



PERFORMANCES OF THE NPE CHEMICAL REACTOR IN TERMS OF DECREASE OF THE EMISSIONS PRODUCED BY A LPG-FUELLED COMBUSTION GENERATOR

Upon request of the commissioning company New Power Energy Kft, whose headquarter is located in Budapest (HU), on the 25th of February 2022 Proambiente S.C.R.L. researchers attended the environmental monitoring activity performed by an external company – SGS Italia S.p.A. – at the NPE test laboratory located in San Prospero (province of Modena), via Viazza 94/D.

The results of the monitoring activity and the employed techniques are summarized in this report. The goal of the monitoring activity consisted in testing an air filtration system - whose main “core” is represented by a chemical “reactor” developed by NPE - in terms of abatement of polluting emissions produced by a LPG-fuelled generator. In particular, the main concern was about the decrease of CO₂ concentration measured upstream and downstream the reactor itself.

The block diagram of the overall air filtration system, provided by the commissioning company, is illustrated in the following picture:

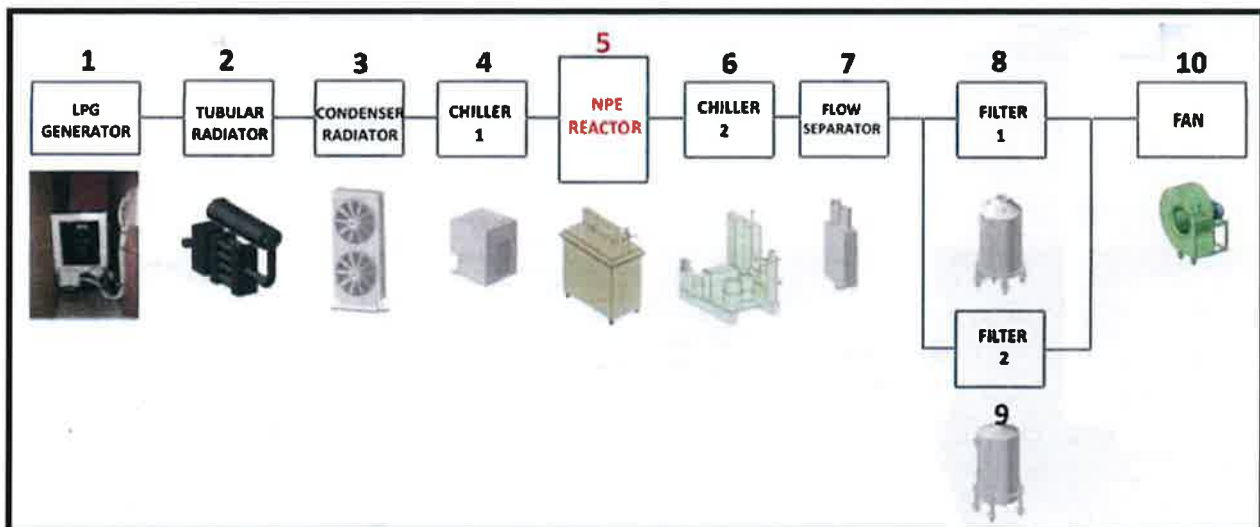


Fig. 1: Block diagram of the NPE air filtration system

The function of the NPE chemical “reactor” implemented in the air filtration system is the huge reduction of the following combustion products concentration: CO₂, SO_x, NO_x, Hydrocarbons (HC), PM_{2.5}, PM₁₀.

The NPE air filtration system used for the campaign (highlighting the sampling points located upstream and downstream the reactor) and some of its fundamental parts are reported in the following pictures:



Fig. 2: External "Box" of the NPE air filtration system.

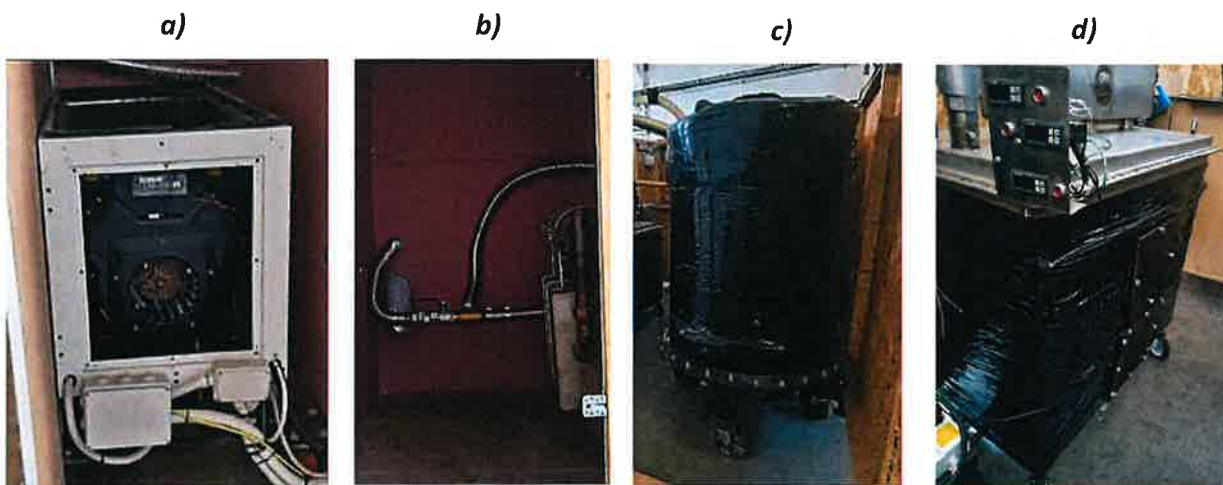


Fig. 3: Examples of fundamental parts of the NPE air filtration system: power generator 8kW (a), exhaust emissions outlet (b), filter for the capture of the molecules produced by the reactor (c), NPE chemical reactor (d).

EQUIPMENT USED FOR SAMPLING

SGS Italia S.p.A. was in charge of measuring the concentration, upstream and downstream the NPE reactor, of the following combustion products: **CO₂, SO₂, NO_x, O₂, CO, Hydrocarbons (HC), PM2.5, PM10.**

The equipment used is shown below:

1) HORIBA PG-350E Analyzer



Portable gas combustion analyzer **NO_x - SO₂ - CO - CO₂ - O₂** compliant with EN 14181 - QAL 1.

SRM certified and compliant with EN 14792, EN15058 and EN 14789, it is capable of measuring the five compounds in the following ranges:

NO_x: 0-25/50/100/250/500/1000/2500ppm;

SO₂: 0-50/100/200/500/3000ppm;

CO: 0-60/100/200/500/1000ppm;

O₂: 0-5/10/25%;

CO₂: 0-10/20/30%.

2) SK-ELEKTRONIK Thermo-FID ES



Rack 19" version of the Flame Ionization Detector produced by SK-ELEKTRONIK GmbH, it is capable of performing continuous measurements of **total hydrocarbons** concentration in the [sub-ppm - 100.000ppm] range. Certified TÜV 17. BlmSchV and compliant with EN 14181.

3) TSI Q-Trak Plus Monitor



Environmental CO₂ Analyzer (range [0 - 5000ppm], accuracy [± 3% reading value + 50ppm], resolution 1ppm) based on the NDIR (Non Dispersive InfraRed) working principle.

It is also capable of measuring Temperature, Relative Humidity and CO (optional).

4) MEGA SYSTEM Lifetek 55 XP-R



Sampler compliant with UNI EN 12919. Used to perform sampling at fixed flow-rate in INDOOR/OUTDOOR environments and isokinetic sampling in EMISSION of Particulate Matter **PM2.5** e **PM10**.

Proambiente S.c.r.l.
Via Gobetti, 101
40129 Bologna
C.F./P.IVA 03305011201

TEST REPORT PD22-00604 BY SGS ITALIA (SEE ATTACHED ANNEX 1)

The sampling for the detection of the compounds concentration have been performed **simultaneously** (except for PM2.5 and PM10) upstream and downstream the NPE reactor.

1) "UPSTREAM" ANALYSIS

The parameters (with the corresponding reference method) and the measured concentration values **upstream** the reactor are reported in the following table:

SAMPLING START: 2022/02/25 at 10:30		
SAMPLING END: 2022/02/25 at 13:00		
PARAMETER	MEAS. UNIT	VALUE
WET FUMES FLOW-RATE	Nm ³ /h	47 ± 1.00
DRY FUMES FLOW-RATE	Nm ³ /h	36 ± 2.00
TEMPERATURE	°C	79 ± 5.00
VELOCITY	m/s	3.36± 0.08
WATER VAPOUR (wet base) - UNI EN 14790:2017	%vv	23.90±2.30
OXYGEN (O ₂) - UNI EN 14789:2017	%vv	1.89±0.12
CARBON DIOXIDE (CO₂) - EPA 3A:2017 (*)	%vv	12.33±0.39
CARBON DIOXIDE (CO₂) - EPA 3A:2017 (*)	ppm	123,330.00±3.900,00
SULFUR DIOXIDE (SO ₂) - UNI CEN/TS 17021:2017	mg/Nm ³	< 2.9
NITROGEN OXIDES (NO _x) - UNI EN 14792:2017	mg/Nm ³	5,400.00±460.00
TOTAL ORGANIC CARBON (TOC) - UNI EN 12619:2013	mg/Nm ³	9.03±0.90
CARBON MONOXIDE (CO) - UNI EN 15058:2017	mg/Nm ³	< 1.3
PM 2.5 - UNI EN ISO 23210:2009 (**)	mg/Nm ³	0.082±0.023
PM 10 - UNI EN ISO 23210:2009 (**)	mg/Nm ³	0.341 ± 0.097

(*) Performed with HORIBA PG-350E.

(**) Sampling starts at 11:00. Sampling ends at 12:00. Sampling on filter performed in-field, subsequent filter analysis performed off-line.

Tab. 1: Values of the parameters measured "upstream" the NPE reactor.

2) "DOWNSTREAM" ANALYSIS

The parameters (with the corresponding reference method) and the measured concentration values **downstream** the reactor are reported in the following table:

SAMPLING START: 2022/02/25 at 10:30		
SAMPLING END: 2022/02/25 at 13:00		
PARAMETER	MEAS. UNIT	VALUE
WET FUMES FLOW-RATE	Nm ³ /h	41 ± 1.00
DRY FUMES FLOW-RATE	Nm ³ /h	41 ± 2.00
TEMPERATURE	°C	11 ± 4.00
VELOCITY	m/s	2.36± 0.06
WATER VAPOUR (wet base) - UNI EN 14790:2017	%vv	< 2
OXYGEN (O ₂) - UNI EN 14789:2017	%vv	20.9±1.5
CARBON DIOXIDE (CO₂) (*)	%vv	0.0149±0.0015
CARBON DIOXIDE (CO₂) (*)	ppm	149±15
SULFUR DIOXIDE (SO ₂) - UNI CEN/TS 17021:2017	mg/Nm ³	< 2.9
NITROGEN OXIDES (NO _x) - UNI EN 14792:2017	mg/Nm ³	< 2.1
TOTAL ORGANIC CARBON (TOC) - UNI EN 12619:2013	mg/Nm ³	1.73±0.17
CARBON MONOXIDE (CO) - UNI EN 15058:2017	mg/Nm ³	< 1.3
PM 2.5 - UNI EN ISO 23210:2009 (**)	mg/Nm ³	< 0.043
PM 10 - UNI EN ISO 23210:2009 (**)	mg/Nm ³	0.064 ± 0.018

(*) Performed with TSI Q-Trak Plus.

(**) Sampling starts at 12:15. Sampling ends at 13:15. Sampling on filter performed in-field, subsequent filter analysis performed off-line.

Tab. 2: Values of the parameters masured "downstream" the NPE reactor.

SUMMARY TABLE

PARAMETER	UPSTREAM	DOWNSTREAM
	Concentration	Concentration
OXYGEN (O ₂) - %vv	1.89±0.12	20.9±1.5
CARBON DIOXIDE (CO₂) - %vv	12.3±0.39	0.0149±0.0015
CARBON DIOXIDE (CO₂) - ppm	123,330.00±3,900.00	149±15
SULFUR DIOXIDE (SO ₂) - mg/Nm ³	< 2.9	< 2.9
NITROGEN OXIDES (NO _x) - mg/Nm ³	5,400.00±460.00	< 2.1
TOTAL ORGANIC CARBON (TOC) - mg/Nm ³	9.03±0.90	1.73±0.17
CARBON MONOXIDE (CO) - mg/Nm ³	< 1.3	< 1.3
PM 2.5 - mg/Nm ³	0.082±0.023	< 0.043
PM 10 - mg/Nm ³	0.341 ± 0.097	0.064 ± 0.018

In terms of **CO₂ emissions** (key parameter for the commissioning company, in order to establish the performances of the NPE air filtration system), the following must be considered the **final data** of the experimental campaign:

FINAL DATA OF THE EXPERIMENTAL CAMPAIGN

CO₂ concentration upstream NPE technology (BEFORE THE NPE REACTOR), i.e. measured at the outlet of the LPG-fuelled combustion generator: **12.33% (123,300.00 ppm)**.

(Ref.: Test Report n° PD22-00604).

CO₂ concentration downstream NPE technology (AFTER THE NPE REACTOR), i.e. measured at the outlet of NPE air filtration system: **0.0149% (149.00 ppm)**.

(Ref.: Test Report n° PD22-00604).

THE DEGREE OF CO₂ REDUCTION MEASURED DOWNSTREAM THE NPE REACTOR IS THEREFORE 99.88%

Bologna, 2022/03/03

Proambiente S.c.r.l.
Via Gobetti, 101
40129 Bologna
Id. mark and signature:
03305011201

Enrico Cozzani
(Researcher Proambiente S.C.R.L.)



Francesco Riminucci
(Technical Manager Proambiente S.C.R.L.)





PROAMBIENTE
ricerca industriale e trasferimento tecnologico



RETE ALTA TECNOLOGIA
EMILIA-ROMAGNA
HIGH TECHNOLOGY NETWORK



TECNOPOLO BOLOGNA CNR

**ANNEX 1 – ANNEX n. 6096/B OF THE TECHNICAL REPORT RT 6096-2022 BY SGS
ITALIA S.p.A.; TEST REPORT n° PD22-00604**

SGS

Annex n. 6096/B

SGS

Rapporto di Prova PD22-00604_0



LAB N° 0080 L

Prima pagina

CLIENTE		LABORATORIO	
Cliente	NEW POWER ENERGY KFT	Head of Laboratory	Gianluca Martinelli
Indirizzo	Kassel utca 9 Budapest 1043	Laboratorio	SGS Italia S.p.A.
Progetto	Default Project	Indirizzo	Via Campodoro, 25 Villafranca Padovana (PD) 35010
Ordine n°	109/2022/C2/PD/Rev.2	Teléfono	+39 049 9050013
Metodo	ARIA: FLUSSI GASSOSI CONVOGLIATI	Fax	+39 049 9050065
Prelevato presso	Monte e valle sistema di filtrazione NPE	Email	sgs.oco@sgs.com
Prelevato da	Ns. personale - Hendriksen, Bortolotti	Accettazione n°	PD22-00604
		Pervenuto il	25/02/2022
		Data inizio analisi	25/02/2022
		Data fine analisi	28/02/2022
		Data spedizione	01/03/2022

COMMENTI

Incertezza estesa di misura stimata al 95% di livello di confidenza e fattore di copertura k=2

RIFERIMENTI

Enrico Costa
Project Leader




INDICE

Prima pagina.....	1
Indice.....	2
Specifica tecnica.....	3-5
Commenti operativi.....	6
Parametri di campo.....	7
Risultati.....	8
Legenda.....	9



Punto di campionamento:	Monte	Identificativo presente
Inizio campionamento:	25/02/2022	10:30
Fine campionamento:	25/02/2022	11:00

Requisiti sezione di campionamento e piattaforma di lavoro [UNI EN 15259:2008 sez. 6.2.1 e 8.2]

Caratteristiche della piattaforma	Valore	Unità di misura	
Dimensione area di lavoro:	5,0	m ²	
Altezza area di lavoro da terra:	1,0	m	
Caratteristiche del condotto	Valore	Unità di misura	
Geometria sezione:	Circolare	-	
Disposizione	Orizzontale	-	
Uscita diretta in atmosfera	SI	-	
Sezione condotto	0,005	m ²	
Condizioni verificate in campo	Atteso	Misurato	Unità di misura
Tratto rettilineo a monte della sezione di campionamento (5 diametri idraulici):	40	105	cm
Tratto rettilineo a valle della sezione di campionamento (5 diametri idraulici):	40	110	cm
Spazio totale anastante ai punti di campionamento (Ø + tronchetto + 150 cm):	188	200	cm
Numero di assi da esplorare (Ø < 0,35 m 1 asse; Ø > 0,35 2 o più assi): (#)	1	1	-
Flussi negativi misurati sulla sezione di campionamento ^(#) :	NO	NO	-
Velocità minima riferita alla misura con Pitot (dp minimo 5 Pascal) ^(#) :	5	8	Pa
Rapporto velocità massima e minima misurata sul piano ^(#) :	≤ 3:1	1,00	-
Fattore correttivo sulla velocità:	0,995		

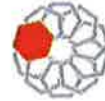
^(#) Condizioni Vincolanti

Premisurazioni e taratura in campo [UNI EN ISO 16911-1:2013 Annex A]

Controllo funzionamento strumentazione	Esito test
Integrità Pitot - pre misura	SUPERATO
Integrità Pitot - post misura	SUPERATO
Leak check	SUPERATO
Test ostruzioni	SUPERATO
Verifica flussi nel condotto	Esito test
Variazione flusso picco/picco	POSITIVO
Ripetibilità su un punto del reticolo	POSITIVO
Angolo di swirl medio	4,0 °
Correzione necessaria	NO

Nota: la correzione per l'angolo di swirl è necessaria solo se l'angolo è > 15°

Portata [UNI EN ISO 16911-1:2013 Annex A]	Punti trasversi	Unità di misura	Valore
A 1			
Temperatura	K		352,2
Pressione differenziale	Pa		7,7
Velocità	m/s		3,4



Punto di campionamento:	Valle	Identificativo presente
Inizio campionamento:	25/02/2022	11:00
Fine campionamento:	25/02/2022	11:30

Requisiti sezione di campionamento e piattaforma di lavoro [UNI EN 15259:2008 sez. 6.2.1 e 8.2]

Caratteristiche della piattaforma	Valore	Unità di misura
Dimensione area di lavoro:	5,0	m ²
Altezza area di lavoro da terra:	1,0	m

Caratteristiche del condotto	Valore	Unità di misura
Geometria sezione:	Circolare	-
Disposizione:	Orizzontale	-
Uscita diretta in atmosfera:	SI	-
Sezione condotto:	0,005	m ²

Condizioni verificate in campo	Atteso	Misurato	Unità di misura
Tratto rettilineo a monte della sezione di campionamento (5 diametri idraulici):	40	105	cm
Tratto rettilineo a valle della sezione di campionamento (5 diametri idraulici):	40	110	cm
Spazio totale antistante ai punti di campionamento (Ø + tronchetto + 150 cm):	188	200	cm
Numero di assi da esplorare (Ø < 0,35 m 1 asse; Ø > 0,35 2 o più assi): (#)	1	1	-
Flussi negativi misurati sulla sezione di campionamento ^(*) :	NO	NO	-
Velocità minima riferita alla misura con Pilot (dp minimo 5 Pascal) ^(**) :	5	5	Pa
Rapporto velocità massima e minima misurata sul piano ^(**) :	≤ 3:1	1,00	-
Fattore correttivo sulla velocità:	0,995		

^(*)Condizioni Vincolanti

Premisurazioni e tarature in campo [UNI EN ISO 16911-1:2013 Annex A]

Controllo funzionamento strumentazione	Esito test
Integrità Pilot - pre misura	SUPERATO
Integrità Pilot - post misura	SUPERATO
Leak check	SUPERATO
Test ostruzioni	SUPERATO

Verifica flussi nel condotto	Esito test
Variazione flusso picco/picco	POSITIVO
Ripetibilità su un punto del reticolo	POSITIVO
Angolo di swirl medio	3,0 °
Correzione necessaria	NO

Nota: la correzione per l'angolo di swirl è necessaria solo se l'angolo è > 15°

Portata [UNI EN ISO 16911-1:2013 Annex A]	Punti traversi	Unità di misura	Valore
A 1			
Temperatura	K		284,2
Pressione differenziale	Pa		5
Velocità	m/s		2,4

SPECIFICA TECNICA

Metodo	Inizio	Fine	v Normalizzato 0°C 1013 hPa
UNI EN ISO 23210:2009	25/02/2022 11:00	25/02/2022 12:00	1,3470
UNI EN ISO 23210:2009	25/02/2022 12:15	25/02/2022 13:15	2,3380



PROAMBIENTE
ricerca industriale e trasferimento tecnologico



RETE ALTA TECNOLOGIA
EMILIA - ROMAGNA
HIGH TECHNOLOGY NETWORK



TECNOPOLO BOLOGNA CNR

SGS

Rapporto di Prova PD22-00604_0



ACCREDIA
CENTRO ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 0080 L

COMMENTI OPERATIVI

I valori di concentrazione sono normalizzati (101.3 kPa - 273 K) ed espressi su fumi secchi.

Stile campione	Campione n°	Analisi	Commenti
ANALISI STRUMENTALE VALLE	PD22-00604.004	Biossido di carbonio	CO2: 148,8 ppm (misura eseguita con TSI 7545 IAQ-Celo)

Parametri di campo

Parametro	U.M.	Campionato a		
		MONTE	VALLE	
		Inizio campionamento	25/02/2022 10:30	25/02/2022 11:00
		Fine campionamento	25/02/2022 11:00	25/02/2022 11:30
		Risultato		Risultato

Parametri di campo

Portata [UNI EN ISO 16911-1:2013 Annex A]

Parametro	U.M.	MONTE	VALLE
A Sezione camino	m2	0,005	0,005
A Portata fumi umidi	Nm3/h	47,00 ± 1,00	41,00 ± 1,00
A Portata fumi secchi	Nm3/h	36,00 ± 2,00	41,00 ± 2,00
A Temperatura	°C	79,00 ± 5,00	11,00 ± 4,00
A Velocità	m/s	3,360 ± 0,080	2,360 ± 0,080
A Pressione statica assoluta media	hPa	1015,00 ± 10,20	1015,00 ± 10,20
A Massa Volumica dei gas	Kg/m3	0,94	1,2
A Fattore di taratura del tubo di Pitot tipo S	-	0,83	0,83

Ossigeno (O2) [UNI EN 14789:2017]

A Ossigeno (O2)	%v/v	1,82 ± 0,11	20,9 ± 1,5
-----------------	------	-------------	------------

Ossigeno, Biossido di carbonio - metodo strumentale [EPA 3A 2017]

A Biossido di carbonio	%v/v	12,37 ± 0,40	<0,10
------------------------	------	--------------	-------

Vapore acqueo [UNI EN 14790:2017]

A Volume campionato	Nm3	0,155	0,165
A Vapore acqueo raccolto	mL	39	<1
A Vapore acqueo (su base umida)	%v/v	23,80 ± 2,30	<2,0



SGS

Rapporto di Prova PD22-00604_0



ACCREDIA
ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 0000 L

Risultati

Parametro	U.M.	Campionato a:	
		MONTE	VALLE
		Inizio campionamento: 25/02/2022 10:30	25/02/2022 10:30
		Fine campionamento: 25/02/2022 13:00	25/02/2022 13:00
		Risultato	Risultato
Ossigeno (O2) [UNI EN 14789:2017]			
A Ossigeno (O2)	%v/v	1,88 ± 0,12	20,9 ± 1,5
Biossido di carbonio - metodo strumentale [EPA 3A 2017]			
A Biossido di carbonio	%v/v	12,33 ± 0,39	<0,10
Biossido di zolfo [UNI CEN/TS/17021:2017]			
*A Biossido di zolfo	mg/Nm3	<2,9	<2,9
Ossidi di azoto (NOx) [UNI EN 14792:2017]			
A Ossidi di azoto (NOx)	mg/Nm3	5400 ± 460	<2,1
Composti Organici Volatili (COV) espressi come Carbonio Organico Totale [UNI EN 12619:2013]			
A Composti Organici Volatili (COV) espressi come Carbonio Organico Totale	mg/Nm3	9,03 ± 0,90	1,73 ± 0,17
Monossido di Carbonio [UNI EN 15058:2017]			
A Monossido di Carbonio	mg/Nm3	<1,3	<1,3
		Inizio campionamento: 25/02/2022 11:00	25/02/2022 12:16
		Fine campionamento: 25/02/2022 12:00	25/02/2022 13:15
		Risultato	Risultato
PM 2.5 - 10 [UNI EN ISO 23210:2009]			
A PM 2,5	mg/Nm3	0,082 ± 0,023	<0,043
A PM 10	mg/Nm3	0,341 ± 0,087	0,064 ± 0,018

LEGENDA

NOTE

^	Eseguito presso laboratorio SGS esterno.	IS	Campione insufficiente per l'analisi.
^^	Eseguito presso laboratorio esterno.	LNR	Campione elencato ma non ricevuto.
RL	Limite di Rapportaggio	NA	Campione non analizzato per questo parametro
↑	Limite di rapportaggio Innalzato	TBA	Parametro non ancora analizzato
↓	Limite di rapportaggio diminuito	†	Tempo massimo di conservazione superato

NOTE RELATIVE ALL'ACCREDITAMENTO

- Prova non accreditata ACCREDIA.

Il presente Rapporto è emesso dalla Società in accordo con le Condizioni Generali SGS per i servizi di ispezione e controllo (copia disponibile su richiesta). Il rilascio di questo Rapporto non esonera le parti negoziali dall'esercitare i diritti e dall'adempire alle obbligazioni derivanti dal negozio tra loro stipulato. Ogni patto contrario non è alla Società opponibile. La responsabilità della Società in base a questo Rapporto è limitata al caso di provata colpa grave ed in ogni caso ad un ammontare non superiore a dieci volte i diritti e le commissioni dovute. Eccetto accordi particolari, gli eventuali campioni, se presi, non saranno trattenuti dalla Società per più di un mese. I riscontri analitici ed i risultati delle elaborazioni si riferiscono esclusivamente alle condizioni operative in atto nel periodo in cui è stata effettuata la presente indagine.

Il Laboratorio declina ogni responsabilità sui dati forniti dal cliente che possono influenzare la validità dei risultati. Il presente Rapporto o copia dello stesso verrà conservato dalla Società per un periodo pari a 10 anni.

Il recupero ove previsto, è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici (70-130% per microinquinanti ORGANICI, 75-125% per microinquinanti INORGANICI). Se non diversamente indicato il risultato è da intendersi non corretto per il recupero ottenuto.

Se non diversamente specificato, valori di concentrazione rilevati inferiori ai Limiti di Rapportaggio (RL) concorrono all'espressione delle somme e/o medie nella misura di 1/2 del Limite di Rapportaggio (criterio "medium bound").

A=Prova eseguita presso la sede di SGS Italia SpA Via Campodoro 25 - 35010 Villafranca Padovana (PD) - ITALIA

B=Prova eseguita presso la sede di SGS Italia SpA Via Campodoro 23 - 35010 Villafranca Padovana (PD) - ITALIA

C=Prova eseguita presso la sede di SGS Italia SpA Quarta Strada Z.I. Macchiarèdu - 09032 Assemini (CA) - ITALIA

D=Prova eseguita presso la sede di SGS Italia SpA C.da Spalla Città Giardino - 96010 Mellilli (SR) - ITALIA

Il presente rapporto può essere riprodotto solamente per intero.

--- Fine del Rapporto di Prova ---