

Saras SpA

Raffineria
Sede legale

I-09018 Sarroch (Cagliari)
S.S. Sulcitana n. 195 - Km. 19°
Telefono 070 90911
Fax 070 900209



Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e
del Mare - Direzione Generale Valutazioni Ambientali

E. prot DVA - 2011 - 0032452 del 28/12/2011

Spett.le
Ministero dell'Ambiente e della Tutela
del Territorio e del Mare
Direzione Generale per le Valutazioni Ambientali
Divisione IV
Via Cristoforo Colombo, 44 - 00147 Roma
c.a. Dott Giuseppe LO PRESTI

e p.c. Spett.le
Presidente della Commissione Istruttoria
AIA-IPPC c/o ISPRA
Via Curtatone, 3 - 00186 Roma (RM)
c.a. Ing. Dario TICALI

Spett.le
ISPRA
Servizio Interdipartimentale per l'Indirizzo
il Coordinamento e il Controllo delle Attività Ispettive
Via Vitaliano Brancati, 47 - 00144 Roma (RM)
c.a. Ing. Alfredo PINI

Spett.le
ARPAS
Dipartimento di Cagliari
Viale Viusa, 6 - 09100 Cagliari (CA)
c.a. Dott.ssa Angela Maria MEREU

000552

Sarroch, 20 dicembre 2011

Oggetto: Modifiche non sostanziali: misuratore temperatura gas bruciati in torcia.

Riferimento: DSA-DEC-2009-000230 del 24.03.2009 - Autorizzazione Integrata Ambientale dell'impianto complesso "Raffineria e Impianto di Gassificazione a Ciclo Combinato (IGCC) della società Saras SpA sito in Sarroch (CA).

Con riferimento alla comunicazione di pari oggetto del 16 luglio us, il sottoscritto Francesco Marini, gestore dell'impianto complesso "Raffineria e Impianto di Gassificazione a Ciclo Combinato (IGCC)" della società Saras SpA, trasmette in allegato una nota di aggiornamento sullo stato di avanzamento dei lavori.

Si fa presente che le attività di misurazione in campo non sono state avviate entro il mese di settembre in quanto le prove di laboratorio, come spiegato nella nota allegata, relativamente alla acquisizione degli spettri nella porzione blu dello spettro elettromagnetico, hanno mostrato un limite operativo. Pertanto si è reso necessario procedere con ulteriori prove di laboratorio, propedeutiche alle misure in campo, di cui si renderà conto con successive comunicazioni.

Restando a disposizione per qualsivoglia chiarimento in merito, porgiamo

Cordiali saluti

GI
IP

SARAS SpA
Ing. Francesco Marini

Direzione generale
Sede amministrativa
I-20122 Milano
Galleria de Cristoforis 1
Telefono 02 77371
Fax 02 76020640

Direzione relazioni pubbliche e
affari amministrativi
I-00187 Roma
Salita S. Nicola da Tolentino 1/b
Telefono 06 4203521
Fax 06 42035222

Cap. Soc. Euro 54.629.666,67 int. vers.
Reg. Imprese Cagliari, Cod. Fisc. e
P. Iva 00136440922





Saras Ricerche e Tecnologie SpA

Nella presenta nota riportiamo lo stato dell'arte del progetto di ricerca:

"STUDIO DI FATTIBILITA' PROPEDEUTICO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PROTOTIPO DI MISURATORE DI TEMPERATURA DI TORCIA"

La prima fase dello studio, eseguito dal Centro Grandi Strumenti del Dipartimento di Fisica dell'Università di Cagliari, ha previsto la misura della temperatura di fiamma, con una serie di misure sperimentali di laboratorio, per:

- la realizzazione di un modello di torcia standard per la raccolta e l'analisi degli spettri di emissione;
- la caratterizzazione delle emissioni d'incandescenza e molecolari delle specie chimiche di riferimento concordate con il committente.

In sintesi, lo studio, effettuato sulle fiamme di laboratorio originate da idrocarburi leggeri che sono tipici dei gas combustibili nelle torce dello stabilimento, ha evidenziato che nella regione spettrale 300-1100 nm non vi sono tracce spettrali caratteristiche delle specie chimiche del combustibile utilizzato. Parallelamente, si è notata una notevole somiglianza tra gli spettri molecolari delle fiamme originate dai diversi combustibili (acetilene, propano, butano). Questo fatto è da considerarsi estremamente positivo in quanto permette di determinare la temperatura di fiamma prescindendo, entro certi limiti, dalla miscela combustibile.

È stata dedicata una particolare attenzione ad un gruppo di righe spettrali, non riportato in letteratura, al fine di valutarne l'utilizzabilità per caratterizzazioni termiche di fiamma. Mediante opportuni modelli, da questo gruppo di spettri è stata individuata una sequenza coerente di righe rotovibrazionali. Le temperature rotazionali delle fiamme dedotte mediante il procedimento standard secondo Boltzmann, danno risultati compatibili con quelle attese dalle stime teoriche di temperature adiabatiche. Le incertezze sui valori dedotti si mantengono, allo stato attuale, intorno ai 100 °C anche nelle migliori condizioni sperimentali (lunghi tempi di accumulazione e stabilità delle fiamme). Questo è dovuto agli effettivi valori delle forze di oscillatore delle transizioni molecolari che allontanano le intensità delle righe caratteristiche lontane dalla curva di Boltzmann ideale usata nel presente studio.



Saras Ricerche e Tecnologie SpA

La conoscenza di questi parametri, che richiederebbe un lavoro di verifica onde evitare di introdurre artefatti causati da inopportune correzioni, migliorerebbe tale precisione.

Si fa presente che in questa prima fase di misure sperimentali sono state utilizzate vari combustibili (propano/butano, butano, acetilene) miscelati in varie proporzioni con l'aria (comburente) al fine di valutare le variazioni della temperatura della fiamma.

Il Set - Up sperimentale utilizzato in laboratorio dal CGS con il quale è stato realizzato il lavoro eseguito nella prima fase del progetto è quello riportato nelle figure 1, 2 e 3.

Set-up sperimentale per la rilevazione degli spettri di fiamma

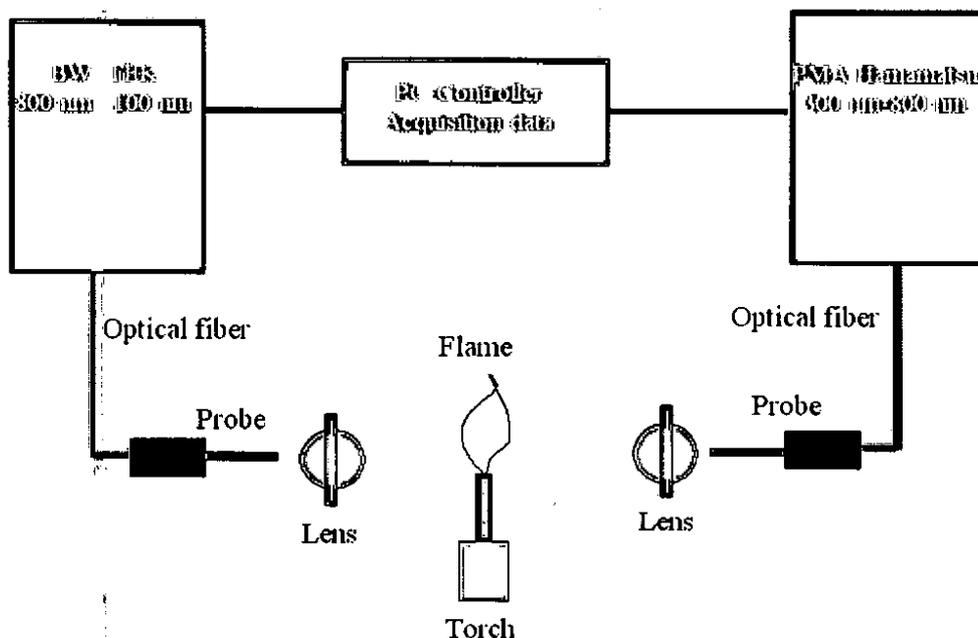


Figura 1. Schema set-up sperimentale. I due spettrometri che lavorano su intervalli spettrali complementari sono controllati da un PC. La luce della fiamma viene raccolta, attraverso le lenti di focalizzazione, da opportuni probes e convogliata verso gli spettrometri mediante fibre ottiche



Saras Ricerche e Tecnologie SpA

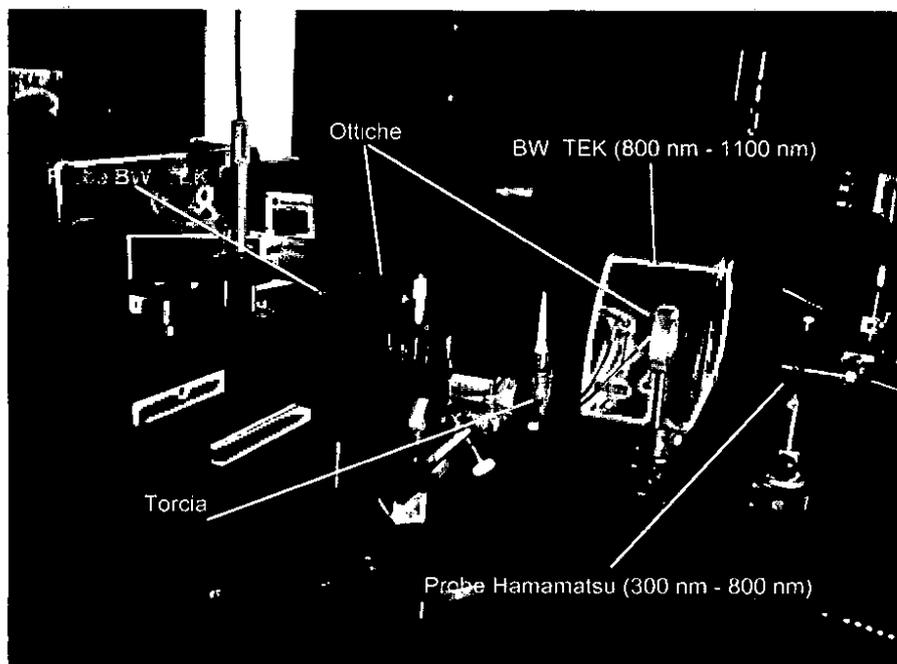


Figura 2. Set-up sperimentale in funzionamento sul BW-TEK. La luce prodotta dalla fiamma è raccolta dal probe dello spettrometro ad essa allineata. Si possono notare le ottiche dell'apparato sperimentale, comprese quelle usate per il funzionamento del PMA Hamamatsu.

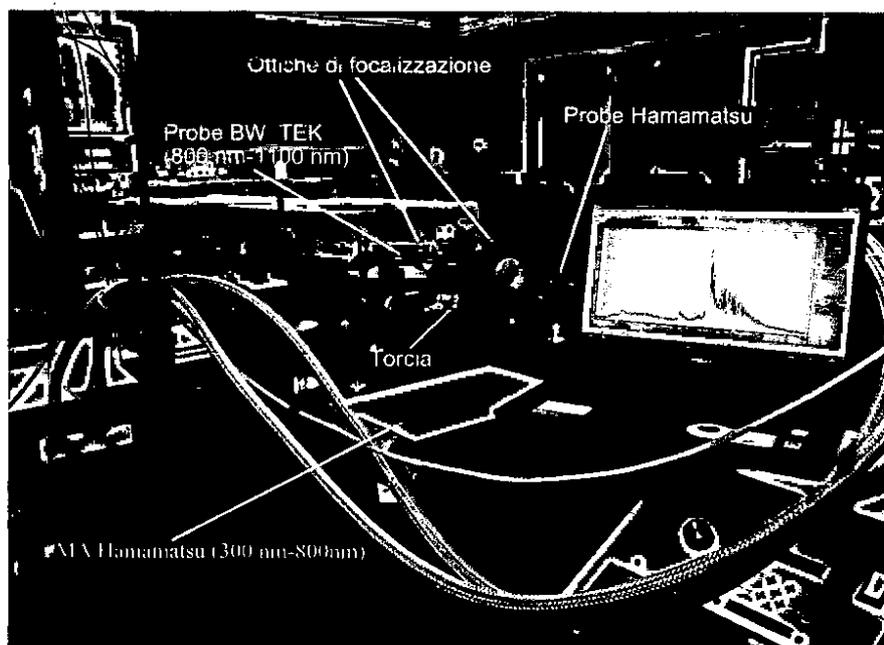


Figura 3. Vista del set-up sperimentale a completamento della figura precedente. In primo piano sono evidenti il PMA Hamamatsu (scollegato in questa fase di lavoro) e il PC che mostra uno spettro raccolto nella regione 800 nm-1100 nm.



Saras Ricerche e Tecnologie SpA

La seconda fase dello studio, eseguito dal Centro Grandi Strumenti del Dipartimento di Fisica dell'Università di Cagliari, ha previsto una indagine relativa alla caratterizzazione termica delle fiamme analizzando gli spettri termici delle fiamme ricche di particolato incandescente. Ciò offre un approfondimento rispetto a quella basata sull'indagine degli spettri molecolari (eseguita nella prima fase).

Infatti un importante contributo all'energia della radiazione e.m. emessa da una fiamma, diffusiva o parzialmente premiscelata, proviene dall'incandescenza del particolato carbonioso (soot) dovuto dalla parziale combustione delle molecole organiche. In condizioni reali le concentrazioni di soot durante la combustione non sono né uniformi né costanti nel tempo, e, pertanto, si è reso necessario un approfondimento per la determinazione della temperatura della fiamma con tecniche di indagine basate sull'integrazione dello spettro di incandescenza del particolato, con una serie di misure sperimentali di laboratorio, allo scopo di:

- determinare la temperatura di un oggetto in equilibrio termico stazionario con l'ambiente circostante (emissione del tungsteno incandescente)
- determinare le caratteristiche di una fiamma diffusiva turbolenta
- modellizzare una fiamma diffusiva turbolenta.

La parziale premiscelazione, porta ad una presenza contemporanea di una regione a spettro prevalentemente molecolare ed una regione a spettro prevalentemente incandescente con una sovrapposizione variamente pesata delle due tipologie spettrali passando da una regione all'altra come mostrato nel grafico di figura 4.



Saras Ricerche e Tecnologie SpA

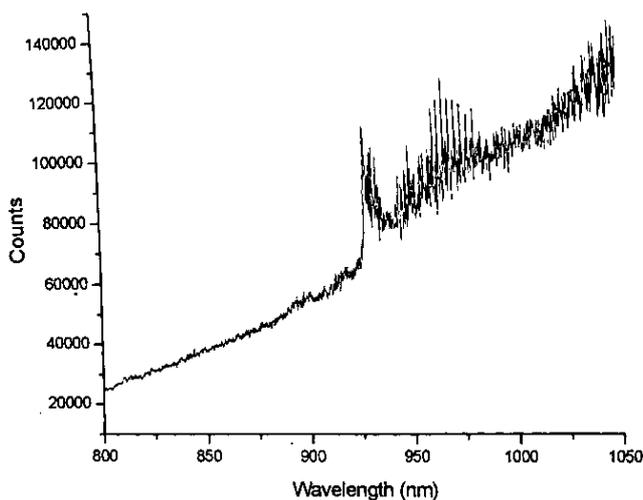


Figura 4. Spettro di emissione da una fiamma aspettato in presenza di diseccitazioni molecolari ed emissioni corpo nero

Questa occorrenza potrebbe derivare, nelle misure sul campo, dalla raccolta contemporanea di emissioni da parte di zone con regimi di combustione differenti dovute, anche, ad instabilità di forma (oscillazione della torcia) che fanno analizzare, nel tempo di osservazione del sistema ottico di puntamento, regioni di fiamma con caratteristiche differenti.

La simulazione proposta parte dall'ipotesi che lo spettro reale di una fiamma mista sia dato da una mera convoluzione tra uno spettro molecolare e quello continuo di incandescenza.

Nella realtà il contributo molecolare potrebbe generare nella regione spettrale dove compare, una leggera deformazione della di base dello spettro sperimentalmente registrato che, di fatto, si rifletterebbe su una variazione della temperatura efficace dedotta con le procedure di fit.

Le prime prove sperimentali effettuate, sembrano avvalorare le ipotesi avanzate.

In questa fase, è doveroso sottolineare che si è principalmente considerato l'intervallo spettrale del vicino infrarosso ma è ovvio che gli stessi procedimenti possono essere applicati in regioni spettrali che vanno ben oltre i 1000 nm per le quali si rendono, però, necessarie alcune considerazioni.

In primo luogo, dovendo valutare la fattibilità di una procedura per monitoraggi in remoto di una torcia industriale, occorre tenere da conto della trasparenza



Saras Ricerche e Tecnologie SpA

atmosferica negli intervalli spettrali operativi [12]. Le principali cause di perturbazione nell'infrarosso sono associate all'assorbimento del vapore acqueo e dell'anidride carbonica che dipende dalle concentrazioni di questi gas e dal cammino ottico percorso. Per questi composti nell'atmosfera, si presentano finestre di trasparenza intorno a 1000 nm a 1300 nm e a 1600 nm dove operano con efficienza rivelatori rispettivamente al Si, PbS e InGaAs. Le successive finestre oltre i 3000 nm, presuppongono l'utilizzo di fotorivelatori a più bassa efficienza quali termopile o rivelatori piroelettrici, che rendono più problematica la rilevazione del segnale ottico.

Compatibilmente con le condizioni di trasparenza atmosferica, di inquinamento luminoso e di qualità del segnale ottico, conviene operare nell'intervallo delle lunghezze d'onda minori dove l'emissività mostra minore variabilità a scapito, però della componente del livello del segnale ottico continuo emesso che decresce al diminuire della temperatura del corpo incandescente. Sulla base di queste considerazioni e sullo stato dell'arte dei rivelatori disponibili commercialmente, il trade-off per la determinazione di temperature superiori ai 600 °C, si ottiene con l'indagine ottica nel vicino infrarosso.

In conclusione, le prove di caratterizzazione termica di fiamma finora effettuate nei laboratori del CGS dell'Università di Cagliari, hanno permesso di evidenziare le metodiche sperimentali in grado di fornire misure attendibili della temperatura di una fiamma in diverse condizioni di combustione. In particolare, si sono effettuate misurazioni in cui il contributo all'emissione luminosa della fiamma proveniva principalmente da processi di diseccitazione di natura molecolare (spetti a righe: prima fase) o in condizioni in cui l'emissione luminosa era da attribuire a fenomeni legati alla rilevazione di radiazione elettromagnetica ascrivibile ad emissione da parte di soot incandescente (spettri continui da corpo "nero": seconda fase).

Nello svolgimento delle diverse fasi sperimentali è maturata la convinzione che nella realtà operativa (temperatura di una torcia industriale), la dinamica della combustione che permette di definire la temperatura della fiamma non poteva essere fornita da uno solo dei modelli proposti. Su questa base è stata condotta una simulazione in cui il contributo all'emissione luminosa della sorgente, era originato dalla concomitanza dei due processi ovvero: diseccitazione molecolare da parte delle molecole di idrocarburi sovrapposta all'emissione di corpo "nero" proprie delle particelle di soot.



Saras Ricerche e Tecnologie SpA

In base alle risultanze sperimentali ottenute in laboratorio si è cercato di acquisire sul mercato strumentazione di dimensioni e costi tali da permettere la ingegnerizzazione di un sistema portatile di lettura della temperatura della fiamma della torcia, nei termini e con i limiti richiamati dagli studi fino ad ora eseguiti in laboratorio.

Le indagini di mercato effettuate hanno portato ad individuare ed acquistare per il contributo all'emissione luminosa della fiamma proveniente da processi di diseccitazione di natura molecolare uno spettrometro di piccole dimensioni (148.6 mm x 104.8 mm x 45.1 mm) con un'alta risoluzione spettrale (0,02 nm) che lavora nella regione blu dello spettro visibile, tale da permettere l'acquisizione spettrale necessaria per la lettura della temperatura della fiamma di torcia (vedi figura 5).

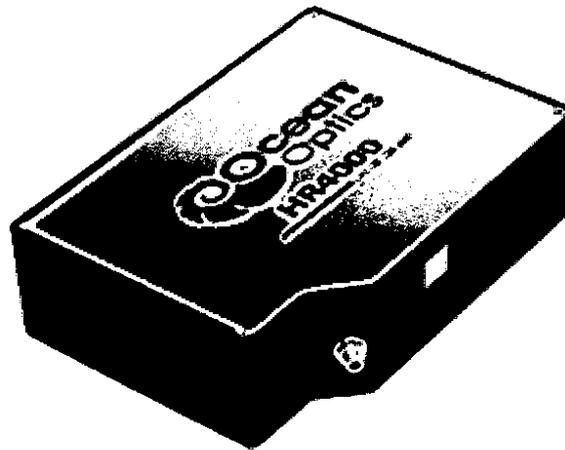


Figura 5. Spettrometro ad alta risoluzione HR4000 prodotto dalla Ocean Optics. L'HR4000 ha una risoluzione di 0,02 nm e dimensioni ridotte: 148.6 mm x 104.8 mm x 45.1 mm

Mentre per quanto riguarda il contributo all'emissione luminosa della fiamma proveniente da emissione di "corpo nero" da parte di soot incandescente le indagini di mercato hanno permesso di individuare ed acquistare



Saras Ricerche e Tecnologie SpA

conseguentemente un pirometro DUAL Band (vedi figura 6) anch'esso di piccole dimensioni (100 H x 148 W x 70 mm D).

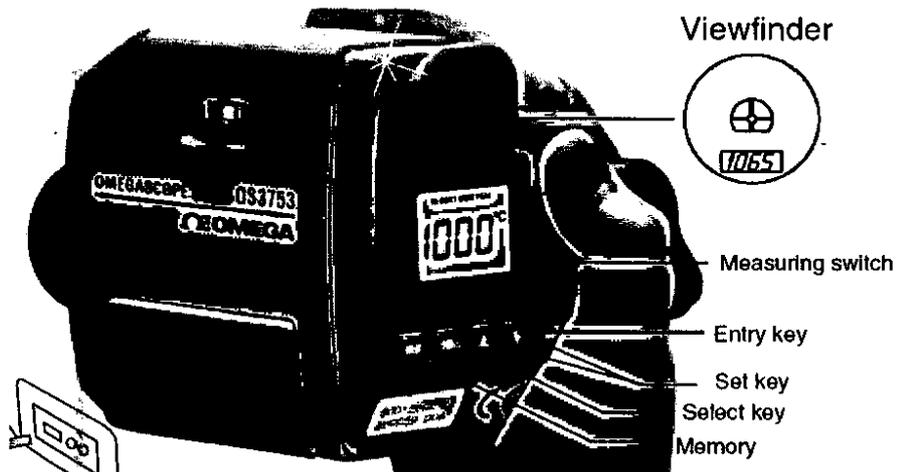


Figura 6. Dual 2-color/single color wide range IR pyrometer

Lo spettrometro ad alta risoluzione HR4000, come già detto, lavora nella porzione blu dello spettro visibile. In questa regione esistono serie di righe spettrali ben note in letteratura che permettono la lettura della temperatura della torcia. Purtroppo lo spettrometro ha evidenziato un limite operativo rappresentato dal fatto che le sue piccole dimensioni consentono di montare in esso un'ottica non adatta per rilevare spettri da sorgenti di luce poco intensa quale la fiamma di una torcia industriale. Pertanto, sebbene l'alta risoluzione spettrale, le piccole dimensioni e il costo dello spettrometro rendessero il sistema combinato spettrometro-pirometro il sistema portatile ideale per la misurazione della temperatura di fiamma di torcia il limite operativo menzionato non ha risposto alle attese.

Sempre nello spirito di ingegnerizzare un sistema che avesse come vincolo fondamentale le dimensioni e il costo si sta valutando la possibilità di sfruttare l'intervallo spettrale del vicino infrarosso tenendo conto delle problematiche che questo comporta. La sperimentazione di laboratorio che attualmente si sta conducendo prevede l'utilizzo di uno spettrometro di piccole dimensioni che permetta di acquisire informazioni nell'intervallo spettrale NIR.