

# Sperimentazione apparato per determinazione contaminazione solida nei combustibili avio



*F-35 Joint Strike Fighter*

Assemblea Plenaria Prove Interlaboratorio Prodotti petroliferi - Unichim  
Falconara 13.04.2011

*T.Col. G.A.r.n. Gianluca MODESTI*

# CENTRO SPERIMENTALE di VOLO (CSV) Pratica di Mare - Pomezia (Roma)



Certificata ISO 9001 vision 2000

SINCERT

UNAVIA  
SINCERT



Capo di Stato Maggiore AM

Comandante Logistico A.M.

Comandante CSV





# Reparto Chimico

## Compiti Principali

Condurre studi e sperimentazioni con metodologie chimico-fisico-tecnologiche, su materiali strutturali e di consumo di interesse aeronautico e spaziale per verificarne le caratteristiche tecniche e gli sviluppi di impiego.

Effettuare perizie su materiali strutturali e di consumo a seguito di incidenti o inconvenienti di volo su velivoli militari e, su richiesta della Magistratura, su velivoli civili.



# Sperimentazione



Valutazione di impiegabilità di un  
apparato per la  
determinazione della contaminazione solida  
nel combustibile di impiego aeronautico  
nei depositi combustibile ed in linea volo.



# I CONTAMINANTI NEL COMBUSTIBILE DI IMPIEGO AERONAUTICO



- Particolato Solido
- Acqua
- Prodotti derivanti dal metabolismo di microrganismi
- Miscelazione con altri prodotti



# Sicurezza del Volo



Tutti i materiali di consumo avio direttamente connessi con la funzionalità del mezzo aereo devono pervenire incontaminati al velivolo.

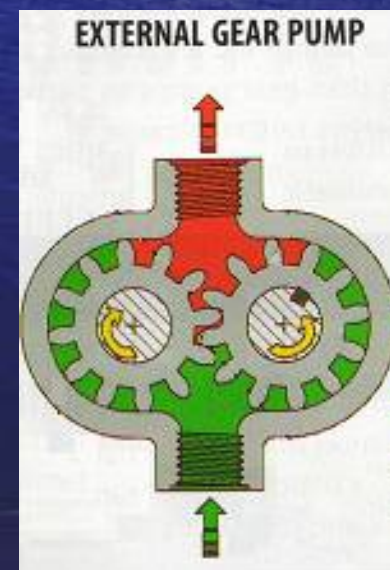
La presenza di contaminazione può portare ad inconvenienti, malfunzionamenti ed avarie in grado di compromettere seriamente la Sicurezza Volo.



# Il particolato nel cherosene



- Il controllo del particolato è effettuato per valutare l'eventuale contaminazione di corpi estranei (particolato) dovuta:
  - a fattori inquinanti ambientali;
  - ad anomalie dell'impianto.
- Le particelle possono occludere spazi interstiziali, causando temporanei o permanenti danni al sistema.
- La conseguenza di un'eccessiva quantità di particelle solide può avere conseguenze catastrofiche.

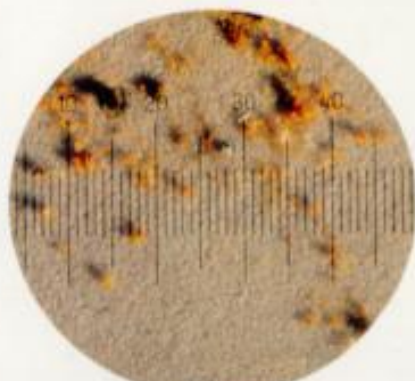




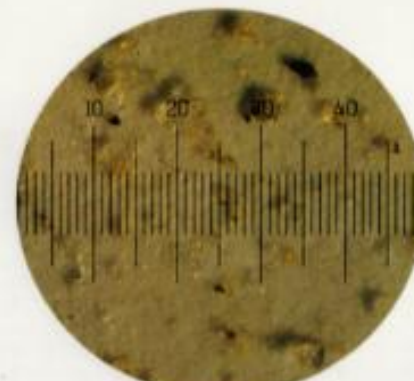
# La contaminazione da particolato

Ruggine

Stoccaggio in contenitori metallici in presenza di acqua



**RUST**



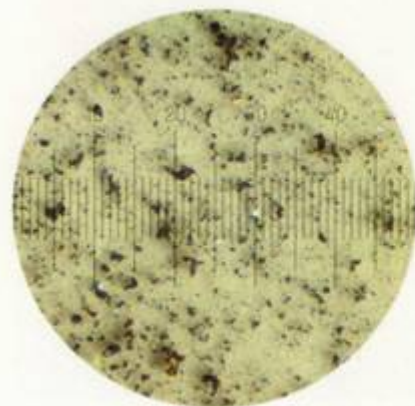
**SILICA**

Sabbia polvere

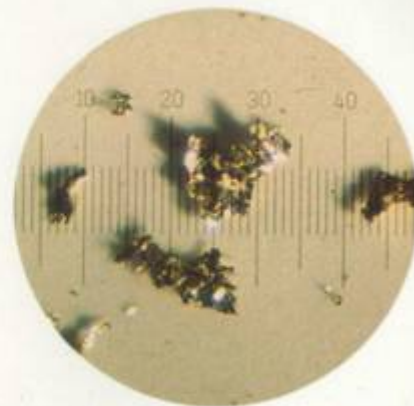
Contaminazione atmosferica ed ambientale

Particelle metalliche ferrose ossidate

Fatica del sistema



**BLACK METAL**



**BRIGHT METAL**

Particelle a rilucenza metallica

Metalli distaccati per usura impianto

La contaminazione dei combustibili avio





# Il particolato nel cherosene





# Specifiche - Jet Fuel Jet A1 / JP8

**ASTM D-1655 -09**

**DEF STAN 91-91 Iss 7 febbraio 2011**

**Check List – IATA – Combination of the Above**

**AFQRJOS (Aviation Fuel Quality Requirements for Jointly Operated Systems)**

**IATA Guidance Material for Aviation Turbine Fuel Part III Cleanliness and Handling**

**AER-M-C.141e**



**MIL-DTL-83133F**

**NATO STANAG 3149 Ed 10 Minimum Quality Surveillance of Petroleum Products**

**CLA-NL-4130-0001-00B00 NORME SUL SERVIZIO P.O.L. AVIO**





## Situazione Attuale

### Aspetto e Determinazione Gravimetrica



#### Limiti:

C&B

L'occhio umano è in grado di rilevare soltanto particelle  $>40 \mu\text{m}$  a meno che in quantità abnorme.

Gravimetria

L'analisi gravimetrica non consente di conoscere in tempo reale l'effettiva assenza di contaminazione.

Non informa sul tipo di particelle

Filtration Time

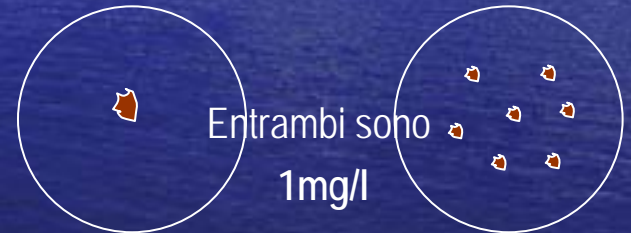
Il tempo di filtrazione richiede strumentazione da laboratorio.



**Clear & Bright  
(ASTM D-4176)**



**Det. Gravimetrica  
(ASTM D-5452/ASTM-2276)**





Metodi sviluppati per la Normativa Britannica 91-91/iss7 :

IP 564 – ACM20 Parker Hannifin

IP 565 – AvCount Stanhope Seta

IP 577 – S40 AVTUR Pamas

**RICHIESTI IN FASE DI FORNITURA**

**SOSTITUIRANNO LA PROVA MILLIPORE ALLA PRIMA OCCASIONE UTILE**

Determinano le particelle solide nel range da 4 a 30  $\mu\text{m}$  (c)

mediante conteggi cumulativi / mL

$\geq 4$ ;  $\geq 6$  ;  $\geq 14$  ;  $\geq 21$  ;  $\geq 25$  ;  $\geq 30$   $\mu\text{m}$  (c)

Risultati sono rappresentati sia come

conteggi cumulativi che come scale ISO 4406 1999



# ISO 4406-1999



Number of particles per mL		Scale number
More than	Up to and including	
20 000	40 000	22
10 000	20 000	21
5 000	10 000	20
2 500	5 000	19
1 300	2 500	18
640	1 300	17
320	640	16
160	320	15
80	160	14
40	80	13
20	40	12
10	20	11
5	10	10
2,5	5	9
1,3	2,5	8
0,64	1,3	7

La contaminazione dei  
combustibili avio



# Sperimentazione



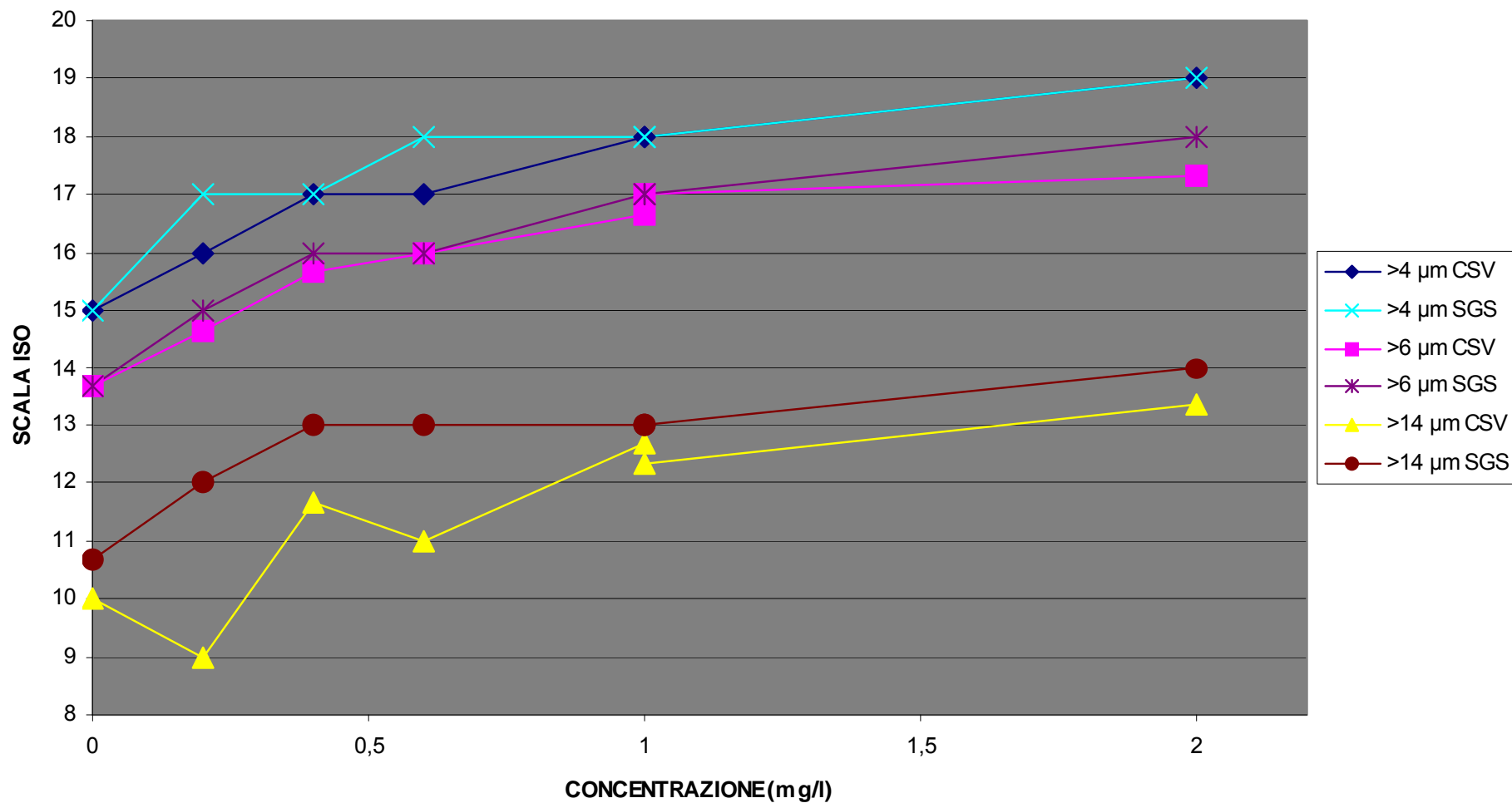
- Valutazione di impiegabilità in laboratorio, nei depositi combustibile ed in linea volo.
- La strumentazione risponde alla metodica IP 564 e possiede requisito "Zone 2" antideflagrante EN/IEC 60079-10.
- Sono stati usati di materiali di riferimento certificati (ISO MTD).
- Sono state effettuate prove di correlazione con il metodo da laboratorio attualmente impiegato in ambito nazionale.
- Sono state effettuate misurazioni in laboratorio AM, in laboratorio SGS Napoli ed infine in linea volo.



# Distribuzione Particellare



CORRELAZIONE MGL VS SCALA ISO





### Scelta del range di calibrazione :

Preparazione soluzioni standard

(6 livelli di concentrazione x 3 repliche indipendenti)

Lettura



Calcoli



### Trattamento statistico

#### Test normalità ed omogeneità della varianza

1. Test di normalità di Shapiro-Wilks per ogni singolo livello
2. Test di anomalia di Dixon per ogni singolo livello
3. Test dell'omogeneità della varianza tra i livelli con il Test di Cochran
4. Test dell'omogeneità della varianza tra i livelli con il Test di Hartley
5. Test dell'omogeneità della varianza tra i livelli con il Test della varianza minima



### Costruzione curva di calibrazione

1. Calcolo modelli di regressione (lineare/linearizzato/polinomiale)
2. Analisi dei residui di regressione
3. Scelta del modello
4. Valutazione della significanza del passaggio per lo zero
5. Verifica della linearità del modello (Test di Mandel)
6. Test del Lack of fit



### Descrizione dell'intervallo operativo della curva

Definizione dell'intervallo massimo per il quale è soddisfatta la relazione di regressione



### Descrizione degli intervalli di accettabilità per i parametri della curva

$R^2$  minimo / Analisi dei residui / Test del Lack of fit





# Relazione segnale / contaminazione

L'elaborazione dei dati sperimentali ha mostrato una relazione di tipo quadratico del seguente tipo:

per il canale 4  $\mu\text{m}$

$$Y = 15.18 + 3.97 X - 1.04 X^2$$

per il canale 6  $\mu\text{m}$

$$Y = 13.83 + 4.38 X - 1.32 X^2$$

per il canale 14  $\mu\text{m}$

$$Y = 9.42 + 3.96 X - 0.99 X^2$$



# Valori soglia determinati

Contaminazione nota = 1 mg/l

Canale	Scala ISO
4 $\mu\text{m}$	18
6 $\mu\text{m}$	17
14 $\mu\text{m}$	12





# Conclusioni

- I risultati della sperimentazione consentono di affermare che lo strumento, oggetto dello studio, è impiegabile per il controllo della contaminazione sia in fase di approvvigionamento che di distribuzione del combustibile avio.
- I tempi di analisi contenuti e possibilità di effettuare determinazioni affidabili senza campionamenti da inviare in un laboratorio attrezzato.
- La possibilità di impostare segnalazioni visive e/o acustiche ad un valore cautelativo corrispondente al limite attualmente in vigore di contaminazione ammessa (1 mg/l), e la certificazione Zona 2 (antideflagrante), consente di impiegare l'apparato sperimentato, sia in laboratorio che in linea volo.
- La facilità di impiego, la solidità, nonché il peso e le dimensioni contenute potrebbero consigliarne l'adozione anche in Operazioni Fuori dai Confini Nazionali.



# Sviluppi futuri



- Sperimentazioni su altri apparati rispondenti alla specifica.
- Raccolta dati di forniture Aeronautiche con Gravimetrica e Conta Automatica.

*Grazie dell'attenzione!*

*T.Col. G.A.r.n. Gianluca MODESTI*

