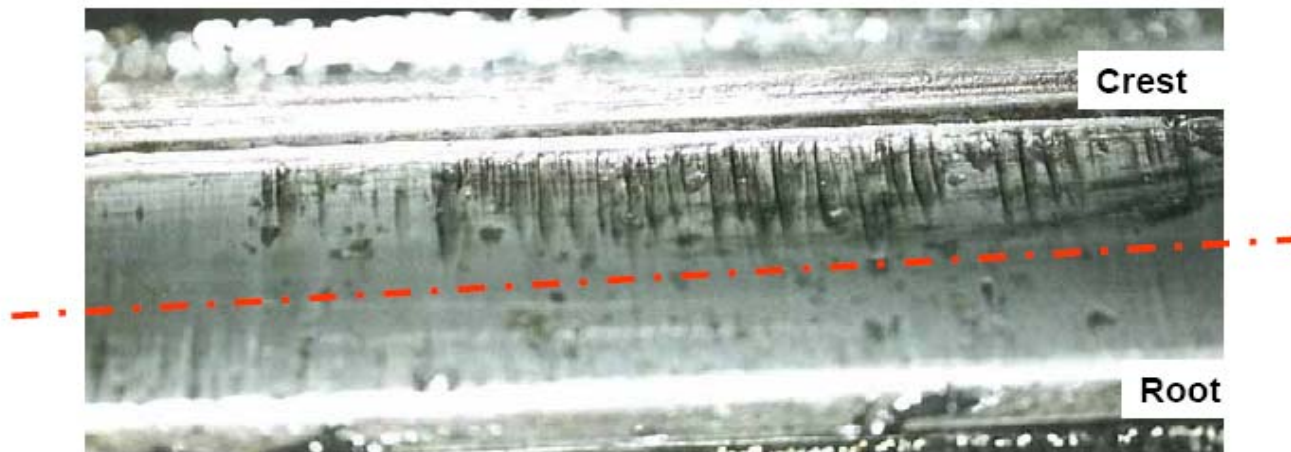
BRIGHT IDEAS

KARBERG & HENNEMANN

CONTAMINANTI E PRODOTTI DI DEGRADO DEGLI OLI

## INQUINAMENTO DA SOLIDI

### USURA DA ABRASIONE



Ingranaggio su riduttore per mulino



CLEAN OIL

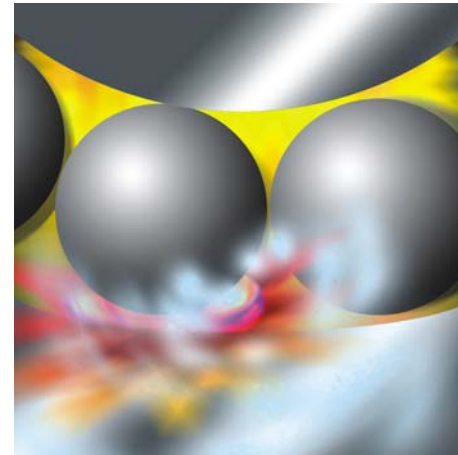
BRIGHT IDEAS

KARBERG & HENNEMANN

## INQUINAMENTO DA ACQUA

### Danni al sistema

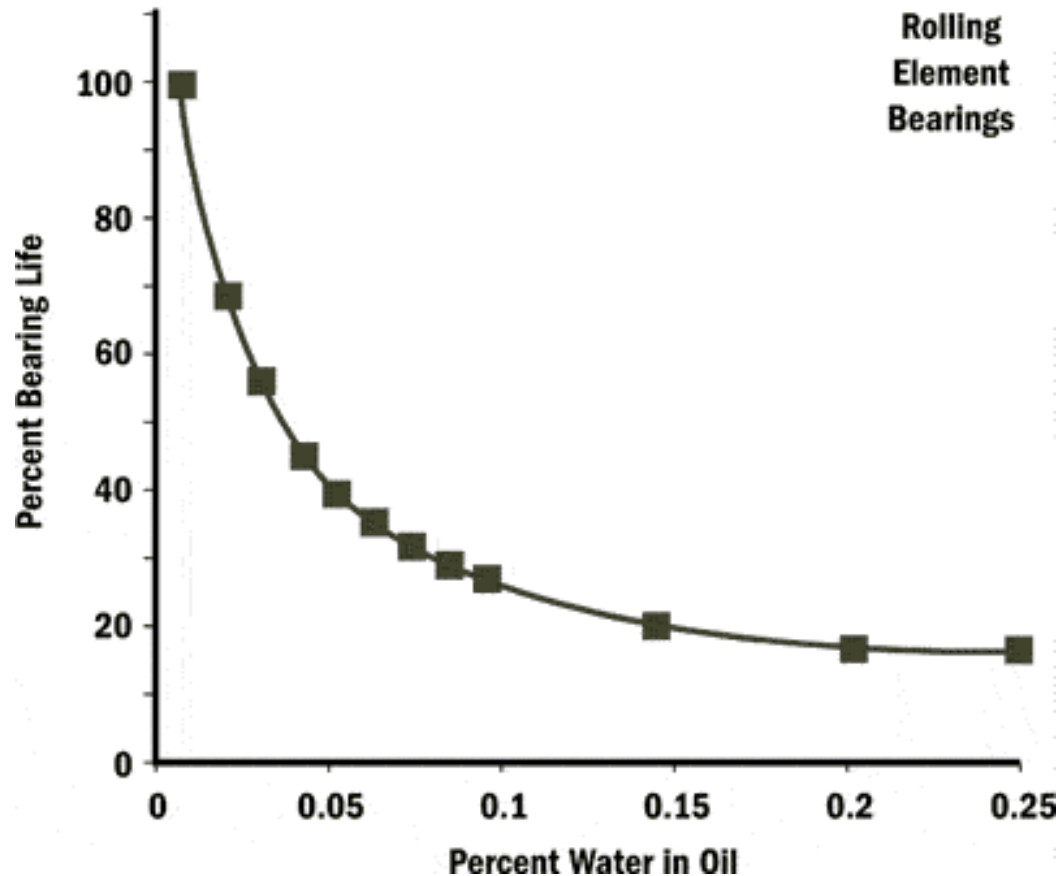
- Riduzione delle proprietà lubrificanti (usura)
- Formazione di ruggine ( e di nuovo solido nel circuito)
- Reazione degli additivi con acqua ( precipitazione additivi )





## INQUINAMENTO DA ACQUA

L'acqua riduce in maniera evidente la vita dei cuscinetti



Fonte : Jim Fitch, "Silent Assumptions of Bearing Reliability". [Practicing Oil Analysis Magazine](#). July 2003



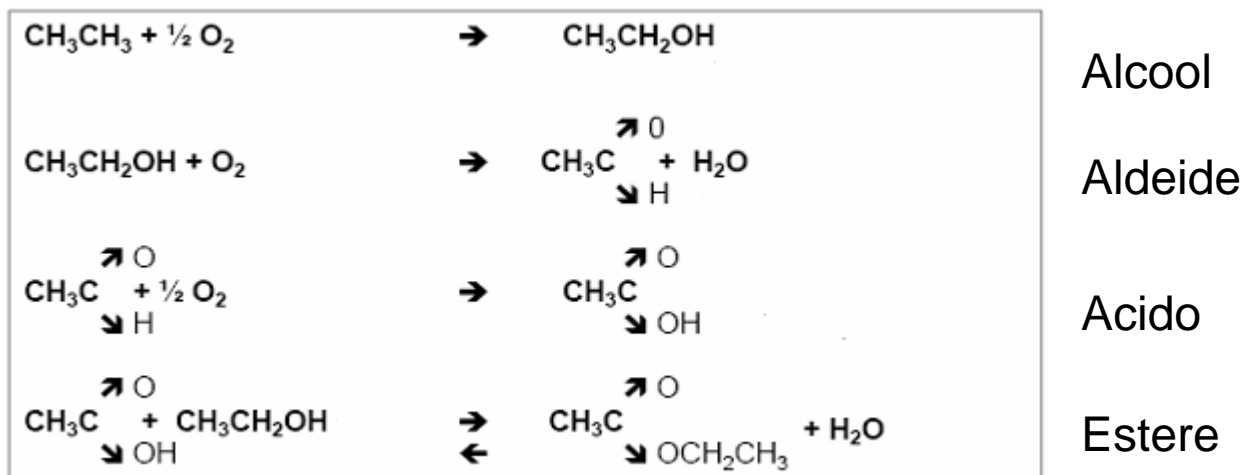
CLEAN OIL

BRIGHT IDEAS

# KARBERG & HENNEMANN

## L' OSSIDAZIONE OLIO E LA FORMAZIONE DI LACCHE , RESINE , MORCHIE

Solitamente derivano dall'ossidazione dell'olio :



I composti ossidati sono polari ( contengono Ossigeno ) e hanno **poca solubilità nell'olio**



CLEAN OIL

BRIGHT IDEAS

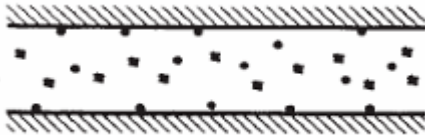
KARBERG & HENNEMANN

CONTAMINANTI E PRODOTTI DI DEGRADO DEGLI OLI

## OSSIDAZIONE DEL'OLIO

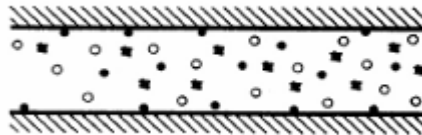
LACCHE , RESINE , MORCHIE NEL CIRCUITO OLIO

### LA "SINDROME DEL LUNEDI MATTINA"



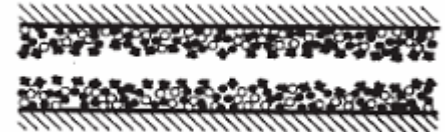
**Stato - Macchina in funzione**

**Temp. olio : 40/50 °C**



**Stato – Macchina ferma (2h)**

**Temp. olio : 30°C**



**Stato – Macchina ferma (15h)**

**Temp. olio : 20°C**

- = Particelle solide
- = Resine insolubili con alto peso molecolare
- = Resine con basso peso molecolare solubili a caldo , insolubili a freddo



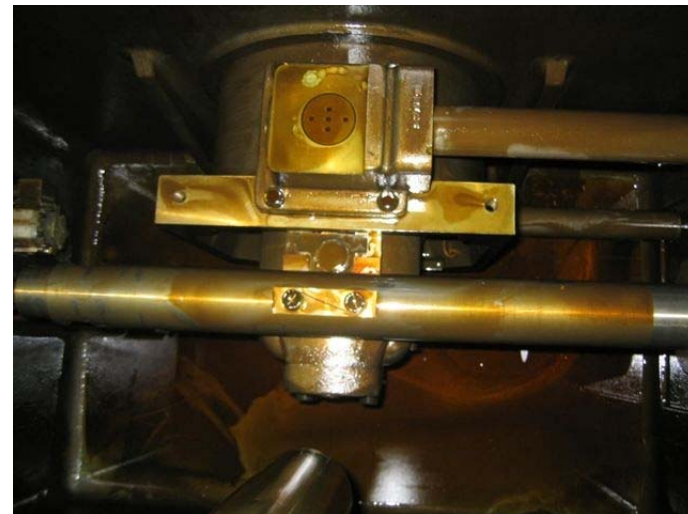
CLEAN OIL  
BRIGHT IDEAS

KARBERG & HENNEMANN

CONTAMINANTI E PRODOTTI DI DEGRADO DEGLI OLI

## OSSIDAZIONE DEL'OLIO

DEPOSITI DI RESINE DA  
OSSIDAZIONE OLIO





CLEAN OIL

BRIGHT IDEAS

KARBERG & HENNEMANN

---

## MISURARE LA CONTAMINAZIONE DEGLI OLI

CONTAMINAZIONE SOLIDA

MISURA TRAMITE  
CONTAPARTICELLE CODICI  
ISO 4406 – NAS 1638

CONTAMINAZIONE DA ACQUA

METODO KARL-FISCHER

CONTAMINAZIONE DA OSSIDAZIONE  
OLIO ( LACCHE/MORCHIE )

PATCH TEST – ANALISI  
COLORIMETRICA





## CLASSI ISO 4406

La **norma ISO 4406-99** definisce le classi di contaminazione per i fluidi basandosi sul n° di particelle maggiori di una certa dimensione contenute in un volume pari ad 100 ml di fluido:

Nel codice ISO compaiono di norma tre numeri, corrispondenti a tre dimensioni significative (4, 6, 14  $\mu\text{m}$ , a volte viene introdotta anche la dimensione 2  $\mu\text{m}$ ), che indicano la classe di appartenenza dei conteggi cumulativi relativi alle due dimensioni :

ESEMPIO: 18/16/13 n° di particelle di dimensione equivalente:

- D > 4  $\mu\text{m}$  è compreso tra 130.000 e 250.000
- D > 6  $\mu\text{m}$  è compreso tra 32.000 e 64.000
- D > 14  $\mu\text{m}$  è compreso tra 4.000 e 8.000

Numero particelle in 100 ml		
N° codice	Oltre a	Fino a
1	1	2
2	2	4
3	4	8
4	8	16
5	16	32
6	32	64
7	64	130
8	130	250
9	250	500
10	500	1.000
11	1.000	2.000
12	2.000	4.000
13	4.000	8.000
14	8.000	16.000
15	16.000	32.000
16	32.000	64.000
17	64.000	130.000
18	130.000	250.000
19	250.000	500.000
20	500.000	1.000.000
21	1.000.000	2.000.000
22	2.000.000	4.000.000
23	4.000.000	8.000.000
24	8.000.000	16.000.000
25	16.000.000	32.000.000



## Classificazione secondo la norma NAS 1638

Le particelle vengono suddivise in 5 classi in base alla dimensione. Per determinare la classe di contaminazione viene rilevato il numero di particelle presenti in 100 ml di liquido per ognuna delle 5 classi di dimensione delle particelle. I valori di misurazione ottenuti per le singole classi di dimensione determinano l'appartenenza alla corrispondente classe di contaminazione (v. Tabella)

Numero di particelle in 100 ml di liquido														
Classe di dimensione [ $\mu\text{m}$ ]	Classe di contaminazione secondo NAS 1638													
	00	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5 - 15	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	16.000	32.000	64.000	128.000	256.000	512.000	1.024.000
15 - 25	22	44	88	178	356	712	1.425	2.850	5.700	11.400	22.800	45.600	91.200	182.400
25 - 50	4	8	16	32	63	126	253	506	1.012	2.025	4.050	8.100	16.200	32.400
50 - 100	1	2	3	6	11	22	45	90	180	360	720	1.440	2.880	5.760
> 100	0	0	1	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1.024

**Esempio:** Classe di contaminazione 6 significa che in 100 ml di olio dovrebbero trovarsi i seguenti quantitativi di particelle: circa 16.000 particelle di dimensioni tra 5 e 15  $\mu\text{m}$ , 2.850 particelle di dimensioni tra 15 e 25  $\mu\text{m}$ , 506 particelle di dimensioni tra 25 e 50  $\mu\text{m}$ , 90 particelle di dimensioni tra 50 e 100  $\mu\text{m}$ , 16 particelle di dimensioni > 100  $\mu\text{m}$ .



CLEAN OIL

BRIGHT IDEAS

KARBERG & HENNEMANN

---

ALCUNI VALORI TIPICI DI RIFERIMENTO PER  
CONTAMINAZIONE SOLIDA ED INQUINAMENTO DA ACQUA

	ISO	ACQUA
RIDUTTORI	-/16/13	500/1000 ppm
TURBINE/COMPRESSORI	-/14/11	inf.a 500 ppm
SISTEMI IDRAULICI	-/15/12	inf. a 500 ppm



CLEAN OIL

BRIGHT IDEAS

# KARBERG & HENNEMANN

## ALCUNI VALORI DI RIFERIMENTO PER LACCHE DA OSSIDAZIONE OLIO

### Patch Colorimetric Test

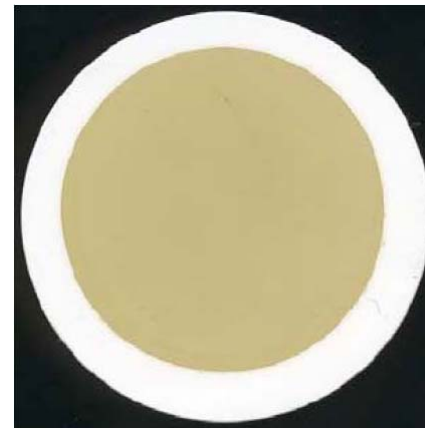
Provides a quantifiable scale to trend  
varnish potential

Scale: 0 to 100

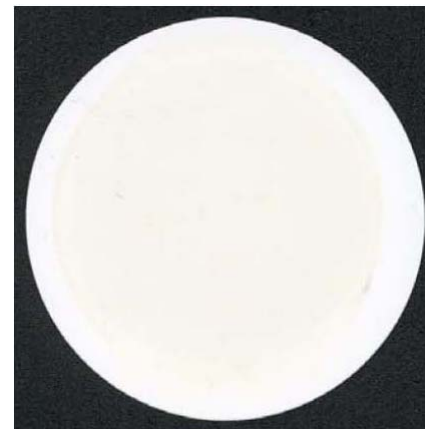
0 to 40 = Normal

41 to 60 = Caution

61 to 100 = Critical



Valore = 40



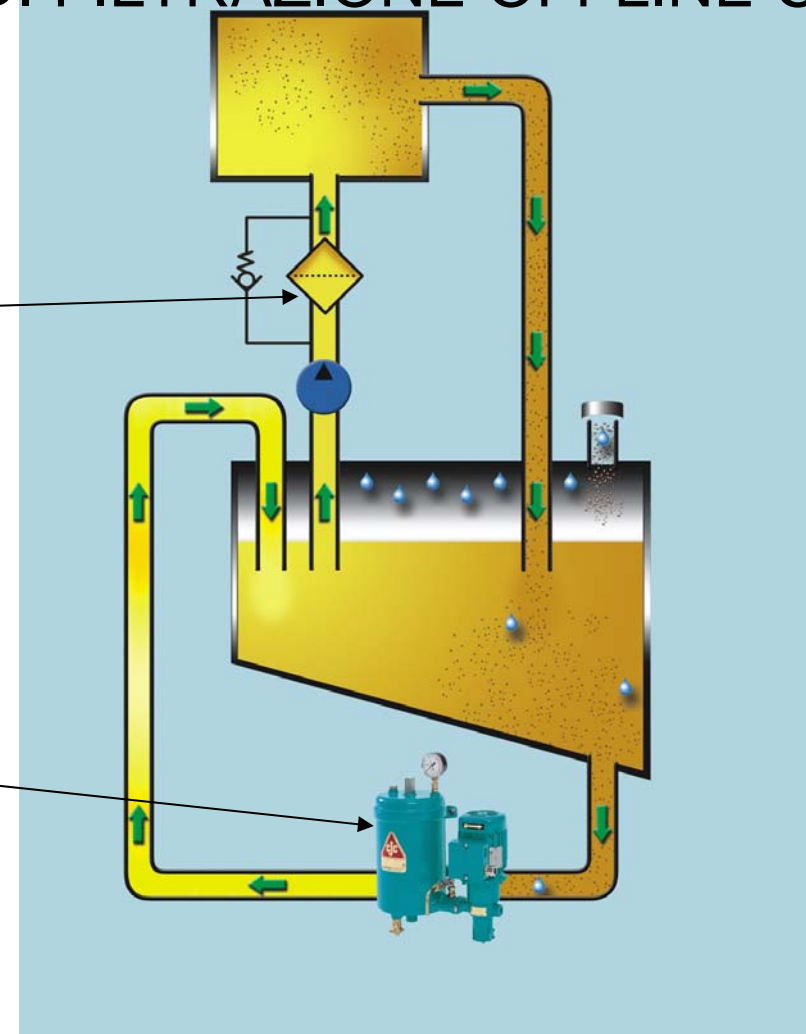
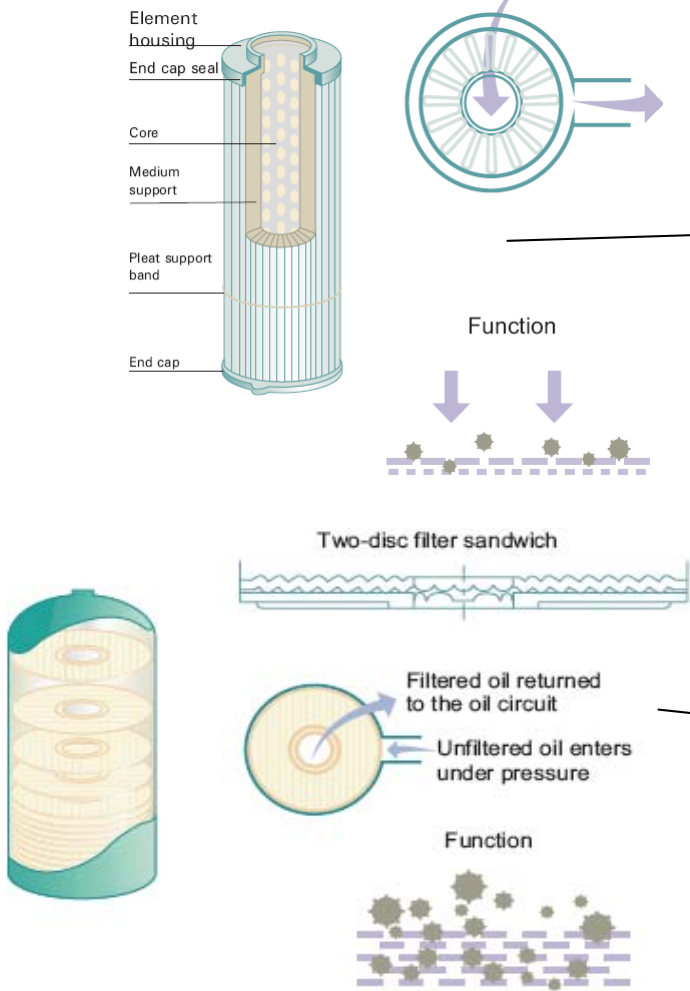
Valore = 5



CLEAN OIL  
BRIGHT IDEAS

KARBERG & HENNEMANN

# LA MANUTENZIONE DELL'OLIO CON SISTEMI DI FILTRAZIONE OFFLINE CJC™





CLEAN OIL

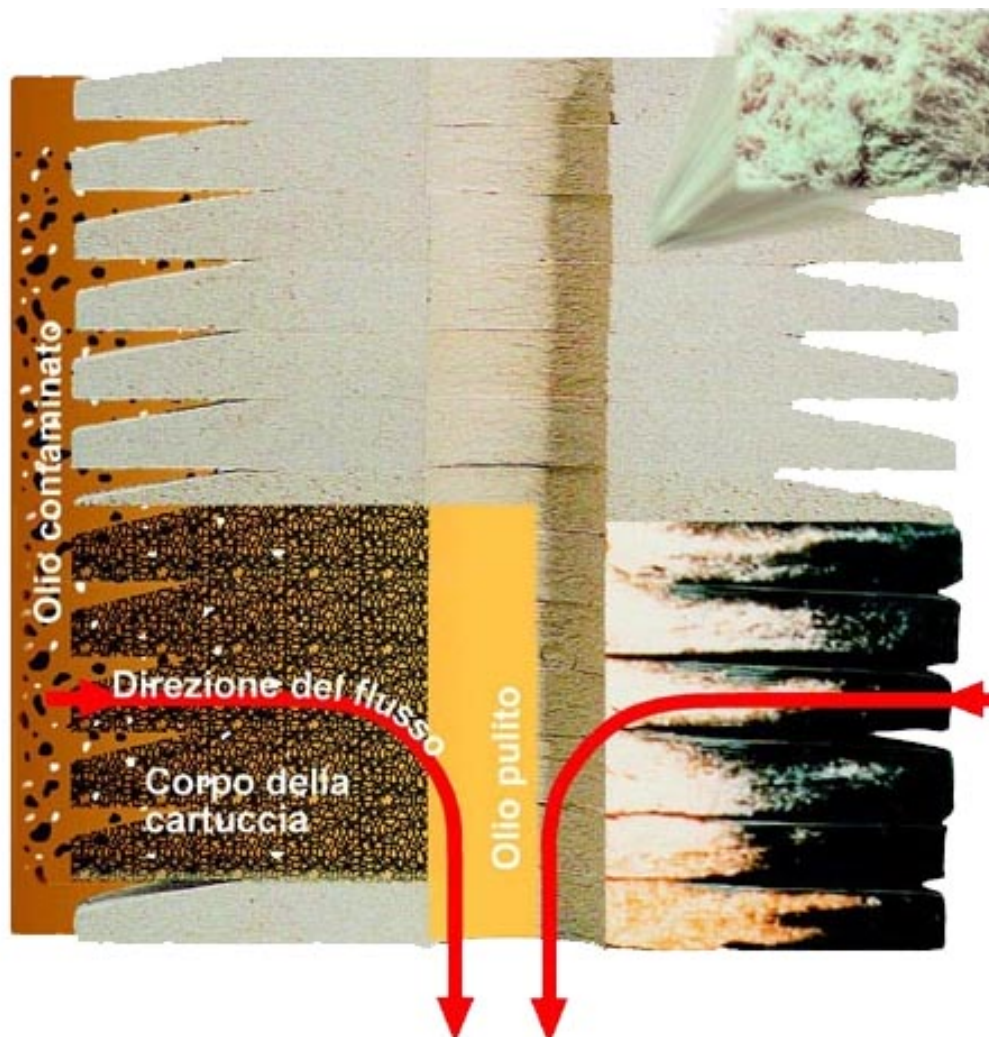
BRIGHT IDEAS

KARBERG & HENNEMANN

## LE CARATTERISTICHE DELLE CARTUCCE FILTRANTI CJC™

Gli inserti filtranti CJC™ sono composti da dischi a porosi a base di cellulosa

La filtrazione avviene dall'esterno verso l'interno attraversando la sezione del disco





CLEAN OIL

BRIGHT IDEAS

KARBERG & HENNEMANN

LE CARATTERISTICHE DELLE CARTUCCE FILTRANTI CJC™

## RIMOZIONE DEL SOLIDO

- Efficace rimozione dei solidi (da 3  $\mu\text{m}$  fino a 0,8  $\mu\text{m}$ )
- Elevata capacità di accumulo del contaminante ( grande durata )





**CLEAN OIL**  
BRIGHT IDEAS

**KARBERG & HENNEMANN**

**LE CARATTERISTICHE DELLE CARTUCCE FILTRANTI CJC™**

## **RIMOZIONE DELL'ACQUA**

- Tramite assorbimento nelle fibre della cellulosa
- Viene eliminata l'acqua proveniente da condensa ed umidità esterna







CLEAN OIL

BRIGHT IDEAS

KARBERG & HENNEMANN

LE CARATTERISTICHE DELLE CARTUCCE FILTRANTI CJC™

## RIMOZIONE DELLE LACCHE E DELLE MORCHIE

- Tramite adsorbimento nelle fibre della cellulosa





CLEAN OIL  
BRIGHT IDEAS

KARBERG & HENNEMANN

LE CARATTERISTICHE DELLE CARTUCCE FILTRANTI CJC™

## CARATTERISTICHE B 27/27

- Altezza 270 mm
- Diametro 270 mm

## CAPACITA'

- 4 litri di solido uniformemente distribuito
- 2 litri di acqua
- adsorbimento di morchie in rapporto circa 1:1 rispetto al peso





CLEAN OIL

BRIGHT IDEAS

KARBERG & HENNEMANN

FILTRI MODULARI DIMENSIONATI IN BASE ALLE  
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA



HDU 27/27



HDU 27/54



HDU 27/108



CLEAN OIL

BRIGHT IDEAS

KARBERG & HENNEMANN

---

## ALCUNI CASI PRATICI DI APPLICAZIONE DEI SISTEMI DI FILTRAZIONE OFFLINE CJC™



CLEAN OIL

BRIGHT IDEAS

# KARBERG & HENNEMANN

## TEST COMPARATIVO DURATO 12 MESI SU PRESSE PER INIEZIONE PLASTICA



Dotata di solo filtro  
in aspirazione

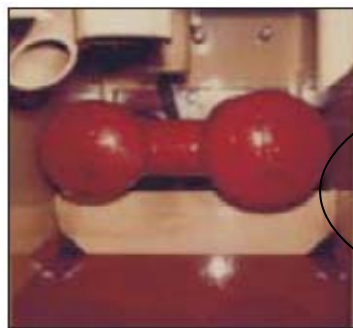
Risultato dopo 12 mesi

Elevata presenza di lacche e resine  
da ossidazione



Dotata filtro in linea  
6 micron - fibra

Medio/elevata presenza di lacche e  
resine da ossidazione

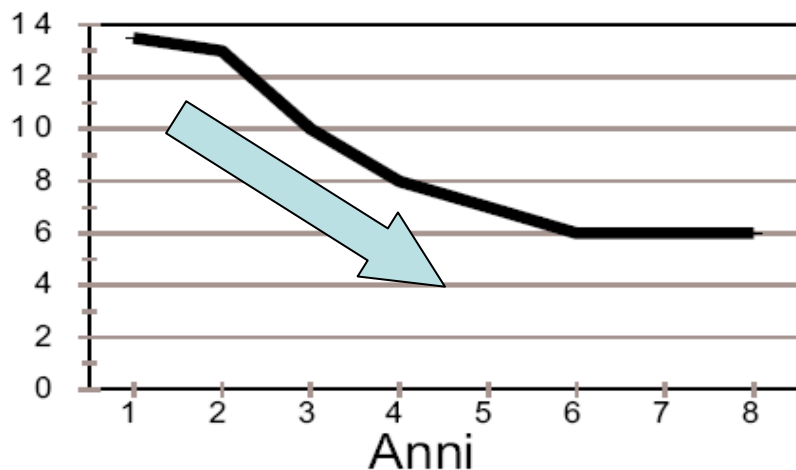


Dotata filtro offline  
CJC™ 3 micron  
cellulosa

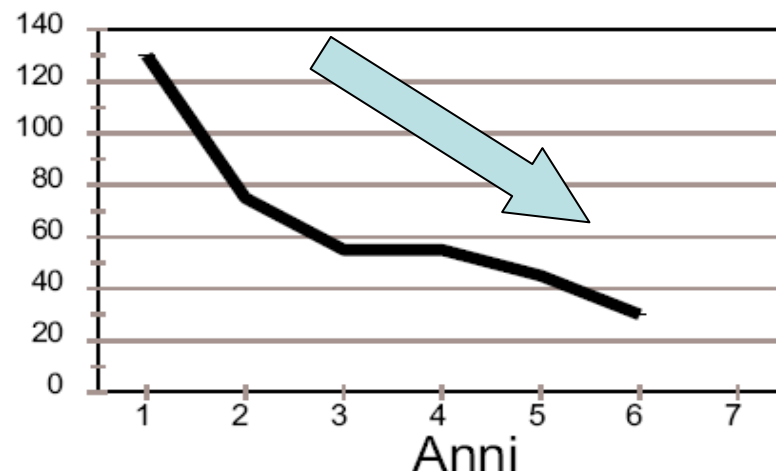
Bassa presenza di lacche e resine da  
ossidazione



### Costi di manutenzione totali per macchina



### Ore perse per fermo macchina e manutenzione



Benefici ottenuti dall'installazione dei sistemi di filtrazione offline CJC™



CLEAN OIL

BRIGHT IDEAS

# KARBERG & HENNEMANN



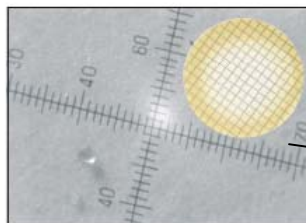
Filtro tipo 15/25 installato su pressa per stampaggio plastico ad iniezione

## RISULTATI

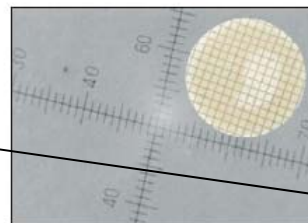
Macchina N° Data analisi	283 03.07.2007	284 25.06.2007
Particelle 2µm	8696	2448
Particelle 5µm	5251	1049
Particelle 15µm	550	383
CODICE ISO	14/13/10	12/11/9

Azienda danese che utilizza filtri offline CJC™ oltre 15 anni

## CAMPIONI OLIO



Campione: macchina **283**  
in produzione dal 1991  
Mod. ES600/125 – 125 ton  
**Durata olio : 16 anni**



Campione: **macchina 284**  
in produzione dal 1996  
Mod. ES330/80HL – 80 ton  
**Durata olio : 11 anni**

Olio in uso da 16 anni !!!



CLEAN OIL

BRIGHT IDEAS

KARBERG & HENNEMANN

## TEST COMPARATIVO DI 3 SISTEMI DI FILTRAZIONE OFFLINE SU TURBINE A GAS

### SISTEMA

Turbina a gas

Tipo olio : ISO VG 32

Volume : 22.500 litri

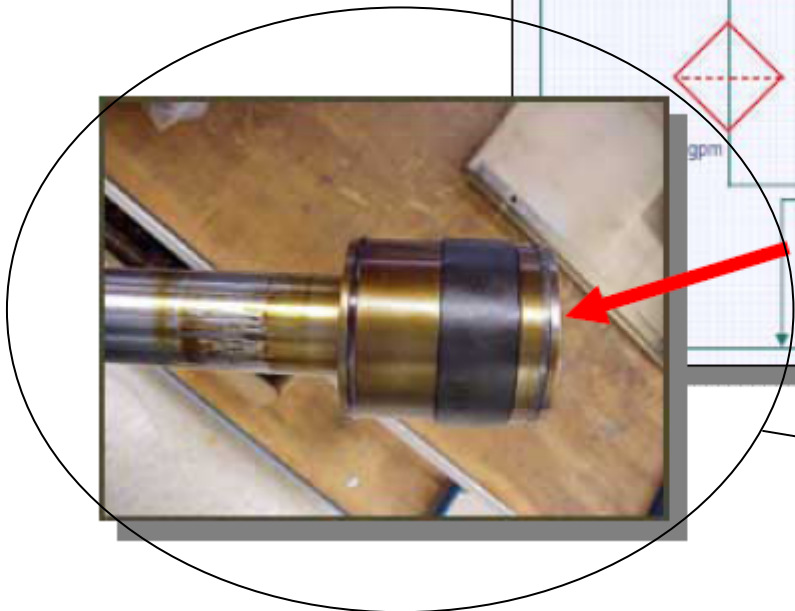
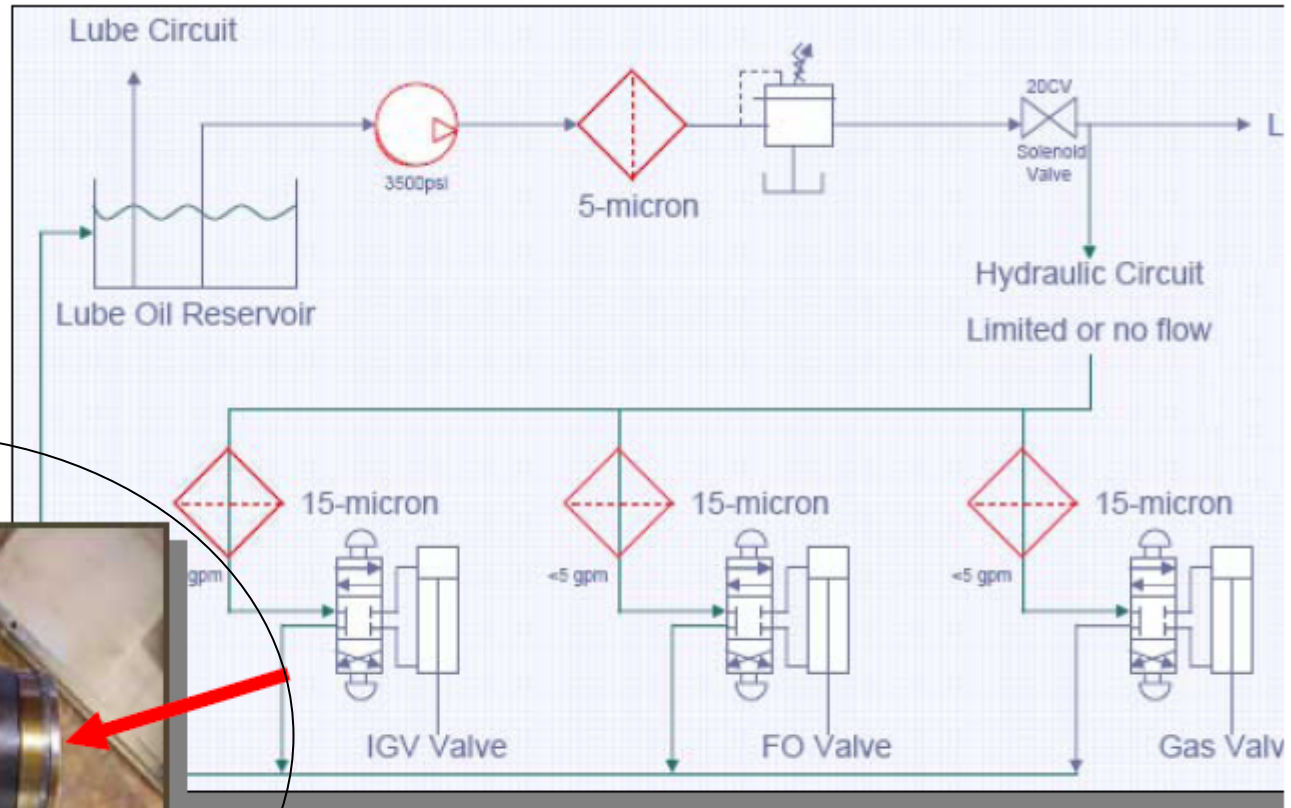
### IL PROBLEMA

Una eccessiva formazione di morchie e lacche causava  
incollaggi di valvole e malfunzionamenti

Sistema di  
filtrazione CJC™  
HDU 2x27/108





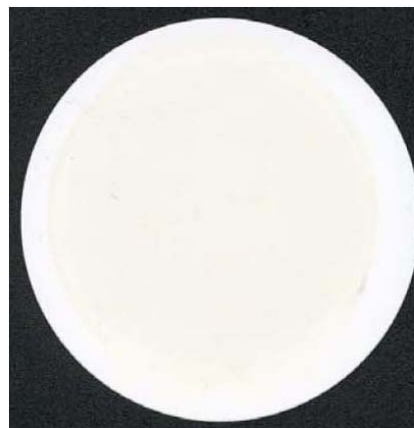


Depositi di resine da ossidazione olio



Patch test  
iniziale

13 Dic 05



Patch test  
finale

18 Mar 06

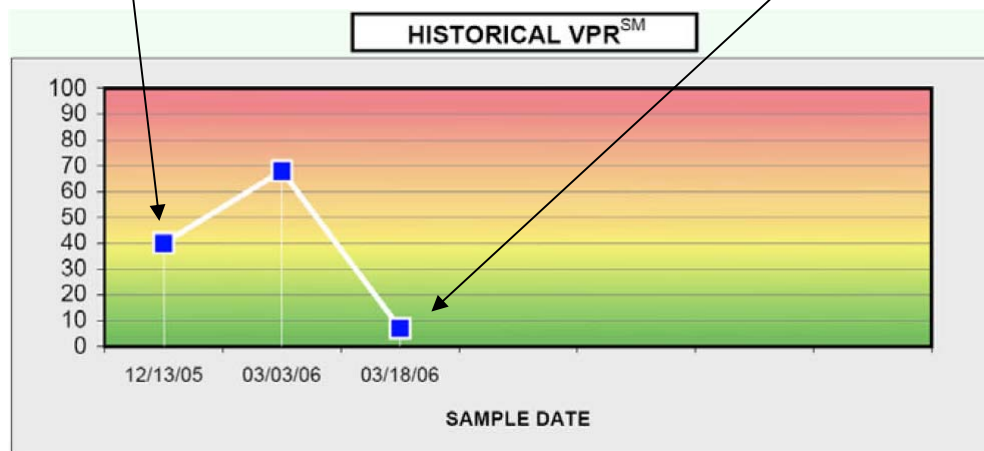


Grafico andamento VPR ( indice di presenza lacche e morchie)



**CLEAN OIL**  
BRIGHT IDEAS

KARBERG & HENNEMANN

TURBINA n°1

( SISTEMA FILTRAZIONE CONCORRENTE A)

La valvola IGV non rispondeva ed è stata sostituita . Il particolare deve essere revisionato e ripulito dall'accumulo di resine .

TURBINA n°2

(SISTEMA FILTRAZIONE CONCORRENTE B)

La turbina all'avvio ha mostrato problemi dovuti all'incollaggio della valvola IGV , dopo alcuni cicli di apertura chiusura in manuale , la valvola ha ripreso a funzionare .

**TURBINA n°3 ( SISTEMA CJC™)**

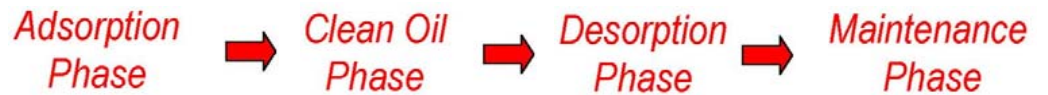
“La turbina 3 ( con filtro CJC™) ha lavorato perfettamente.

Al controllo della valvola IGV sul gruppo 3 questa è risultata completamente priva di resine ed il filtro non aveva nessun residuo di resine e morchie”

**Responsabile Manutenzione della Centrale**



La capacità di rimuovere le resine da ossidazione olio



Inserto filtrante nuovo

Inserto filtrante usato

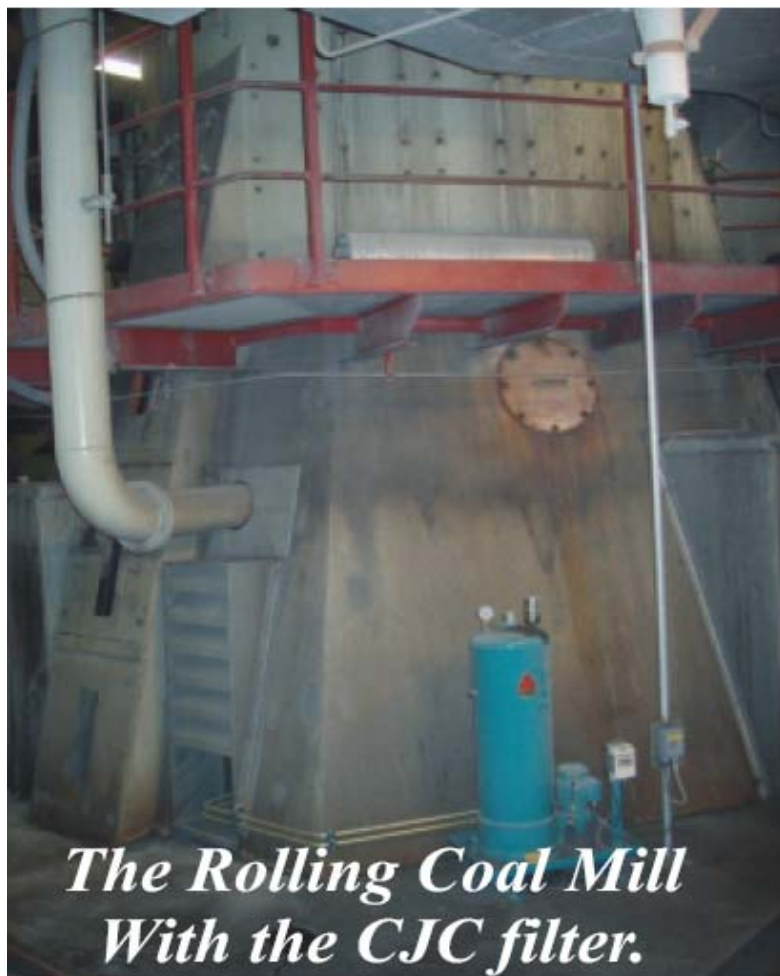


CLEAN OIL

BRIGHT IDEAS

KARBERG & HENNEMANN

OLIO LUBRIFICANTE – RIDUTTORE MULINO MACINAZIONE CARBONE



*The Rolling Coal Mill  
With the CJC filter.*

Mulini continui per la macinazione  
del carbone .

Volume olio : 1800 litri

Olio lubrificante ISO VG320.

### **IL PROBLEMA**

Le analisi dell'olio avevano mostrato  
un contenuto elevato di particolato  
metallico e resine . Si evidenziavano  
problemi di usura meccanica.



CLEAN OIL

BRIGHT IDEAS

KARBERG & HENNEMANN

---

## LA SOLUZIONE

E' stato installato un filtro **CJC™ HDU 27/81** con cartuccia filtrante tipo **B** (grado di filtrazione **3μm assoluti**) .

## I RISULTATI

Il primo campione aveva un codice ISO 21/17/13. Dopo un mese di filtrazione il codice si era ridotto a ISO 16/15/12. Dopo 3 mesi si è ottenuto 15/13/7. Questo significa che il filtro ha eliminato il 98% delle particelle nell'olio. Le resine , inoltre , sono state totalmente eliminate dopo 3 mesi.

## COMMENTI

**Jorgen Brix Andersen , ELSAM a/s**

***“Con l’installazione dei filtri CJC sui nostri 8 mulini , abbiamo ottenuto un olio pulito . Non dobbiamo cambiare l’olio e il rischio di rotture dei cuscinetti e molto più basso. Un cambio olio costa oltre 5.000 € per mulino.”***

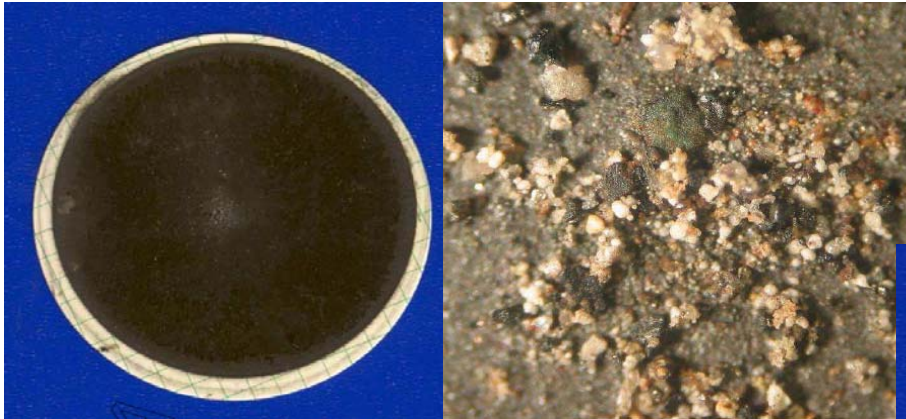


CLEAN OIL

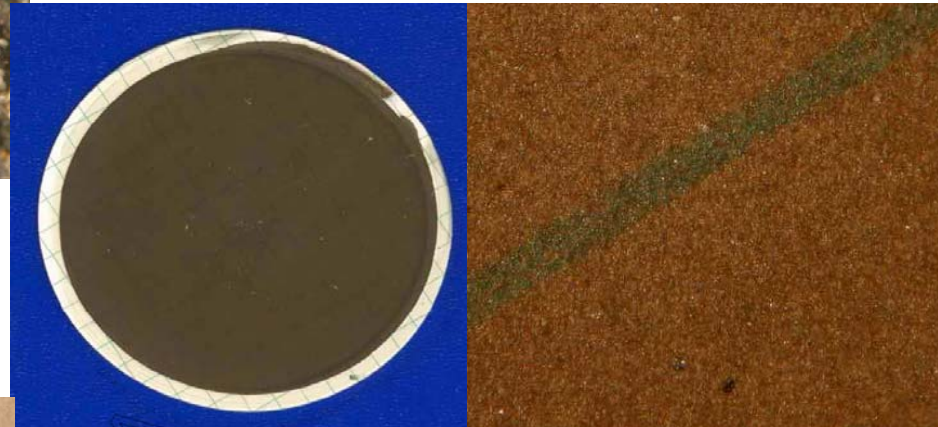
BRIGHT IDEAS

# KARBERG & HENNEMANN

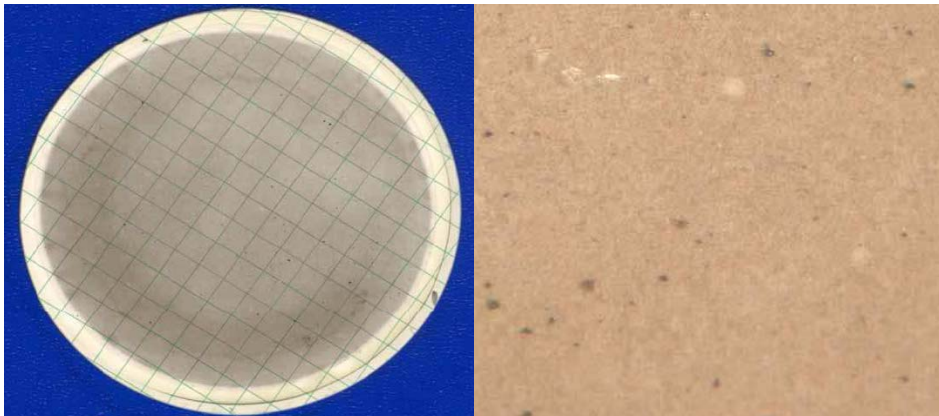
Test di filtrazione su riduttore olio mulino ( test 2006)



Iniziale ISO 22/21/19



I° settimana ISO 20/19/17



III° settimana ISO 17/16/13

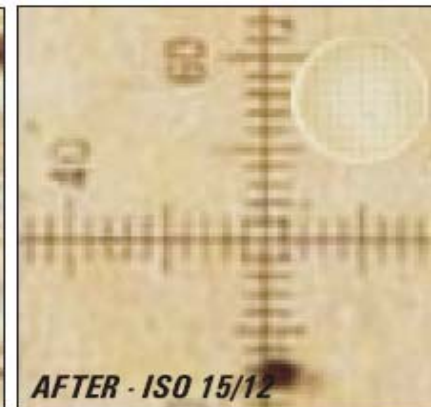


CLEAN OIL

BRIGHT IDEAS

# KARBERG & HENNEMANN

## La filtrazione dei moltiplicatori di turbine eoliche



### THE SYSTEM

Wind Turbine Gearbox.

**Manufacturer:** Tacke TW-600 CWM  
(Cold Weather Modified, 600 kW)

**Oil Type:** Castrol Optimol Optigear  
Synthetic A 320 (ISO VG 320)

**Oil Volume:** 95 gallons (approx. 360 L)

1995 Installata

1999 Revisione moltiplicatore per problemi di usura e intasamento sistema lubrificazione

1999 Installato filtro HDU 15/25

2007 Nessun segno di usura dal moltiplicatore

4 anni

8 anni





CLEAN OIL

BRIGHT IDEAS

KARBERG & HENNEMANN

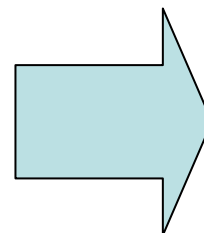
## VANTAGGI DELLA FILTRAZIONE OFFLINE CJC™

UNA AZIONE EFFICACE SU TUTTI I CONTAMINANTI

**Riduzione del contenuto di solidi nell'olio**

**Riduzione del contenuto di acqua nell'olio**

**Riduzione del contenuto di lacche e morchie**





CLEAN OIL

BRIGHT IDEAS

KARBERG & HENNEMANN

## VANTAGGI DELLA FILTRAZIONE OFFLINE CJC™

Aumento affidabilità componenti sistema

Aumento vita olio ( risparmio in acquisto e smaltimento olio )

Aumento durata filtri in linea

Aumento produttività

Diminuzione costi di manutenzione



**IL RITORNO DELL'INVESTIMENTO E'  
SOLITAMENTE DI POCHI MESI**



**CLEAN OIL**  
BRIGHT IDEAS

# KARBERG & HENNEMANN

---

GRAZIE PER L'ATTENZIONE ,



CLEAN OIL

BRIGHT IDEAS

KARBERG & HENNEMANN

---

UN MODO PER QUANTIFICARE I BENEFICI DA  
AUMENTO DELLA PULIZIA DELL'OLIO

“LEM Life Extension Method” ( Noria corp.)



CLEAN OIL

# KARBERG & HENNEMANN

		New Cleanliness Level (ISO Code)																						
		20/17		19/16		18/15		17/14		16/13		15/12		14/11		13/10		12/9		11/8		10/7		
Current Machine Cleanliness (ISO Code)	26/23	5	3	7	3.5	9	4	>10	5	>10	6	>10	7.5	>10	9	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10
		4	2.5	4.5	3	6	3.5	6.5	4	7.5	5	8.5	6.5	10	7	>10	9	>10	10	>10	>10	>10	>10	>10
	25/22	4	2.5	5	3	7	3.5	9	4	>10	5	>10	6	>10	7	>10	9	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10
		3	2	3.5	2.5	4.5	3	5	3.5	6.5	4	8	5	9	6	10	7.5	>10	9	>10	>10	>10	>10	>10
	24/21	3	2	4	2.5	6	3	7	4	9	5	>10	6	>10	7	>10	8	>10	10	>10	>10	>10	>10	>10
		2.5	1.5	3	2	4	2.5	5	3	6.5	4	7.5	5	8.5	6	9.5	7	>10	8	>10	10	>10	>10	>10
	23/20	2	1.5	3	2	4	2.5	5	3	7	3.5	9	4	>10	5	>10	6	>10	8	>10	9	>10	>10	>10
		1.7	1.3	2.3	1.5	3	2	3.7	2.5	5	3	6	3.5	7	4	8	5	10	6.5	>10	8.5	>10	>10	10
	22/19	1.6	1.3	2	1.6	3	2	4	2.5	5	3	7	3.5	8	4	>10	5	>10	6	>10	7	>10	>10	>10
		1.4	1.1	1.8	1.3	2.3	1.7	3	2	3.5	2.5	4.5	3	5.5	3.5	7	4	8	5	10	5.5	>10	8.5	8.5
	21/18	1.3	1.2	1.5	1.5	2	1.7	3	2	4	2.5	5	3	7	3.5	9	4	>10	5	>10	7	>10	10	10
		1.2	1.1	1.5	1.3	1.8	1.4	2.2	1.6	3	2	3.5	2.5	4.5	3	5	3.5	7	4	9	5.5	10	8	8
	20/17			1.3	1.2	1.6	1.5	2	1.7	3	2	4	2.5	5	3	7	4	9	5	>10	7	>10	9	9
				1.2	1.05	1.5	1.3	1.8	1.4	2.3	1.7	3	2	3.5	2.5	5	3	6	4	8	5.5	10	7	7
	19/16					1.3	1.2	1.6	1.5	2	1.7	3	2	4	2.5	5	3	7	4	9	6	>10	8	8
						1.2	1.1	1.5	1.3	1.8	1.5	2.2	1.7	3	2	3.5	2.5	5	3.5	7	4.5	9	6	6
18/15					1.3	1.2	1.6	1.5	2	1.7	3	2	4	2.5	5	3	7	4.5	>10	6	>10	6	6	
					1.2	1.1	1.5	1.3	1.8	1.5	2.3	1.7	3	2	3.5	2.5	5.5	3.7	8	5	8	5	5	
17/14									1.3	1.2	1.6	1.5	2	1.7	3	2	4	2.5	6	3	8	5	5	
									1.2	1.1	1.5	1.3	1.8	1.5	2.3	1.7	3	2	4	2.5	6	3.5	3.5	
16/13											1.3	1.2	1.6	1.5	2	1.7	3	2	4	3.5	6	4	4	
											1.2	1.1	1.5	1.3	1.8	1.5	2.3	1.8	3.7	3	4.5	3.5	3.5	
15/12													1.3	1.2	1.6	1.5	2	1.7	3	2	4	2.5	2.5	
													1.2	1.1	1.5	1.4	1.8	1.5	2.3	1.8	3	2.2	2.2	
14/11															1.3	1.3	1.6	1.6	2	1.8	3	2	2	
															1.3	1.2	1.6	1.4	1.9	1.5	2.3	1.8	1.8	
13/10																	1.4	1.2	1.8	1.5	2.5	1.8	1.8	
																	1.2	1.1	1.6	1.3	2	1.6	1.6	

Based on ISO 4406:99 - 4 Million range number has been omitted.



CLEAN OIL

BRIGHT

# KARBERG & HENNEMANN

## New Cleanliness Level (ISO Code)

		20/17		19/16		18/15		17/14		16/13		15/12		14/11		13/10	
26/23		5	3	7	3.5	9	4	>10	5	>10	6	>10	7.5	>10	9	>10	>10
		4	2.5	4.5	3	6	3.5	6.5	4	7.5	5	8.5	6.5	10	7	>10	9
25/22		4	2.5	5	3	7	3.5	9	4	>10	5	>10	6	>10	7	>10	9
		3	2	3.5	2.5	4.5	3	5	3.5	6.5	4	8	5	9	6	10	7.5
24/21		3	2	4	2.5	6	3	7	4	9	5	>10	6	>10	7	>10	8
		2.5	1.5	3	2	4	2.5	5	3	6.5	4	7.5	5	8.5	6	9.5	7
23/20		2	1.5	3	2	4	2.5	5	3	7	3.5	9	4	>10	5	>10	6
		1.7	1.3	2.3	1.5	3	2	3.7	2.5	5	3	6	3.5	7	4	8	5
22/19		1.6	1.3	2	1.6	3	2	4	2.5	5	3	7	3.5	8	4	>10	5
		1.4	1.1	1.8	1.3	2.3	1.7	3	2	3.5	2.5	4.5	3	5.5	3.5	7	4
21/18		1.3	1.2	1.5	1.5	2	1.7	3	2	4	2.5	5	3	7	3.5	9	4
		1.2	1.1	1.5	1.3	1.8	1.4	2.2	1.6	3	2	3.5	2.5	4.5	3	5	3.5
20/17				1.3	1.2	1.6	1.5	2	1.7	3	2	4	2.5	5	3	7	4
				1.2	1.05	1.5	1.3	1.8	1.4	2.3	1.7	3	2	3.5	2.5	5	3
19/16						1.3	1.2	1.6	1.5	2	1.7	3	2	4	2.5	5	3
						1.2	1.1	1.5	1.3	1.8	1.5	2.2	1.7	3	2	3.5	2.5
18/15		Hydraulics and Diesel Engines		Rolling Element Bearings				1.3	1.2	1.6	1.5	2	1.7	3	2	4	2.5
								1.2	1.1	1.5	1.3	1.8	1.5	2.3	1.7	3	2
17/14		Journal Bearings and Turbo Machinery		Gear Boxes and Other						1.3	1.2	1.6	1.5	2	1.7	3	2
										1.2	1.1	1.5	1.3	1.8	1.5	2.3	1.7
16/13												1.3	1.2	1.6	1.5	2	1.7
												1.2	1.1	1.5	1.3	1.8	1.5
15/12																	

Sistema idraulico

(pressa iniez. plastica)

Prima ISO 18/16

Dopo ISO 13/10

Current Machine Cleanliness (ISO Code)



CLEAN OIL

BRIGHT

# KARBERG & HENNEMANN

Riduttore

(mulino)

Prima ISO 21/19

Dopo ISO 16/13

## New Cleanliness Level (ISO Code)

Current Machine Cleanliness (ISO Code)	20/17		19/16		18/15		17/14		16/13		15/12		14/11		13/10	
	26/23	5	3	7	3.5	9	4	>10	5	>10	6	>10	7.5	>10	9	>10
	4	2.5	4.5	3	6	3.5	6.5	4	7.5	5	8.5	6.5	10	7	>10	9
25/22	4	2.5	5	3	7	3.5	9	4	>10	5	>10	6	>10	7	>10	9
	3	2	3.5	2.5	4.5	3	5	3.5	6.5	4	8	5	9	6	10	7.5
24/21	3	2	4	2.5	6	3	7	4	9	5	>10	6	>10	7	>10	8
	2.5	1.5	3	2	4	2.5	5	3	6.5	4	7.5	5	8.5	6	9.5	7
23/20	2	1.5	3	2	4	2.5	5	3	7	3.5	9	4	>10	5	>10	6
	1.7	1.3	2.3	1.5	3	2	3.7	2.5	5	3	6	3.5	7	4	8	5
22/19	1.6	1.3	2	1.6	3	2	4	2.5	5	3	7	3.5	8	4	>10	5
	1.4	1.1	1.8	1.3	2.3	1.7	3	2	3.5	2.5	4.5	3	5.5	3.5	7	4
21/18	1.3	1.2	1.5	1.5	2	1.7	3	2	4	2.5	5	3	7	3.5	9	4
	1.2	1.1	1.5	1.3	1.8	1.4	2.2	1.6	3	2	3.5	2.5	4.5	3	5	3.5
20/17			1.3	1.2	1.6	1.5	2	1.7	3	2	4	2.5	5	3	7	4
			1.2	1.05	1.5	1.3	1.8	1.4	2.3	1.7	3	2	3.5	2.5	5	3
19/16					1.3	1.2	1.6	1.5	2	1.7	3	2	4	2.5	5	3
					1.2	1.1	1.5	1.3	1.8	1.5	2.2	1.7	3	2	3.5	2.5
18/15	Hydraulics and Diesel Engines		Rolling Element Bearings				1.3	1.2	1.6	1.5	2	1.7	3	2	4	2.5
							1.2	1.1	1.5	1.3	1.8	1.5	2.3	1.7	3	2
17/14	Journal Bearings and Turbo Machinery		Gear Boxes and Other						1.3	1.2	1.6	1.5	2	1.7	3	2
									1.2	1.1	1.5	1.3	1.8	1.5	2.3	1.7
16/13											1.3	1.2	1.6	1.5	2	1.7
											1.2	1.1	1.5	1.3	1.8	1.5
15/12																