



Energie, carburanti
e servizi per la mobilità
VeronaFiere
11-13 ottobre 2016

**Qualità dell'aria e combustibili: rispetto dell'ambiente, tutela della concorrenza,
sostenibilità economica**
Verona Fiere 12 Ottobre 2016

“Analisi di emissioni gassose convogliate di una caldaia alimentata con differenti tipologie di gasolio”

Paolo Vigo
[**vigo@unicas.it**](mailto:vigo@unicas.it)



SCENARIO



I risultati che andiamo a presentare sono frutto di una Ricerca fortemente sostenuta da ASSOPETROLI (un grazie al Presidente Rossetti ed al neo Presidente di Unindustria Frosinone Turriziani è dovuto!) che di concerto con la Regione Lazio e la sua Partecipata PALMER hanno voluto supportare con dati sperimentali le ipotesi decisionali da intraprendere in campo ambientale.

Da evidenziare è inoltre la disponibilità e l'armonia che hanno caratterizzato lo svolgersi dei lavori in collaborazione con la ex Stazione Sperimentale dei Combustibili oggi Innovhub Stazioni Sperimentali per l'Industria



Introduzione alla problematica



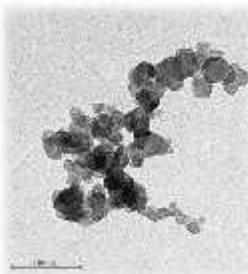
L'aerosol atmosferico è una sospensione metastabile di particelle di varie dimensioni e composizione. Per dare ai non addetti un'idea delle dimensioni in gioco, se una nanoparticella avesse le dimensioni di una pallina da golf, le polveri sottili sarebbero grandi come il Colosseo!!!!



basketball



PM₁₀



nanoparticella



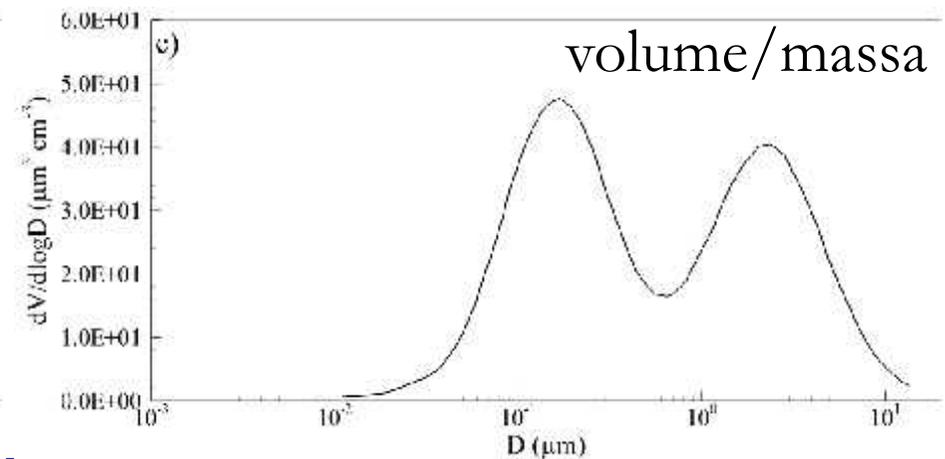
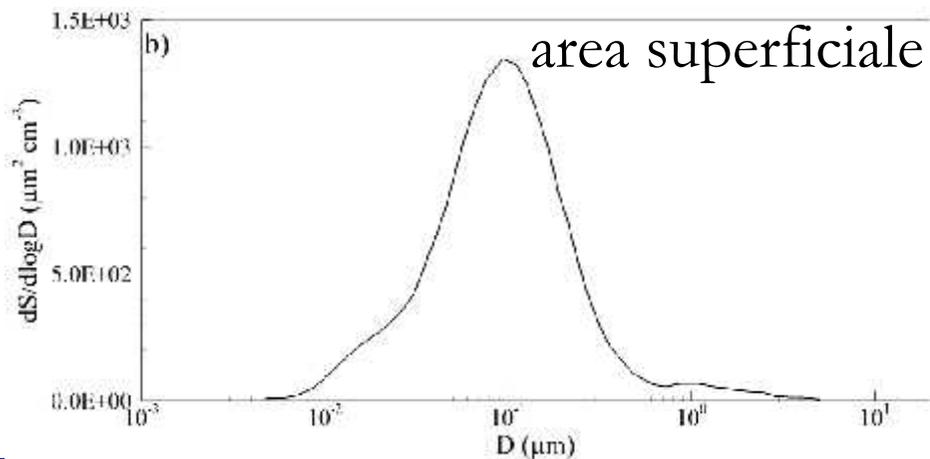
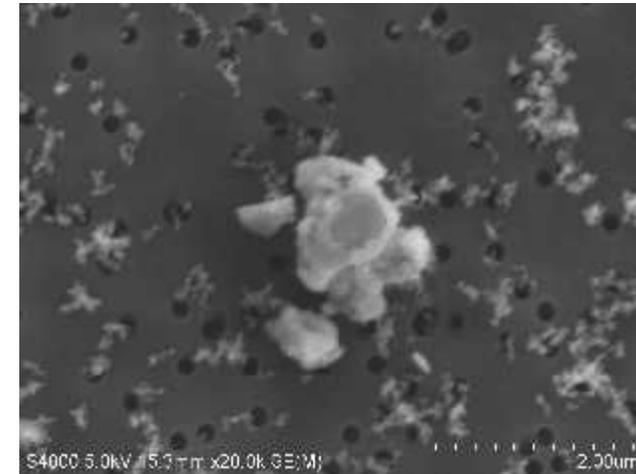
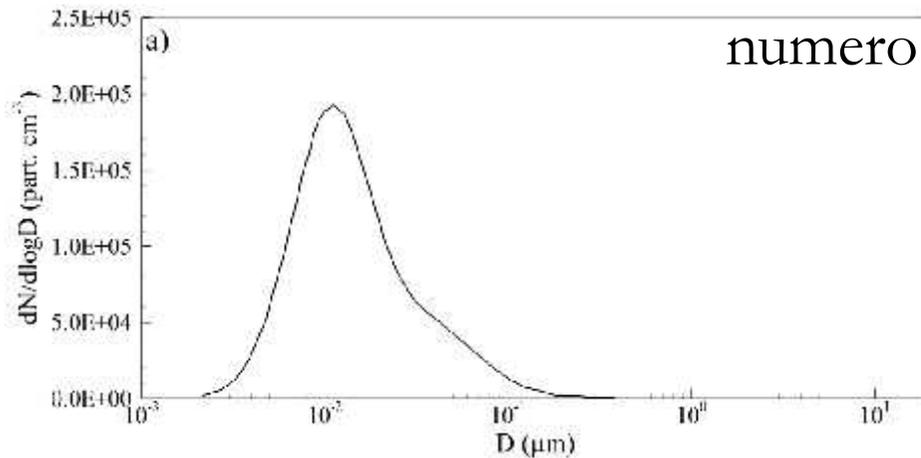
- PM₁₀ – D_{eq} < 10 μm
- polveri grossolane (PM₁₀-PM_{2.5})
- polveri fini (PM_{2.5}) – D_{eq} < 2.5 μm
- PM₁ – D_{eq} < 1 μm
- polveri ultrafini - D_{eq} < 0.1 μm (100 nm)
- nanoparticelle – D_{eq} < 0.050 μm (50 nm)



Distribuzione delle polveri in atmosfera

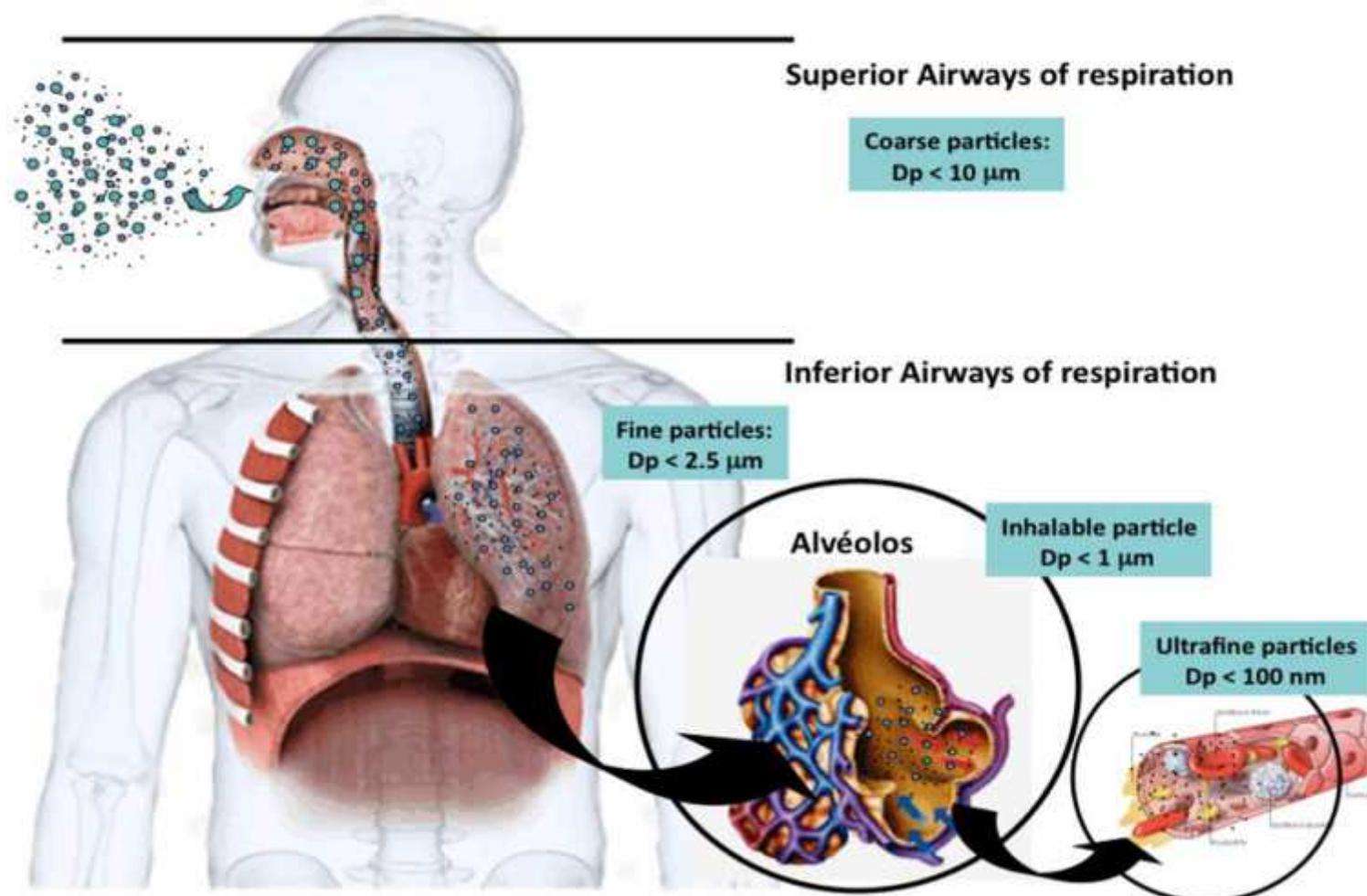


Nell'aerosol atmosferico è possibile ragionare in termini di numero (ultrafini), area superficiale o volume/massa (PM)



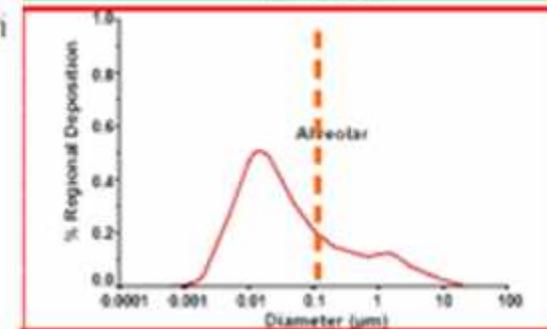
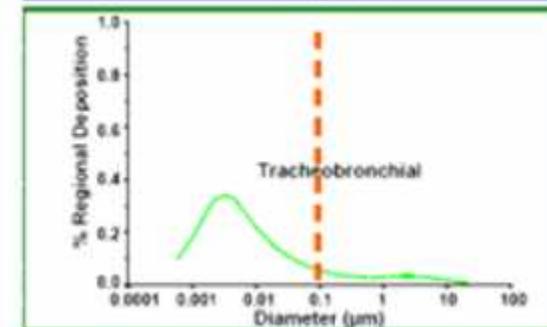
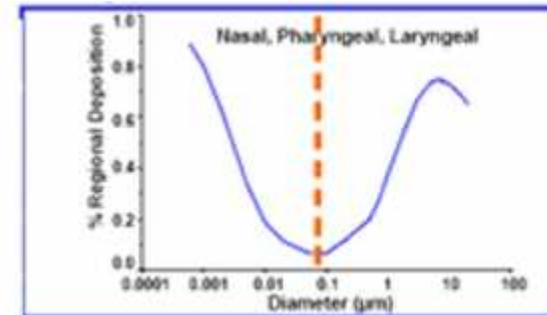
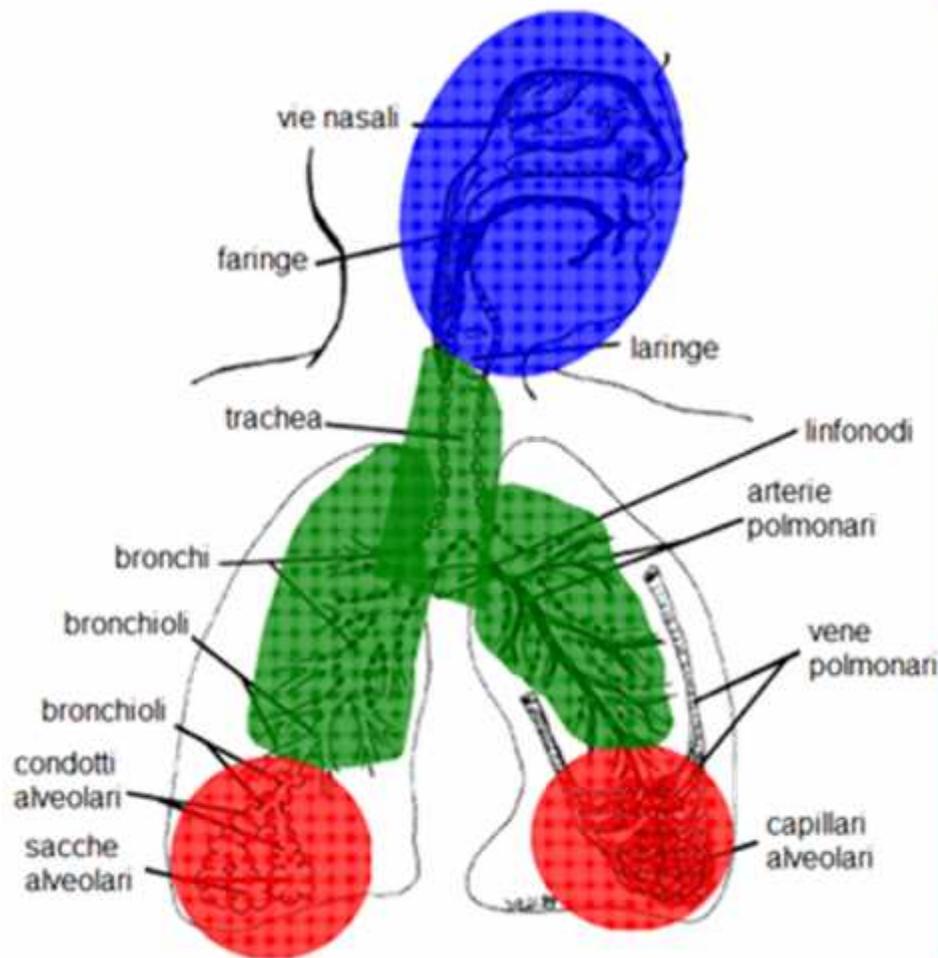


Rappresentazione delle interazioni critiche tra polveri ed apparato respiratorio





Rappresentazione delle interazioni critiche tra polveri ed apparato respiratorio





Obiettivo della ricerca



- ❑ Caratterizzazione (oltre che dei principali macroinquinanti) dell'emissione di polveri aerodisperse da una centrale termica alimentata con le due diverse tipologie di gasolio presenti sul mercato definite come “*gasolio da riscaldamento*” e “*gasolio da autotrazione*”
- ❑ la misura delle polveri sub-micrometriche non è, ad oggi, regolamentata da una norma tecnica specifica come nel caso di PM_{10} e $PM_{2.5}$
- ❑ **la metrica di interesse nel caso di polveri sub-micrometriche non è la massa, come per le frazioni di PM, ma il numero delle stesse.**

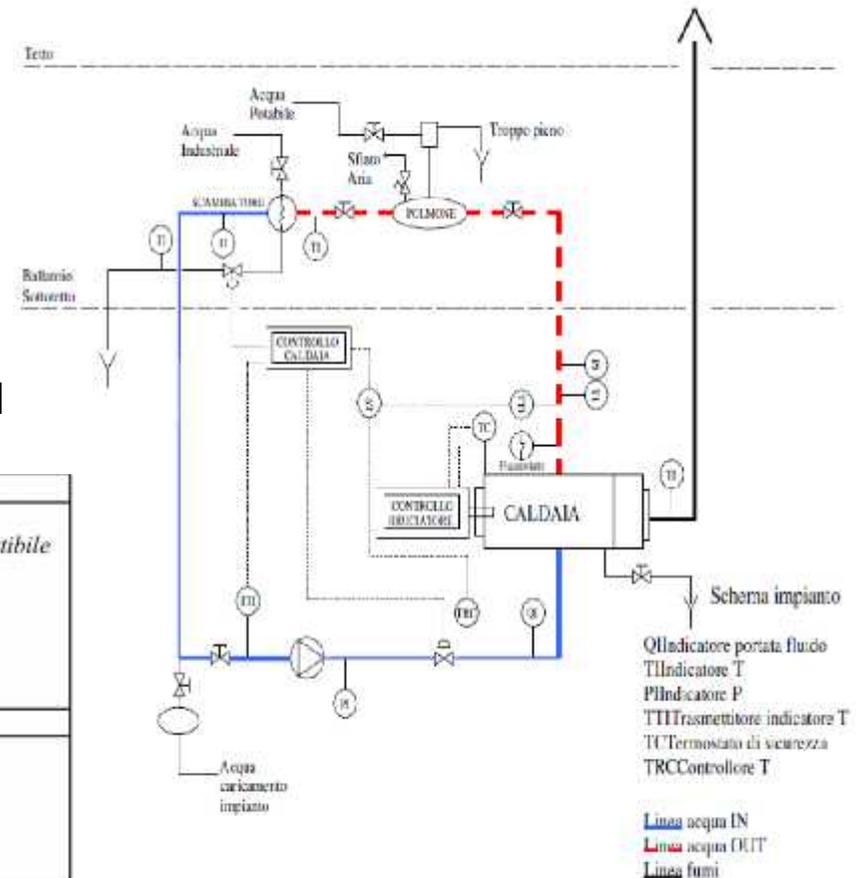


Metodologia



Caratteristiche tecniche della caldaia e del bruciatore

CALDAIA	
Costruttore	Ravasio
Modello	TRM 150 - <i>Omologata per gas naturale, gasolio, olio combustibile</i>
Tipologia	A 2 giri di fumo
Potenza termica nominale	175 kW
Rendimento utile stimato	86-89%
Pressione di esercizio	Atmosferica
Pressione di esercizio max.	5 bar
BRUCIATORE	
Costruttore	Cuenod
Modello	C24 H 201
Tipologia	Monoblocco ad aria soffiata
Regolazione	Bistadio
Potenza termica min-max	120-240 kW



Schema dell'impianto termico



Metodologia



Parametro	Gasolio da Riscaldamento	Gasolio da Autotrazione	u.m.	Metodo
Punto Di Infiammabilità	66.0	60.0	°C	UNI EN ISO 2719:2005 PROC.A
Massa Volumica (Densità) a 15 °C	841.2	839.9	kg/m ³	UNI EN ISO 12185:1999
Viscosità a 40 °C	3.161	2.613	mm ² /s	UNI EN ISO 3104:2000
Acqua E Sedimenti	0.005	<0.005	% V/V	UNI 20058:1997
Limite Di Filtrabilità; a Freddo (CFPP)	-18	-9	°C	UNI EN 116:2000 /COR. 1:2014
Punto Di Scorrimento (Automatico)	27	15	°C	ISO 3016:1994
Zolfo	0.056	0.00087	% m/m	UNI EN ISO 8754:2005
Residuo Carbonioso (10% Residuo)	0.06	0.05	% peso	UNI EN ISO 10370:1998
Esteri Metilici (FAME)	-----	4.9	% V/V	UNI EN 14078:2014
Potere Calorifico Inferiore	45.885	45.470	MJ/kg	ASTM D240-14

Caratterizzazione chimico-fisica dei combustibili oggetto di investigazione



Metodologia



Data	Ora	Parametri misurati
Gasolio da riscaldamento		
21/06/2016	12.34-13.30	Umidità fumi, Temperatura fumi, Velocità dei fumi, O ₂ , CO ₂ , CO, NO _x , SO ₂ , PM tot, PM _{2,5} , Concentrazione totale in numero di particelle
21/06/2016	14.00-15.00	Distribuzione dimensionale in numero di particelle
21/06/2016	15.10-16.10	Umidità fumi, Temperatura fumi, Velocità dei fumi, O ₂ , CO ₂ , CO, NO _x , SO ₂ , PM tot, PM _{2,5} , Concentrazione totale in numero di particelle
22/06/2016	09.43-10.43	Umidità fumi, Temperatura fumi, Velocità dei fumi, O ₂ , CO ₂ , CO, NO _x , SO ₂ , PM tot, PM _{2,5} , Concentrazione totale in numero di particelle
Gasolio da autotrazione		
22/06/2016	13.34-14.34	Umidità fumi, Temperatura fumi, Velocità dei fumi, O ₂ , CO ₂ , CO, NO _x , SO ₂ , PM tot, PM _{2,5} , Concentrazione totale in numero di particelle
22/06/2016	14.40-15.10	Distribuzione dimensionale in numero di particelle
22/06/2016	15.14-16.14	Umidità fumi, Temperatura fumi, Velocità dei fumi, O ₂ , CO ₂ , CO, NO _x , SO ₂ , PM tot, PM _{2,5} , Concentrazione totale in numero di particelle
22/06/2016	16.15-16.40	Distribuzione dimensionale in numero di particelle
23/06/2016	09.56-10.56	Umidità fumi, Temperatura fumi, Velocità dei fumi, O ₂ , CO ₂ , CO, NO _x , SO ₂ , PM tot, PM _{2,5} , Concentrazione totale in numero di particelle
23/06/2016	11.15-11.45	Distribuzione dimensionale in numero di particelle



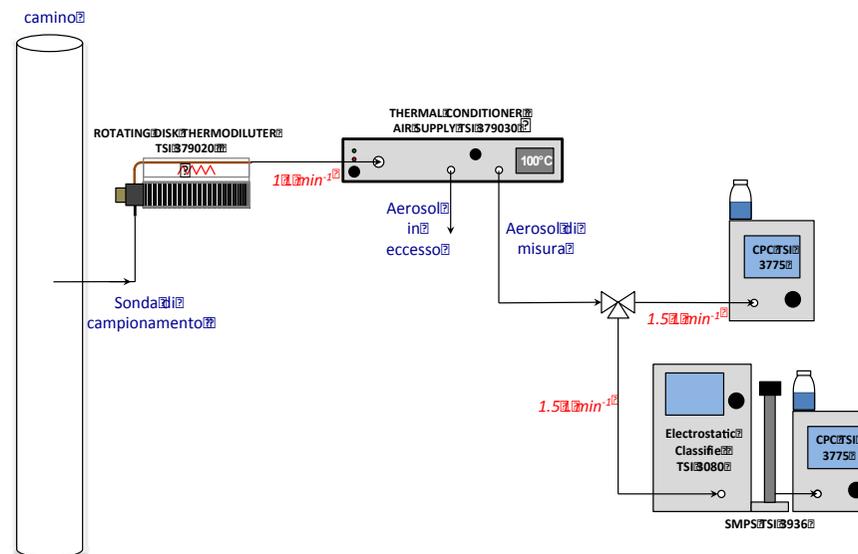
Metodologia



Dettagli della linea di campionamento dei macroinquinanti



Metodologia



Schema di campionamento al camino e misura dell'aerosol



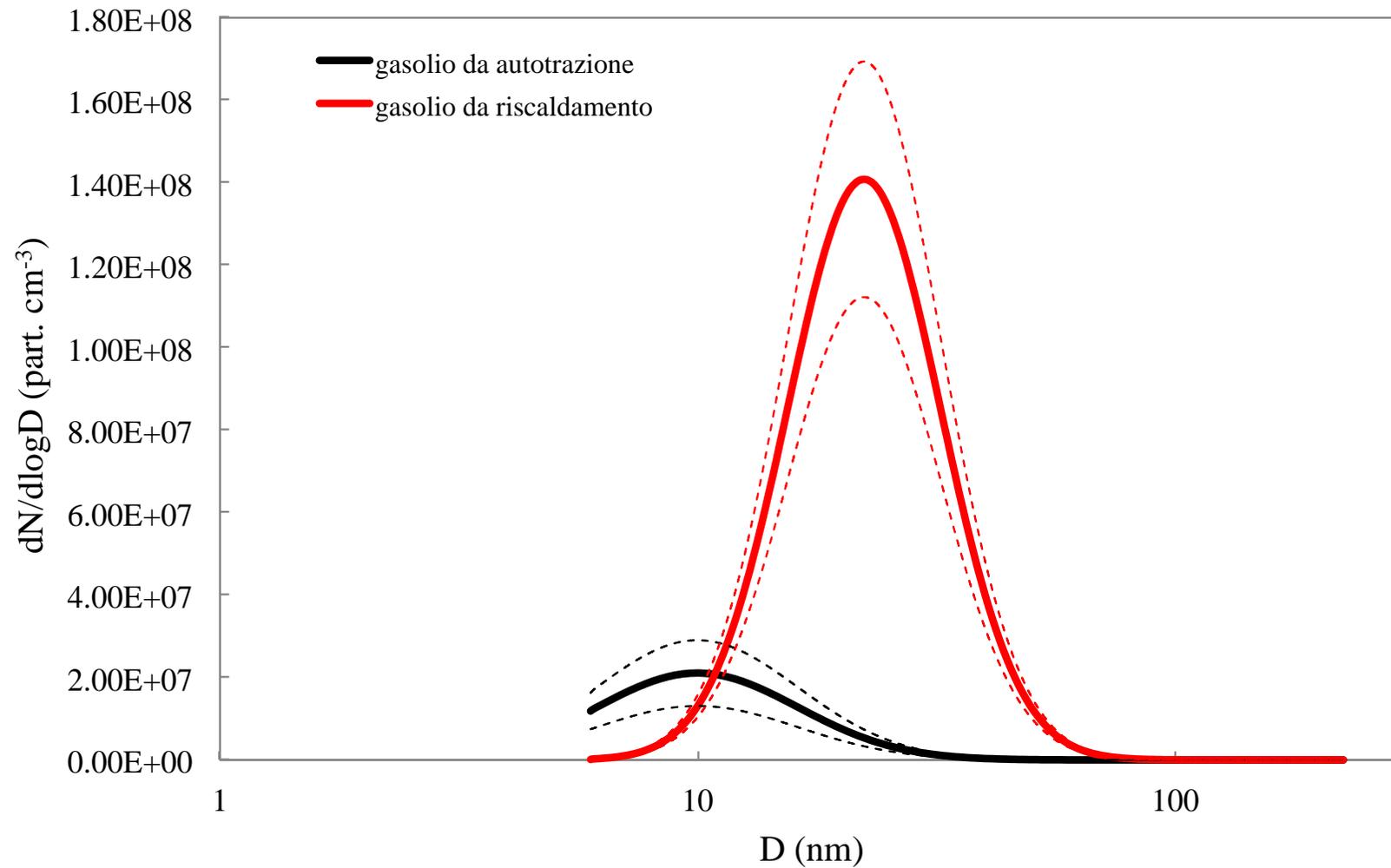
Risultati



Data	Umidità fumi (%)	Temp fumi (° C)	Vel. fumi (m/s)	O ₂ (%)	CO ₂ (%)	CO (mg/Nm ³) rif 3% di O ₂	NOx (mg/Nm ³) rif 3% di O ₂	COT (mg/ Nm ³) rif 3% di O ₂	SO ₂ (mg/Nm ³) rif 3% di O ₂	PM tot (mg/Nm ³) rif 3% di O ₂	PM _{2.5} (%)	Cone in numero (part/cm ³) rif 3% di O ₂	Moda (nm)
Gasolio da riscaldamento													
21/06/2016 12.34-13.30	8.6	173.7	3.80	8.37	9.1	13.4	123.1	1.9	51.2	0.1	100	5.81±0.61×10 ⁷	22
21/06/2016 14.00-15.00												4.60±0.04×10 ⁷	
21/06/2016 15.10-16.10	8.0	173.2	3.90	8.43	9.0	12.7	121.8	2.1	74.4	0.2	100	4.97±0.37×10 ⁷	
22/06/2016 09.43-10.43	8.2	172.5	3.80	8.55	9.0	13.2	117.6	0.5	67.8	<0.1	90	7.11±0.10×10 ⁷	
Media±SD	8.3±0.3	173.1±0.6	3.8±0.1	8.5±0.1	9.0±0.1	13.1±0.4	120.8±2.9		64.5±12.0	0.1		5.64±1.15×10⁷	22
Gasolio da autotrazione													
22/06/2016 13.34-14.34	8.3	171.3	3.80	8.68	8.9	13.4	121.3	<0.5	1.5	0.1	100	1.71±0.15×10 ⁷	11
22/06/2016 14.40-15.10												1.32±0.05×10 ⁷	
22/06/2016 15.14-16.14	8.0	171.3	3.80	8.73	8.8	13.6	120.0	<0.5	0.5	0.1	50	1.18±0.06×10 ⁷	9
22/06/2016 16.15-16.40												1.18±0.08×10 ⁷	
23/06/2016 09.56-10.56	8.3	169.6	3.70	9.00	8.7	15.5	113.0	<0.5	1.0	<0.1	100	0.81±0.03×10 ⁷	10
23/06/2016 11.15-11.45												0.45±0.04×10 ⁷	
Media±SD	8.2±0.2	170.7±1.0	3.8±0.1	8.8±0.2	8.8±0.1	14.2±1.2	118.1±4.5		1.0±1.2	0.1		1.11±0.42×10⁷	10±1



Risultati





Conclusioni



I risultati della campagna sperimentale hanno evidenziato:

- una **differenza non significativa** nei parametri termo-fluidodinamici misurati al camino indice di un effetto trascurabile della **tipologia di gasolio** sul funzionamento dell'impianto;
- una **differenza non significativa** nell'emissione di **macroinquinanti gassosi** (ad esempio gli NO_x) al variare del gasolio utilizzato;
- un'**emissione trascurabile** in termini delle diverse frazioni di **PM** (PM₁₀, PM_{2.5}) per **entrambi i gasoli** considerati (<0.1 mg/Nm³);
- un'**emissione di SO₂ significativamente maggiore** nel caso di **gasolio da riscaldamento** (64.5 mg/Nm³ contro 1.0 mg/Nm³ del gasolio da autotrazione) dovuta al maggiore contenuto di zolfo nel combustibile stesso;
- un'**emissione di polveri sub-micrometriche statisticamente superiore** (**5.64×10⁷** part./cm⁻³) nel caso di combustione di **gasolio da riscaldamento** rispetto al **gasolio da autotrazione 1.11×10⁷** part./cm⁻³.
- La concentrazione di polveri ultrafini da **gasolio da autotrazione** risulta, inoltre, inferiore alle tipiche concentrazioni in numero di particelle misurate in emissione da impianti alimentati a biomassa convenzionale.



Conclusioni



In conclusione, i ricercatori dell'Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale, del laboratorio PaLMer e dal laboratorio Innovhub evidenziano che l'utilizzo del gasolio da autotrazione negli impianti termici, oggi ancora alimentati con gasolio da riscaldamento convenzionale, oltre che tecnicamente immediatamente realizzabile, porterebbe una riduzione delle emissioni di polveri sub-micrometriche e di SO₂ riducendo, potenzialmente, l'esposizione dei singoli individui nelle aree circostanti i punti di immissione.

Qualità dell'aria e combustibili: rispetto dell'ambiente, tutela della concorrenza,
sostenibilità economica

Verona Fiere 12 Ottobre 2016

Grazie per l'attenzione



Prof. Paolo Vigo
vigo@unicas.it



Pa.L.Mer. Parco Scientifico e Tecnologico del Lazio Meridionale S.c.a.r.l.
Università di Cassino e del Lazio Meridionale – DICeM