

Edizione italiana

Tecnologie avanzate per la sorveglianza dell'inquinamento atmosferico: i sistemi LIDAR e PIXE

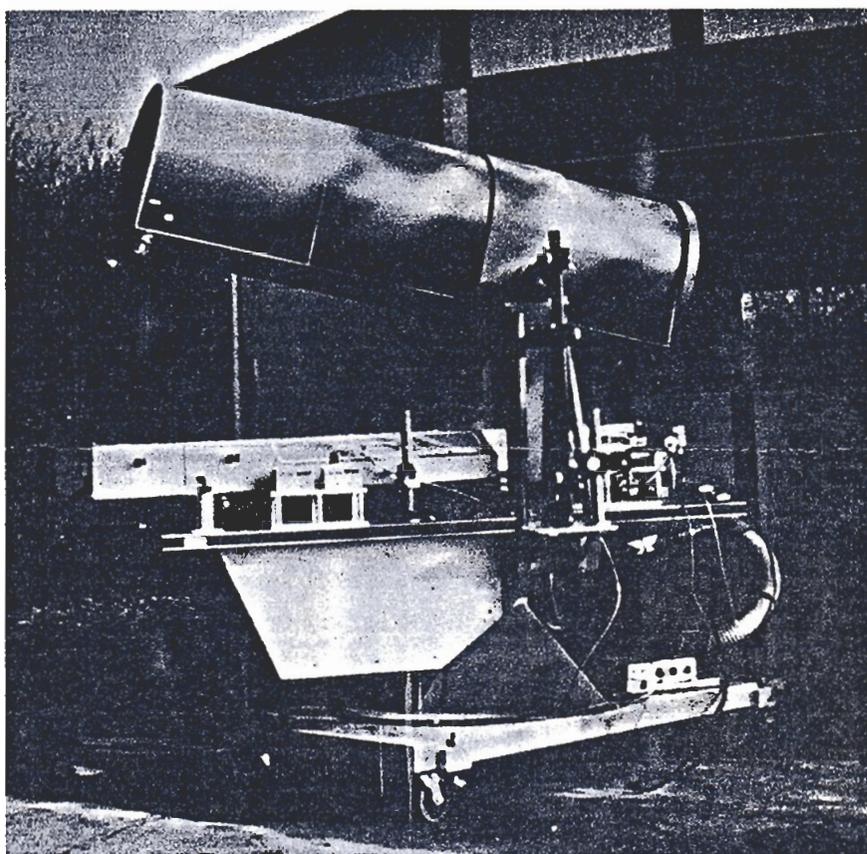
Nell'ambito dello sviluppo di tecnologie avanzate per la protezione dell'ambiente, il CISE mette a disposizione delle industrie ed Enti interessati due sistemi per la rivelazione e il controllo dell'inquinamento atmosferico: il sistema LIDAR ed il sistema PIXE, entrambi sviluppati con il finanziamento dell'ENEL.

Il LIDAR (Light Detection And Ranging system - Rivelatore e telemetro ottico) può considerarsi l'equivalente ottico del RADAR: esso consente di misurare concentrazioni di aerosol e di gas inquinanti in un'area che si estende fino a qualche km dal punto di misura. Il sistema si compone di un laser impulsato (che emette nel visibile e nell'ultravioletto), di un telescopio per la captazione della luce laser retrodiffusa dall'atmosfera, di un sistema elettronico per la ricezione e la digitalizzazione del segnale luminoso captato, e di un mini o microcalcolatore per la registrazione ed elaborazione dei dati e per la gestione della strumentazione.

La risoluzione spaziale è di 15 m. La precisione di misura è di 100 parti per miliardo. Diversamente da tecniche tradizionali, il LIDAR consente misure in tempo reale e utilizza una sola stazione sia per la trasmissione che per la ricezione del segnale luminoso.

Le principali applicazioni del LIDAR riguardano la localizzazione e l'analisi dei fumi emessi da centrali termiche, il controllo della qualità dell'aria in generale, il controllo di perdite da impianti e processi, le misure di inquinanti quali SO_2 , NO_2 , HF, HCl, Cl_2 , CO, NO, NH_3 e idrocarburi.

Il sistema LIDAR è di interesse sia per società produttrici di strumentazione elettroottica, sia per so-



LIDAR a due lunghezze d'onda, per la telerivelazione di inquinamenti gassosi.

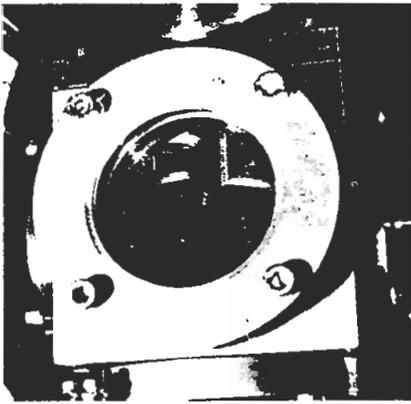
cietà di servizi di sorveglianza ambientale.

Al CISE è stata recentemente realizzata un'unità mobile LIDAR, che verrà impiegata per misure di concentrazione di SO_2 e NO_2 in zone limitrofe a centrali termoelettriche e che, grazie all'elevata risoluzione spaziale del sistema, consentirà anche la determinazione dei parametri di diffusività di SO_2 e NO_2 nei pennacchi degli stessi impianti.

Il sistema PIXE (Particle Induced X-ray Emission - Emissione di raggi X indotta da particelle) si basa sulla spettrometria della fluorescenza X indotta da protoni acce-

lerati sui campioni da analizzare. Questa tecnica, impostasi da alcuni anni quale una delle più efficaci per l'analisi di elementi in tracce, è stata utilizzata al CISE per l'analisi di elementi metallici presenti nelle polveri sospese nell'atmosfera. La sensibilità del metodo è elevata: nella zona degli elementi con numero atomico da 20 a 30 essa è dell'ordine del nanogrammo.

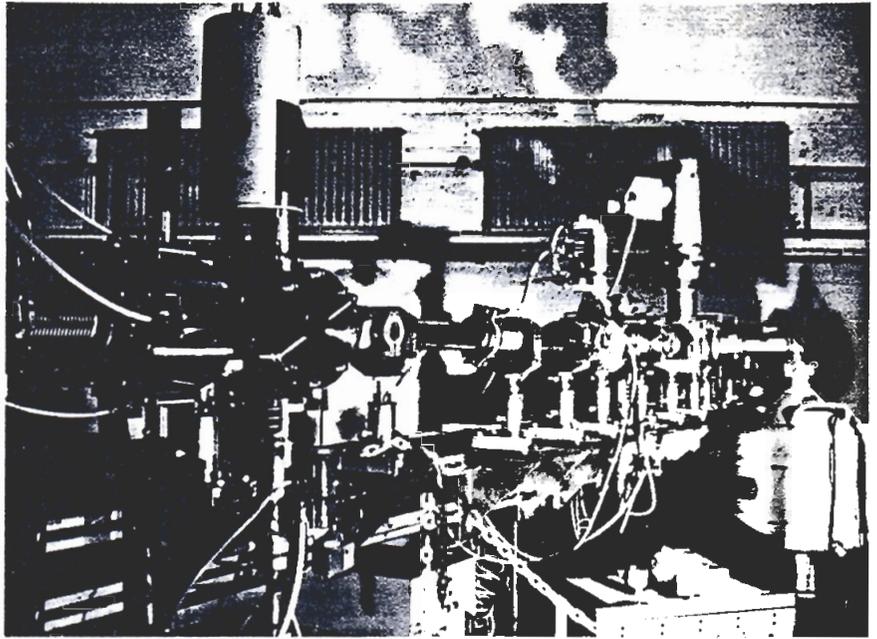
In prelievi di particolato atmosferico effettuati nel corso di analisi di routine - rese possibili grazie all'elevata automazione che caratterizza il sistema PIXE del CISE - in aree a medio tasso di inquinamento, sono stati sistematicamente in-



Camera di irraggiamento del sistema PIXE del CISE: è parzialmente visibile all'interno il portacampioni.

Linea di canalizzazione del fascio di protoni ► del sistema PIXE.

dividuati gli elementi S, Cl, K, Ca, Ti, V, Fe, Cu, Zn, Pb, Br, e, saltuariamente, Cr, Ni, Sr, Rb e Zr. È possibile analizzare il pulviscolo atmosferico suddiviso in frazioni secondo sei gruppi di diametri aerodinamici: ciò consente di risalire ai processi di formazione, trasporto e sedimentazione dell'aerosol, di caratterizzare le sorgenti di inquinamento e di valutare la tossicità del particolato. Per quanto riguarda la tossicità, le dimensioni aerodinamiche influenzano la deposizione del particolato nelle varie zone dell'apparato re-



spiratorio umano, a ciascuna delle quali corrispondono processi di assimilazione e tempi di rimozione molto diversi.

La tecnica PIXE offre numerosi vantaggi rispetto a tecniche tradizionali.

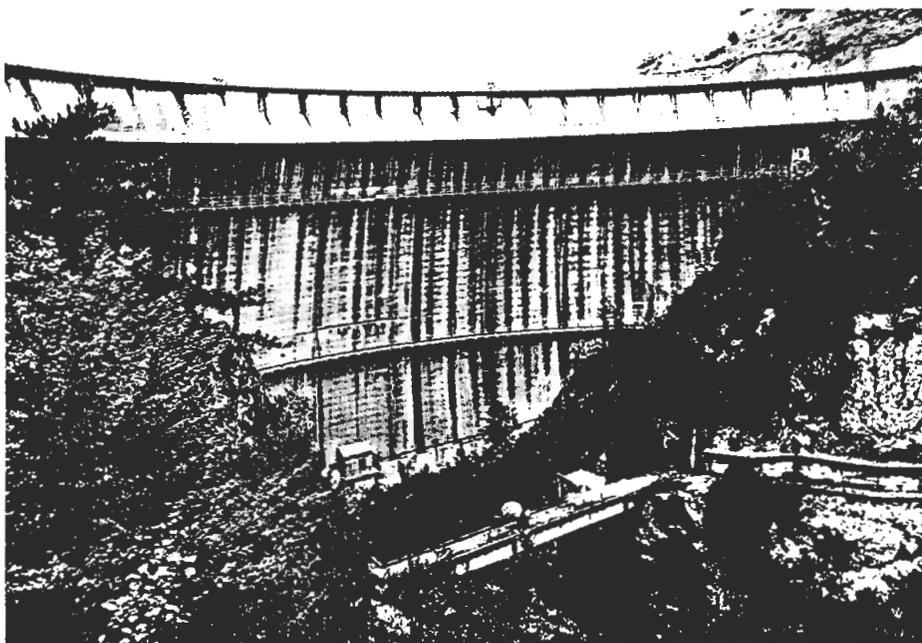
In particolare:

- l'analisi può essere effettuata contemporaneamente su molti elementi e non è distruttiva per il campione di pulviscolo analizzato;
- sono sufficienti campioni da analizzare in quantità minime, anche dell'ordine di 10 nanogrammi;

- non sono richiesti elementi di riferimento interni o manipolazioni dei campioni.

Oltre che nel campo della sorveglianza dell'inquinamento atmosferico, la tecnica PIXE è utilizzabile per la misurazione di inquinanti in tracce in campioni biologici.

Il CISE è in grado di offrire un servizio di attività analitiche basato sulla tecnica PIXE, a costi (per elemento) confrontabili con quelli di tecniche tradizionali. Inoltre, il CISE può effettuare i prelievi dei campioni e l'elaborazione dei risultati delle analisi.



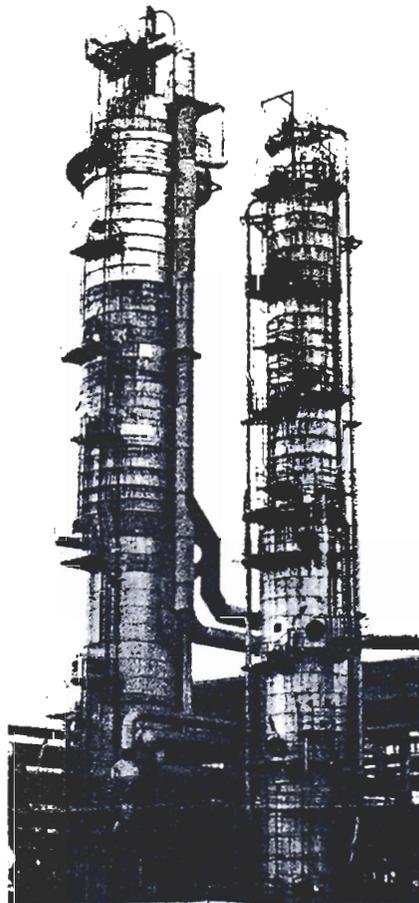
Abbiamo presentato nel numero precedente di CISE Newsletter il sistema LADIR, sviluppato dal CISE per l'analisi dinamica a distanza di strutture meccaniche e civili. Una campagna di misura delle frequenze proprie di una diga ad arco situata nelle Alpi Orientali (v. foto a fianco) effettuata dal CISE con tale sistema ha confermato i vantaggi di questa tecnica innovativa rispetto a quelle tradizionali. L'attività di ricerca e sviluppo relativa al LADIR è stata finanziata dall'ENEL (Ente Nazionale per l'Energia Elettrica).

L'emissione acustica nel controllo non distruttivo

Il CISE ha sviluppato un sistema strumentale multicanale modulare in grado di rivelare, localizzare e caratterizzare in tempo reale le sorgenti di emissione acustica in componenti d'impianto sottoposti a sollecitazione. Per "emissione acustica" (EA) si intende il rilascio localizzato di energia elastica che ha luogo nei metalli nei punti in cui, sotto l'influenza di sollecitazioni esterne, si producono alterazioni anche microstrutturali all'interno dei materiali stessi. Il sistema sviluppato dal CISE, basato su sensori acustici a contatto pure di concezione originale, è stato progettato specificamente per l'impiego in prove di collaudo (ad esempio, la prova a pressione idrostatica di recipienti a pressione). Il CISE ha inoltre sviluppato un sistema strumentale per la sorveglianza continua di componenti in esercizio, che consente l'auscultazione continua e la memorizzazione automatica dei segnali di EA anche per una durata illimitata, con elaborazione ad opportuni intervalli di tempo.

I settori di applicazione di questi sistemi strumentali spaziano da quello chimico e petrolchimico (reattori chimici, torri di distillazione, serbatoi di stoccaggio, aste di perforazione), a quello della produzione di energia elettrica da fonte sia tradizionale che nucleare (recipienti a pressione, tubazioni, condotte forzate); dai trasporti (componenti di aeromobili, navi, autoveicoli, funivie; serbatoi e contenitori per il trasporto di merci), alle strutture off-shore (piattaforme marine, tubazioni sottomarine). Questa tecnica di controllo non distruttivo è applicabile anche alle strutture civili o industriali costituite da materiali non metallici, quali ponti, dighe, ecc.

Rispetto ai metodi di controllo non distruttivo tradizionali, l'auscultazione dell'EA presenta due particolari vantaggi: da un lato, permette, con un numero limitato di sensori disposti sulle strutture da esaminare, l'ispezione o la sorveglianza di tutti i suoi punti, nessuno escluso; dall'altro, fornisce informazioni sui difetti in evoluzione nella struttura nel corso della prova o durante l'esercizio, al momento stesso in cui l'evoluzione ha luogo.



Con i sistemi di EA sviluppati il CISE ha effettuato, nell'ambito di apposite commesse, numerosi rilievi su impianti e componenti industriali, anche in esercizio. Citiamo, in particolare, le misure di EA su un recipiente a pressione di impianto nucleare, su biforcazioni di condotte forzate, su torri di distillazione di impianti petrolchimici, su piattaforme galleggianti.

Il CISE è a disposizione dell'industria italiana per l'effettuazione su commessa di controlli non distruttivi basati sull'EA ed è inoltre disponibile per la cessione del know-how relativo ai sistemi strumentali citati.

Componenti sottoposti a controllo non distruttivo mediante sistemi di rivelazione di emissione acustica: a sinistra, torri di impianto petrolchimico; sotto, componente di piattaforma galleggiante.



Sistema strumentale multicanale modulare, sviluppato dal CISE per la rivelazione, localizzazione e caratterizzazione in tempo reale di sorgenti di emissione acustica in componenti d'impianto sottoposti a sollecitazione.

Sonde per il rilievo della conducibilità e diffusività termica di rocce, calcestruzzi, isolanti termici

La determinazione della conducibilità e diffusività termica di materiali porosi (eventualmente umidi) e di materiali termo-isolanti riveste un interesse particolare in vari settori applicativi; ad esempio: in ingegneria civile (nella caratterizzazione di calcestruzzi e isolanti termici); in geotermia (nell'analisi sulla consistenza di risorse energetiche endogene); in agronomia (nella caratterizzazione di terreni).

Il CISE ha sviluppato, nell'ambito di commesse dell'ENEL, un sistema automatizzato per il rilievo della

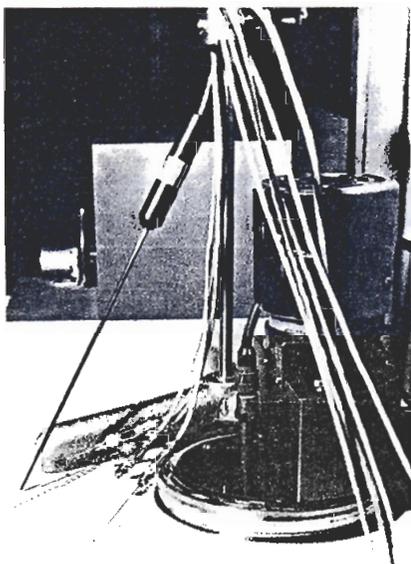
conducibilità e diffusività termica dei materiali succitati.

Tale sistema viene messo a disposizione delle società operanti in questi settori (con particolare riferimento ai produttori di cementi, alle società di geotecnica, ai produttori di materiali isolanti termici, ai costruttori di dighe e di altri grandi manufatti di ingegneria civile, alle stazioni sperimentali di agronomia).

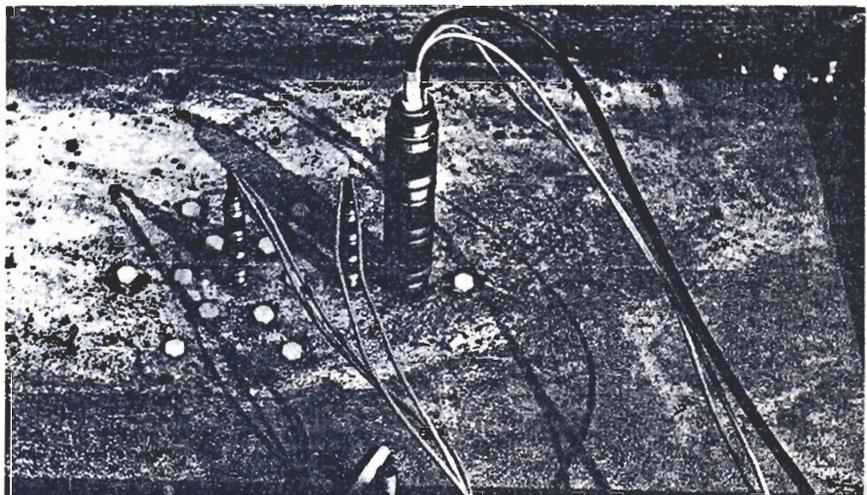
Il sistema si fonda sull'impiego di sonde ad ago di Maxwell, progettate, realizzate e tarate al CISE, costituite da uno o più termistori e da un elemento elettrico riscaldante lineare, contenuti in una guaina di acciaio inossidabile. Le dimen-

sioni di tali sonde variano in funzione dell'utilizzo; per misure su calcestruzzi e rocce si possono avere diametri esterni compresi tra 0,8 mm e 15 mm, e lunghezze comprese tra qualche centimetro e 100 cm circa.

Mediante le sonde termiche CISE è possibile misurare valori di conducibilità termica nell'intervallo compreso tra 3×10^{-3} e 3×10^{-1} $W \cdot cm^{-1} / ^\circ C$ e valori di diffusività da 0,001 a 0,1 cm^2/s , con una precisione del 2%. Le sonde vanno inserite in fori predisposti nei materiali in esame. Le misure possono essere effettuate sia in laboratorio su provini dimensionati ad hoc, sia in situ.



Sonde ad ago di Maxwell per misure di conducibilità e diffusività termica di rocce, calcestruzzi e materiali termo-isolanti. È visibile a destra il relativo sistema di taratura.



Misura della conducibilità termica del calcestruzzo mediante sonde ad ago di Maxwell, nel cunicolo di una diga di impianto idroelettrico.

Giornata di Studio "La produzione combinata di energia termica ed elettrica nell'industria alimentare: applicazioni e prospettive"

Organizzata congiuntamente dal CISE e dall'AITA (Associazione Italiana di Tecnologia Alimentare), si è svolta al CISE, l'8 ottobre 1981, una Giornata di studio sul tema "La produzione combinata di energia termica ed elettrica nell'industria alimentare: applicazioni e prospettive".

Sono state esaminate le possibilità di applicazione e le prospettive di diffusione di questa tecnologia, af-

frontando diverse problematiche; in particolare: la compatibilità della produzione combinata con i profili d'uso dell'energia nelle singole aziende alimentari; i problemi di dimensionamento e scelte del macchinario e dei combustibili; i problemi legislativi, organizzativi e di finanziamento per l'industria alimentare.

Hanno presentato relazioni, oltre al CISE e all'AITA, la Facoltà di Agraria dell'Università di Milano, la

Franco Tosi, il CNEN, l'ENEL, la SNAM e la FIAT TIG.

Per ulteriori informazioni sulle notizie pubblicate rivolgersi alla Direzione Commerciale oppure alla Segreteria Generale del CISE, Casella postale 12081 - 20100 Milano - Telefono: (02) 2133241 - Telegrammi: CISE-NERG - Milano - Telex: 311643 CISE I.