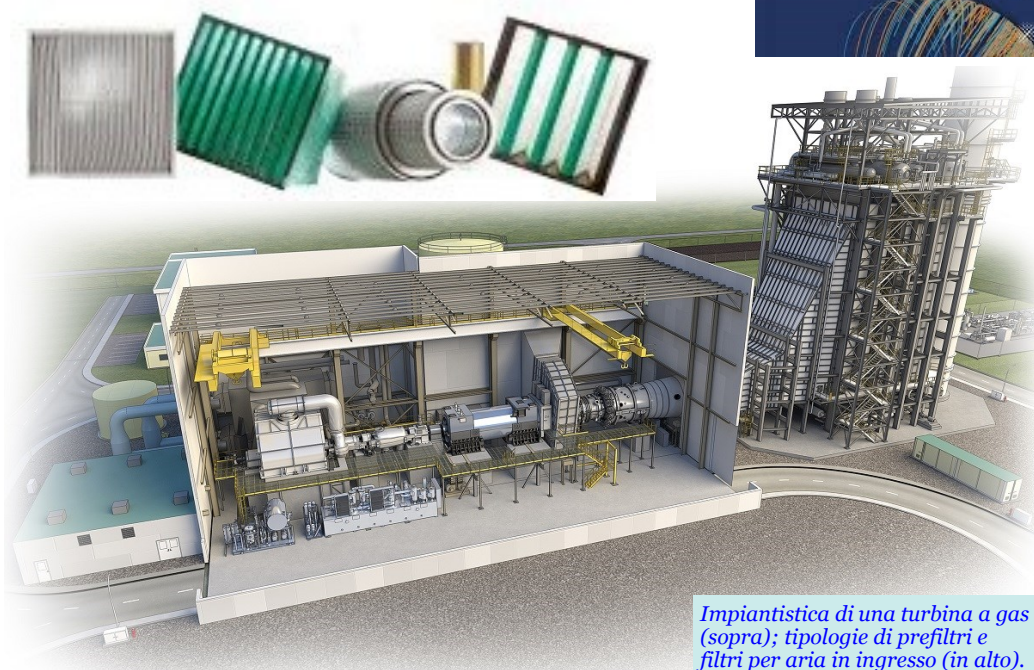




## I filtri per aria di ingresso nelle turbine a gas



Impiantistica di una turbina a gas (sopra); tipologie di prefiltri e filtri per aria in ingresso (in alto).

### Test prestazionali e affidabilità dei sistemi GT

Questo numero tematico affronta l'argomento della qualità dell'aria attraverso gli elementi filtranti destinati al settore delle turbomacchine. Si tratta di raccomandazioni generali per i sistemi di ingresso dell'aria delle turbine a gas. Per consultazione e dettagli, si prega di contattare l'ufficio tecnico [tech@ctscm.it](mailto:tech@ctscm.it)



L'aria pulita è vitale per tutti i processi di combustione. La principale funzione di un sistema di filtrazione d'ingresso è proteggere la turbina a gas dagli agenti inquinanti presenti nell'aria, poiché l'ingresso di particelle può causare danni costosi come erosione, corrosione e incrostazioni.

L'erosione è un degrado permanente, causato principalmente da particelle grossolane, mentre la corrosione è causata dal sale in combinazione con lo zolfo e dalle alte temperature.

Particelle più piccole causano l'incrostazione delle pale della turbina e quindi influenzano un rendimento prestazionale negativo.

Un effetto secondario è un aumento delle temperature, poiché l'efficacia del trasferimento di calore è ridotta e, in definitiva, la durata operativa della sezione calda. La captazione efficace di particolato e sale aeroportati è quindi di vitale importanza per un funzionamento lungo ed efficiente. Se non vengono rimosse adeguatamente dal sistema di ingresso, le particelle costringono gli operatori a lavare più frequentemente l'acqua del compressore, con un lavaggio in linea non necessario o durante costose fermate di impianto.

È anche importante capire la complessità della differenziazione dei filtri dell'aria. La maggior parte dei filtri aria rimane in un sistema per mesi o addirittura anni. Durante questo periodo, il filtro sarà sottoposto a diversi cambiamenti ambientali come le variazioni di temperatura, umidità, velocità del flusso d'aria e l'accumulo di particelle. Per evitare questo, e assicurarsi che i filtri resistano alle gravi condizioni di vita reale una volta in funzione; tutti i filtri per turbogas devono essere sviluppati e testati presso laboratori di prova indipendenti.

#### In questo numero:

- Tipi di filtri a tasche rigide per turbogas e turbomacchine: 4V-292 e 3V-450 mm
- Test prestazionali comparativi e prove di durata
- Nuova ISO 16890 e revisione di EN 1822: prove di tipo a scopo di certificazione (normativi)
- Test opzionali diversi (informativi)

#### Nel prossimo numero:

- Cappe da chimica: la nuova UNI/TS 11710:2018

# Tipi di filtri a tasche rigide per turbine a gas e turbomacchine: scelta tra compact 4V-292mm oppure 3V-450mm ...

Clean Tech System attraverso CTS Laboratori di Prova Filtri indipendenti ha concluso una campagna di test comparativi su elementi filtranti multidiedri destinati al settore delle turbomacchine.

I 2 campioni hanno la stessa classificazione oltre a requisiti omogenei di fabbricazione del pacco filtrante ma con forma costruttiva rispettivamente 4V-292mm e 3V-450mm. Questi filtri per l'aria per installazione in ingresso nella cosiddetta "camera filtro" soddisfano i requisiti costruttivi dei nuovi modelli di turbine a gas con massimo rendimento prestazionale e ottimizzazione dei costi operativi.

Dal 2017 i costruttori di turbomacchine devono fornire filtri certificati secondo la nuova ISO 16890 o alla revisione della EN 1822-1, il che previene microincrostazioni nel motore ma può avere altre controindicazioni. Le perdite di carico potrebbero aumentare, riducendo la produzione di energia; un'altra conseguenza potrebbe essere un maggior consumo di carburante senza migliorarne il rendimento.

Filtro d'aria 4V-292mm



Filtro d'aria 3V-450mm



## Forme costruttive sottoposte a test fluidodinamici per l'ottimizzazione aeraulica e la maggiore sicurezza

Per i filtri a tasche rigide, i cosiddetti multidiedri compact, al fine di evitare che i pacchi filtranti si gonfino o collassino durante i picchi di perdita di carico, sono dotati sul lato uscita aria di reti di protezione che riducono la pressione: 4V-292mm (stirate metalliche maglia stretta), i filtri 3V-450mm (rete plastica a maglia larga). L'applicazione di una guarnizione in trafilato neoprenico posteriormente alla flangia frontale e la sigillatura perimetrale del pacco filtrante prevengono il bypass dell'aria; un fenomeno molto frequente nei comuni filtri per l'aria in ingresso, a causa del quale particelle submicroniche di sale e polveri riescono a

passare attraverso il filtro provocando danneggiamenti come grippaggi e usure. Le geometrie delle pieghe è stata ottimizzata attraverso un programma di calcolo mediante un codice di calcolo e un pre-processor (in grado di modellare più fedelmente superfici complesse) si è indagato sui filtri d'aria per ottimizzare il passo delle pieghe in funzione dell'altezza del pacco plissettato; e successivamente in scala 1:1 nel tun-

nel di prova filtri attraverso i rigorosi test "normativi" della ISO 16890.

In questo modo sono state realizzate le prove di tipo e caratterizzati i requisiti prestazionali per la scelta migliore negli ambienti a terra, costieri e off-shore, nei settori della produzione di energia, del gas e petrolifero, dove i filtri sono essenziali per l'aria di ingresso per il funzionamento delle turbine a gas e delle altre turbomacchine.

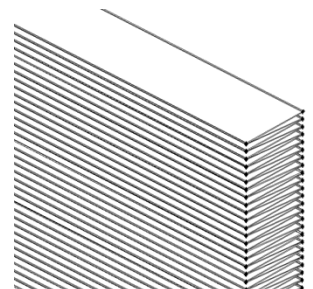


Impianto su piattaforma offshore

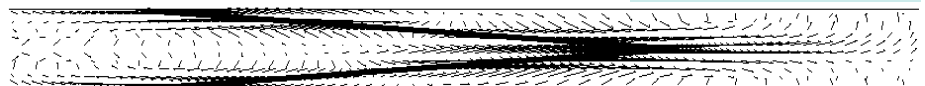
Questi filtri specifici per turbo gas hanno una profondità pari a 292mm (4 diedri) oppure 450mm (3 diedri) con Rispettivamente 18 e 32 metri quadrati di materiale filtrante per ogni singolo multidiedro.

I 2 filtri campione sono stati sottoposti a "prova di tipo" a scopo comparativo e classificati in accordo con la norma ISO 16890 (vedi pagina 3 a lato) nonché eseguita la loro caratterizzazione aeraulica di caduta di pressione allo scopo di valutare la differenza operativa delle prestazioni e poter stimare la durata in proporzione alla superficie filtrante attiva ovvero quella "efficace".

L'attenta analisi di tali dati e la valutazione del luogo di installazione della turbina a gas (per valutare il tipo di contaminanti presenti e loro periodicità) contribuisce a fornire una indicazione sulla migliore soluzione in termini di forma costruttiva ed efficienza di filtrazione.



Modellazione delle superfici delle pieghe attraverso un programma di calcolo.





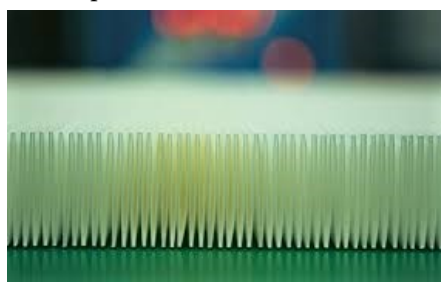
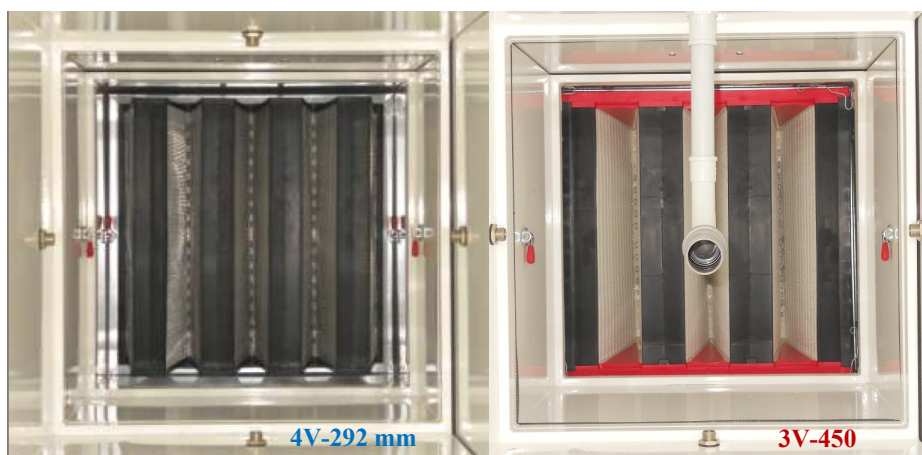
## Test comparativi tra 2 elementi filtranti compatti a tasche rigide rispettivamente a 4 e 3 diedri nelle profondità 292 e 450 mm

Presso il Laboratorio di Prova Filtri per Aria ([ctslab.eu](http://ctslab.eu)) di Clean Tech System è stata condotta una campagna di prove comparative tra 2 tipi di elementi filtranti a tasche rigide 3V-292 e 4V-450 mm.

Per entrambi i campioni si è selezionato uno stesso tipo di carta filtrante "low porosity" a densità progressiva e sottoposti ad una medesima plissettatura con fili distanziatori termoplastici.

Allo stesso modo si è stabilito uno specifico spessore di pacco filtrante ed uno stesso passo di mini-pleat (N° di pieghe per dm) regolare e costante.

I pacchi filtranti sono poi stati assemblati all'interno di uno specifico multidiedro (3V e 4V) in polimero plastico e sigillati completamente su tutto il perimetro insieme alle reti di protezione sul lato uscita aria come detto in precedenza.



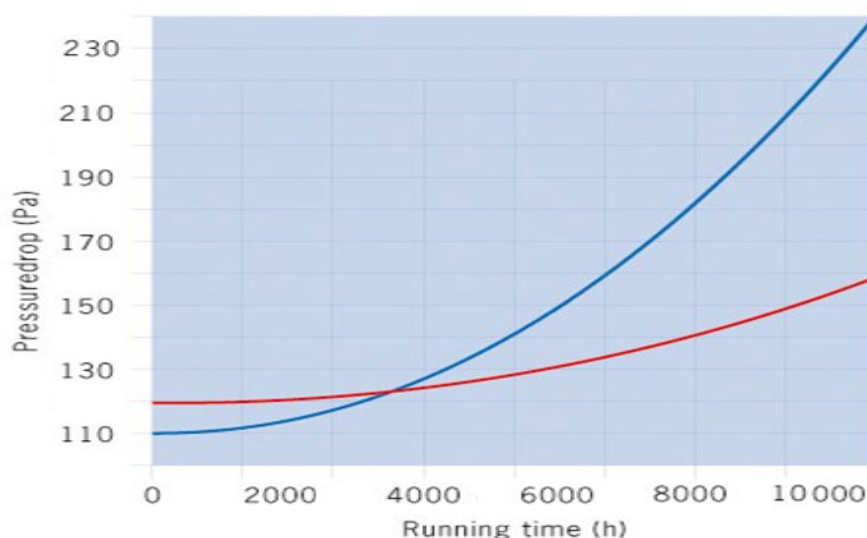
Gli elementi filtranti sono stati poi dotati di una guarnizione poliuretanicca di battuta per assicurare la perfetta tenuta. Nelle figure a destra sono riportate le caratteristiche tecniche dei 2 filtri a tasche rigide sottoposti a prova di tipo a scopo di certificazione unitamente ai risultati dei test in accordo con la nuova norma **ISO 16890** entrata definitivamente in vigore in Italia dal 1° luglio 2018 con ritiro contestuale della vecchia EN 779.

Tipologia del filtro	4V-292 mm	3V-450 mm
Medium filtrante	Carta di fibra di vetro	Carta di fibra di vetro
Test elettro scaricato	Si	Si
Superficie filtrante	18 m <sup>2</sup>	32 m <sup>2</sup>
Portata d'aria	3400 m <sup>3</sup> /h	3400 m <sup>3</sup> /h
Perdita di carico iniz.	107 Pa	114 Pa
Classe EN 779	F7	F7
Classe ISO 16890	ePM1 75%	ePM1 75%
Emin PM1	73%	72%
Em PM1	76%	75%
Emin PM2.5	79%	78%
Em PM2.5	82%	80%
Em PM10	91%	91%

### Confronto di durata nel tempo attraverso test in sito nelle reali condizioni operative



Contenitore di scarica del filtro mediante vapore saturo di IPA (camera aperta).



La Dust Holding Capacity (DHC) non è un parametro che rappresenta la capacità di accumulo polvere reale, si è quindi fatto un test di durata in sito nelle condizioni operative effettive.

**L'angolo del Direttore**



**Nuova ISO 16890-2017 ed EN 1822-2018 rev. Test prestazionali a scopo di certificazione di tipo**

La determinazione aggiornata della classe di efficienza frazionaria nei confronti rispettivamente del PM10, PM2,5, PM1 ed MPPS per i filtri ad alta efficienza di grado E richiede una nuova certificazione di tipo. Per i filtri a media efficienza nei confronti dei differenti ePM, per i filtri ad alta efficienza EPA, in quanto non c'è più l'obbligo del collaudo ondividuale da parte dei fabbricanti ed inoltre oerchè ora è richiesta anche la "scarica" elettrostatica. Per classificare l'efficienza frazionaria e veicolare il filtro all'interno della Comunità Europea - a partire dal 1° luglio 2018 in Italia - è necessario eseguire i test di certificazione applicando le nuove norme:

- **ISO 16890-1:** Specifiche tecniche, requisiti e sistema di classificazione dell'efficienza basato sul particolato (PM)  
 - **ISO 16890-2:** Misura dell'efficienza frazionaria e della resistenza al flusso dell'aria.  
 - **ISO 16890-4:** Metodo di condizionamento per determinare l'efficienza frazionaria minima.

- **EN 1822-1 rev.:** Filtri per l'aria ad alta efficienza (EPA, HEPA e ULPA) - Parte 1: Classificazione, prove di prestazione, marcatura.

Come evidenziato in precedenza non è più richiesto simulare l'invecchiamento con polvere artificiale Ashrae non corrispondente a quella presente in natura. Allo stesso modo non è verosimile per i filtri una perdita di carico finale di 450 Pa. Infatti attualmente non è necessario misurare la cosiddetta "Dust Holding Capacity" che è un valore fuorviante su polvere ISO Fine non corrispondente alle reali condizioni di funzionamento.

Va detto che oggi l'uso di tale polvere è consigliata come opzione solo dall'associazione europea dei costruttori aeraulici

**Test opzionali diversi a scopo informativo**

**Test di arrestanza gravimetrica su prefiltri coarse**

Metodo "coarse mode" per elementi sgrassatori con rendimento inferiore al 50% per il PM10 (distribuzione di massa o volume delle particelle maggiori di 2,5 µm). Si può applicare la norma:

- **ISO 16890-3:** Determinazione dell'efficienza e della resistenza al flusso dell'aria in funzione della massa di polvere di prova trattenuta.

**Test vibrazionale**

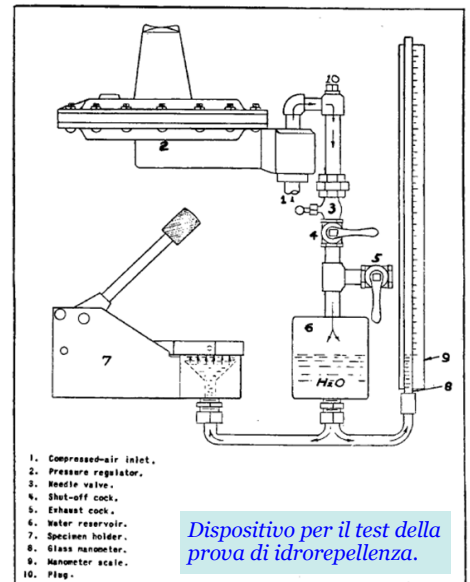
Riferito al MIL-STD 167-1 si deve eseguire un test di efficienza frazionaria prima e dopo lo shock vibrazionale, l'incremento di penetrazione deve essere inferiore al 5%.

*Test di efficienza frazionaria su un prefiltro per PM10.*



(Eurovent) ma ciò che non ha status di norma.

Il CTI/CT 242 ha proposto al CEN una nuova polvere che riproduca condizioni di prova più vicine alla realtà attraverso il progetto "Reproducing a Representative Urban Atmospheric Aerosol Distribution at High Concentration in the Laboratory for Air Filter Ageing", che potrà divenire norma presumibilmente solo nel 2025.



*Dispositivo per il test della prova di idrorepellenza.*

**Test di integrità pressoria**

Attraverso un nebulizzatore, inserito nel tunnel di prova, si incrementa sul filtro campione la perdita di carico fino al valore di 3000 e/o 6500 Pa.

**Test di idrorepellenza**

Riferito al MIL-STD 282 si esegue utilizzando l'attrezzatura rappresentata nella figura sopra illustrata.

**Test ad alta umidità**

Si porta l'umidità relativa nel tunnel di prova al 95% (+/-5%) mantenendola per 50h come indicato nella figura rappresentata in basso a sinistra.

*Rappresentazione grafica del test ad alta umidità sul filtro campione in prova.*

