

MONITORAGGI OLFATTIVI TRAMITE NASI ELETTRONICI

(A0024r001 del 28/10/2010)

1. La partnership Progress/SACMI

1.1 Il progetto di sviluppo Progress/SACMI

Dal 2003 Progress S.r.l. ha avviato una stretta collaborazione con SACMI e con il Politecnico di Milano per lo sviluppo di nasi elettronici di nuova generazione pensati per l'esecuzione di monitoraggi ambientali. Infatti la tecnologia dei sistemi olfattivi elettronici non è nuova nell'industria alimentare, per esempio, ma solo da pochi anni, anche a livello mondiale, è studiata per applicazioni ambientali. SACMI che già produceva nasi elettronici come sistemi di controllo di processo nell'industria alimentare, ha creduto fin da subito con Progress S.r.l. nel progetto di sviluppo ed applicazione dei nasi elettronici in campo ambientale.

In questi anni Progress S.r.l. ha eseguito molti monitoraggi impiegando in campo i nasi elettronici di SACMI, permettendo di individuare e suggerire a SACMI, insieme al Politecnico di Milano, vie di sviluppo dello strumento e di testare sul campo tutte le innovazioni sullo strumento di volta in volta elaborate da SACMI. In particolare è stato determinante il contributo di Progress S.r.l. nella messa a punto della fase di addestramento dei nasi elettronici, poiché questa fase può essere realizzata solo utilizzando l'olfattometria dinamica.

Il risultato tangibile di questa lunga collaborazione è il **sistema olfattivo elettronico "EOS Ambiente"** (EOS è acronimo di Electronic Olfactory System), che si presenta come il miglior prodotto per queste applicazioni presente sul mercato italiano, e non solo.



Figura 1. Un EOS Ambiente SACMI installato al perimetro di un impianto.

1.2 Progress S.r.l. distributore esclusivo degli EOS Ambiente SACMI

Progress S.r.l. esegue monitoraggi olfattivi impiegando i nasi elettronici SACMI. Secondo le proprie esigenze, il Cliente può:

- **acquistare** direttamente da Progress S.r.l. (che li commercializza in esclusiva) uno o più nasi elettronici EOS Ambiente SACMI; questa scelta è particolarmente indicata nei casi di monitoraggi in postazioni fisse;
- richiedere a Progress S.r.l. **l'esecuzione di un monitoraggio ambientale tramite nasi elettronici**, senza procedere all'acquisto del naso elettronico; in questo caso, Progress S.r.l. installerà presso il sito di monitoraggio uno o più nasi elettronici fra quelli del proprio "parco nasi"; questa scelta è particolarmente indicata nei casi di monitoraggi in postazioni temporanee, specie se di breve durata (poche settimane).

Ai Clienti intenzionati ad installare in postazione fissa (per esempio al perimetro dell'impianto di cui sono gestori) un naso elettronico, Progress S.r.l. fornirà:

- il sistema olfattivo elettronico EOS Ambiente SACMI;
- il servizio di addestramento del naso elettronico specifico per le classi olfattive (tipi di odori e tipi di sorgenti di odore) che il naso elettronico dovrà riconoscere; a questo scopo Progress S.r.l. eseguirà dei campionamenti di aria e dei monitoraggi olfattometrici presso le sorgenti di odore selezionate;
- la formazione del personale del Cliente all'impiego dello strumento e all'interpretazione dei risultati;
- l'assistenza, in collaborazione con SACMI, per la manutenzione, il mantenimento in efficienza e l'eventuale aggiornamento dello strumento (sia hardware che software);
- i servizi di eventuale ri-addestramento che si rendessero necessari qualora cambi lo scenario emissivo (ossia siano installate nuove sorgenti di odore o modificate le attuali) o qualora lo strumento sia ricollocato altrove (e quindi cambi completamente lo scenario emissivo su cui il naso deve essere addestrato).

2. Cos'è il naso elettronico

2.1 Un sistema di monitoraggio innovativo

EOS Ambiente è un sistema innovativo per il **monitoraggio in continuo dell'impatto olfattivo in aria ambiente** delle emissioni odorigene.

Il sistema EOS Ambiente consente di effettuare in continuo ed in automatico:

- il **riconoscimento** qualitativo di sorgenti odorigene;
- la determinazione quantitativa della **concentrazione di odore** dell'aria analizzata.

Il sistema olfattivo elettronico EOS Ambiente SACMI è specificatamente progettato per essere installato in campo per lunghi periodi di tempo.

2.2 Principi di funzionamento

Il sistema di monitoraggio olfattivo EOS Ambiente impiega una **matrice di sei sensori** di gas ad ossidi metallici semiconduttori (M.O.S.), collocati all'interno di un'opportuna cella di misura termostata (camera sensori brevettata). I sensori M.O.S. sono di tipo conduttometrico ed interagiscono con le sostanze odoranti variando la loro risposta in termini di conducibilità elettrica.

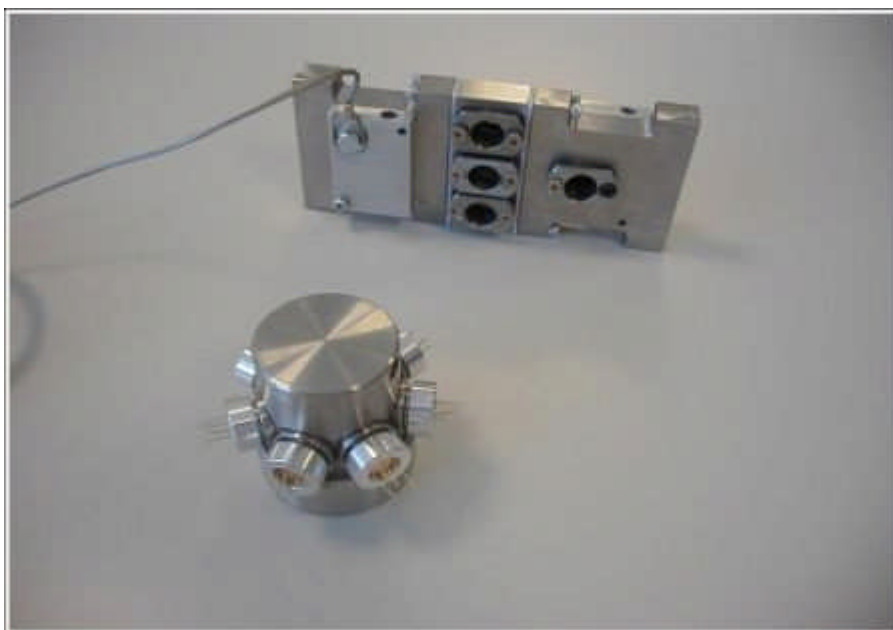


Figura 2. La camera dei sensori SACMI

I sei sensori sono fra loro diversi, in modo che ciascuno dia una risposta diversa. Si può immaginare che ciascun sensore agisca come uno scatto di macchina fotografica, eseguito da una diversa angolazione su uno stesso oggetto contemporaneamente. Combinando i segnali dei sei sensori si ottiene "**l'impronta olfattiva**" dell'aria odorigena analizzata, similamente a come, combinando più viste prospettiche di un oggetto, se ne intuisce la forma tridimensionale.

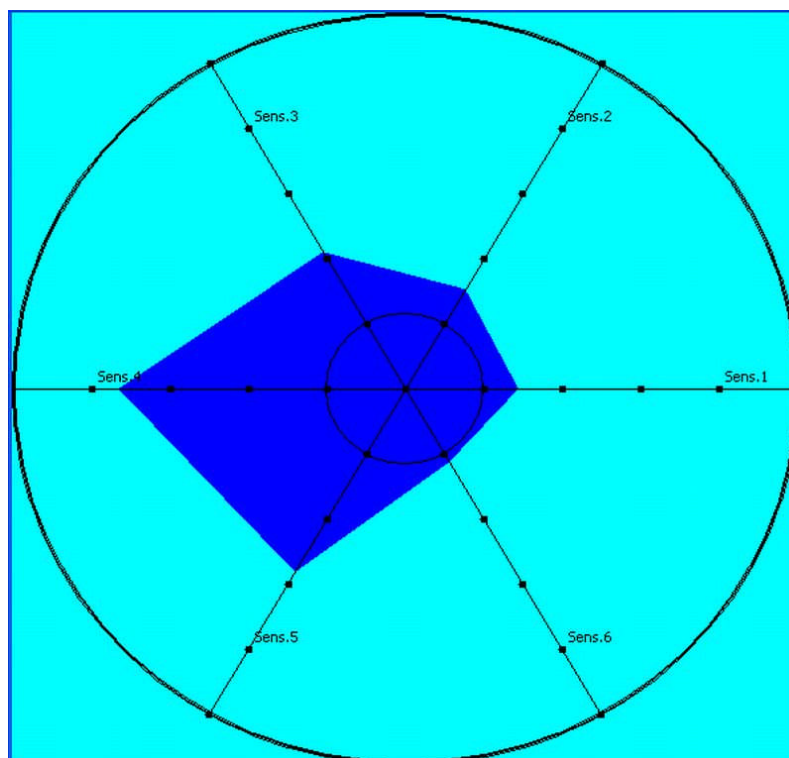


Figura 3. Un esempio di impronta olfattiva, con la risposta di ciascuno dei 6 sensori.

2.3 *Obiettivi di un monitoraggio con nasi elettronici*

I monitoraggi con nasi elettronici hanno solitamente uno degli obiettivi seguenti:

- **tenere sotto controllo 24h/24h** sul lungo termine l'impatto olfattivo sul territorio delle emissioni di un impianto;
- evidenziare andamenti stagionali dell'impatto olfattivo sul territorio;
- fungere da **sistema di allarme** qualora per eventi accidentali si verificano emissioni anomale;
- monitorare l'impatto di un impianto con sorgenti molteplici e/o complesse (come una discarica);
- determinare sperimentalmente l'impatto olfattivo di **uno o più impianti vicini** sul territorio, per individuare quale sia l'impianto principalmente responsabile di un disturbo olfattivo percepito dalla popolazione;
- quantificare sperimentalmente quale sia **l'impatto effettivamente percepito dalla popolazione** in un contesto in cui la popolazione si lamenta di subire un disturbo olfattivo sistematico;
- confrontare l'impatto olfattivo di un impianto con dei **livelli di riferimento**, per verificare se l'impatto olfattivo sulla popolazione sia entro livelli tollerabili; in Italia infatti non esistono attualmente valori limite nazionali sull'impatto olfattivo, ma è prassi l'adozione di alcuni criteri di accettabilità dell'impatto, derivati da regolamenti locali o esteri;
- determinare l'impatto complessivo di un impianto, anche nei casi in cui vi siano sorgenti diffuse o fuggitive o sorgenti ad emissione molto variabile che talvolta non possono essere compiutamente caratterizzate sul piano dei parametri di emissione olfattiva; questo obiettivo è particolarmente importante quando, a causa della complessità dello scenario emissivo (emissioni diffuse o variabili o intermittenti), la simulazione dell'impatto tramite **modelli di dispersione** fornisca risultati apparentemente difformi rispetto all'impatto olfattivo desumibile dalle lamentale della popolazione.

Secondo quale sia l'obiettivo prevalente del Cliente, può essere progettato uno dei seguenti tipi di monitoraggio mediante nasi elettronici:

- **monitoraggio in postazione fissa**: si installa un naso elettronico in una posizione fissa (per esempio al perimetro dell'impianto, o nei pressi di un gruppo di ricettori sensibili), in modo che il naso rilevi in continuo, per molti mesi o anni, l'impatto olfattivo, registrando per esempio fenomeni di picco o permettendo di correlare fenomeni di maggiore impatto e condizioni atmosferiche sfavorevoli alla dispersione degli odori;
- **monitoraggio in postazione temporanea**: si installano uno o più nasi elettronici (in genere almeno due) sul territorio, per un tempo variabile da una a poche settimane; elaborando i risultati immagazzinati dai nasi elettronici in questo periodo di tempo, si può determinare quale sia la sorgente che produce l'impatto maggiore, determinare quale sia l'impatto complessivo di ciascuna sorgente o impianto o verificare se e quanto l'impatto delle sorgenti di odore sia variabile nel tempo, soprattutto in funzione di variazioni delle emissioni.

2.4 *Olfattometria dinamica vs. Naso elettronico*

Olfattometria dinamica (norma EN 13725) e nasi elettronici sono metodi distinti per monitorare gli odori industriali, agricoli o zootecnici. I due metodi sono in un certo senso complementari, ma secondo l'obiettivo del monitoraggio uno è più adatto dell'altro.

- L'olfattometria dinamica trova il suo impiego precipuo nella determinazione della concentrazione di odore di emissioni, cioè alla sorgente (camini, biofiltri, vasche reflui, ecc.), prima che l'aria odorigena sia

rilasciata nell'atmosfera e diluita nell'atmosfera stessa; l'olfattometria dinamica si applica all'analisi di campioni aventi concentrazioni superiori alla soglia di percezione olfattiva. Al contrario il naso elettronico è progettato per **analizzare l'aria ambiente** (le cosiddette immissioni o "ricadute") quando le emissioni sono già diluite dall'aria esterna, e le sostanze odorigene raggiungono concentrazioni proprio nell'intorno della soglia di percezione olfattiva; il naso elettronico serve cioè per **rilevare l'odore proprio laddove l'odore può essere percepito dalla popolazione** (per esempio: al confine dello stabilimento, in una piazza o nel giardino di un'abitazione). Progress S.r.l. e SACMI hanno come oggetto di ricerca attuale l'applicazione dei nasi elettronici anche al monitoraggio in continuo delle emissioni (come parte, per esempio, dei sistemi automatici "SME"), ma al momento la ricerca è concentrata su alcune applicazioni specifiche, impiegando nasi elettronici progettati "ad hoc".

- L'olfattometria dinamica è il metodo ufficialmente riconosciuto per la determinazione della concentrazione di odore. Tuttavia, se in fase di addestramento del naso elettronico si forniscono al software del naso stesso anche informazioni sulla concentrazione di odore dei campioni usati per l'addestramento, anche il naso elettronico produce una stima della concentrazione di odore dell'aria analizzata durante il monitoraggio.
- L'olfattometria dinamica permette la determinazione della concentrazione di odore in un singolo istante, perché (salvo casi particolari) il campionamento dell'aeriforme da analizzare mediante olfattometria dinamica dura poche decine di secondi, e la concentrazione di odore misurata mediante olfattometria dinamica si riferisce solo al campione analizzato, cioè all'emissione nel solo istante del campionamento. Al contrario il naso elettronico è progettato per rilevare l'odore nell'aria ambiente "**in continuo**", cioè continuativamente per giorni, settimane o anni; in questo modo si tiene conto sia del fatto che l'odore che può giungere presso un dato ricettore dipende anche dalle condizioni meteorologiche, sia del fatto che l'emissione stessa può variare significativamente nel tempo.

2.5 Campi di applicazione dei nasi elettronici

I monitoraggi tramite nasi elettronici (o "monitoraggi senso-strumentali") trovano perfetto impiego in particolare nei casi seguenti:

- quando sono presenti sul territorio più sorgenti di odore (più impianti oppure più sorgenti all'interno di un impianto complesso) e si desidera capire **quale sia la sorgente che presso un dato ricettore produce l'impatto maggiore** (ossia qual è la sorgente della quale l'odore è avvertibile per più tempo);
- quando l'impianto che presumibilmente produce l'impatto olfattivo ai ricettori presenta **sorgenti estese** (es.: discariche, impianti di trattamento rifiuti con stoccaggi di rifiuti all'aperto), oppure **sorgenti fuggitive** (serbatoi non a tenuta, impianti di digestione anaerobica, impianti chimici con piping complesso, ecc.), poiché questi tipi di sorgenti sono difficilmente monitorabili con le tecniche classiche;
- quando le emissioni di odore sono molto **variabili nel tempo** (es.: impianti di depurazione rifiuti liquidi industriali, discariche di rifiuti urbani);
- quando un **microclima complesso** (es.: forte variabilità della direzione del vento) rende difficile simulare con precisione la dispersione dell'odore emesso da una o più sorgenti.

In sostanza, il naso elettronico si rivela potente ed insostituibile quando sia necessario monitorare l'impatto sul territorio in continuo, specie nei casi in cui i limiti intrinseci dell'olfattometria dinamica non permettono di monitorare compiutamente ed esaustivamente le emissioni che producono l'impatto olfattivo.

A titolo esemplificativo, il naso elettronico può efficacemente essere usato per il monitoraggio dell'impatto olfattivo di:

- discariche
- impianti di selezione e trattamento dei rifiuti urbani
- impianti di digestione anaerobica con produzione di biogas
- impianti di compostaggio
- impianti di produzione di CDR
- inceneritori e termovalorizzatori
- depuratori di acque reflue civili ed industriali
- attività agricole o zootecniche
- impianti di trattamento di scarti animali (rendering)
- raffinerie
- impianti chimici

In particolare, l'acquisto e l'installazione di un naso elettronico EOS Ambiente SACMI in postazione fissa sono utili:

- ai **gestori di impianti** industriali (in senso lato) o attività agricole che intendano o siano obbligati a tenere sotto costante controllo l'impatto olfattivo complessivo del proprio impianto, soprattutto nei casi di impianti con scenari emissivi complessi e caratterizzati anche da sorgenti estese o fuggitive;
- alle **istituzioni** (Amministrazioni Comunali, ARPA, ecc.) o alle **associazioni di cittadini** che desiderino mantenere un monitoraggio costante dell'impatto olfattivo prodotto presso un dato ricettore da una o più attività dislocate sul territorio.

3. Svolgimento di un monitoraggio con nasi elettronici

3.1 Addestramento del naso elettronico

L'addestramento dello strumento rappresenta la prima fase fondamentale del monitoraggio mediante naso elettronico. Poiché il naso elettronico non riconosce i singoli composti odorigeni, ma restituisce nel tempo l'impronta olfattiva dell'aria che analizza, esso **deve essere addestrato**, cioè deve essere composto nel naso elettronico il database delle impronte olfattive che l'aria potrebbe assumere per effetto delle emissioni di odore circostanti. Questo database è costituito fornendo allo strumento l'archivio di dati necessario al successivo riconoscimento degli odori. Concretamente si tratta di sottoporre al naso elettronico campioni di qualità olfattiva nota a diversi valori noti di concentrazione di odore e "etichettare" ciascun campione sottoposto al naso elettronico; si deve cioè, nel software del naso, attribuire a ciascuna analisi effettuata e registrata una classe olfattiva (sorgente o tipo di odore) e una concentrazione di odore.

E' necessario quindi anzitutto identificare le **classi olfattive** di interesse, ossia le principali sorgenti di odore che potrebbero dare luogo ad impatto olfattivo presso i ricettori sensibili.

Poi si esegue un campionamento (con metodi e attrezzature analoghi a quelli prescritti per l'olfattometria dinamica) delle potenziali sorgenti di odore individuate sul territorio ove sono ubicati i ricettori sensibili.

I campioni odorigeni prelevati sono quindi:

- sottoposti a prova mediante olfattometria dinamica (UNI EN 13725), per determinarne la concentrazione di odore;
- diluiti con aria neutra in proporzione nota per produrre da essi nuovi campioni contenenti gli stessi identici composti odorigeni (quindi lo stesso odore) ma aventi concentrazione di odore minore e nota.

Sia i campioni originali sia quelli diluiti prodotti dai primi sono quindi sottoposti al naso elettronico, che registra in memoria per ogni campione i risultati di analisi, cui l'operatore (che conosce di ogni campione sia la classe olfattiva che la concentrazione di odore) assegna la corrispondente "etichetta" nel software.

3.2 Installazione del naso elettronico e analisi dell'aria ambiente

Dopo l'addestramento, il naso elettronico, provvisto del software con la banca dati prodotta durante l'addestramento, può essere installato in campo.

Le postazioni più indicate ove installare il naso elettronico sono:

- un luogo all'interno del perimetro dello stabilimento ove hanno luogo le emissioni di odore; per esempio, una zona vicino al perimetro dello stabilimento;
- un luogo nei pressi dei ricettori sensibili (abitazioni, locali pubblici, ecc.) ove è o potrebbe essere avvertito l'impatto olfattivo delle emissioni dello stabilimento.

Secondo i casi, possono essere installati all'interno e all'esterno dello stabilimento (o degli stabilimenti) uno o più nasi elettronici. Tutti i nasi elettronici installati saranno attivi (ossia analizzeranno l'aria ambiente) contemporaneamente, per un periodo di tempo variabile secondo le necessità del Cliente (solitamente da una a quattro settimane).

Durante il periodo di installazione, il naso analizza l'aria in continuo, registra i segnali rilevati dai sensori ed esegue il **riconoscimento**, ossia confronta "l'impronta olfattiva" dell'aria analizzata con i dati di riferimento pre-registrati durante l'addestramento e attribuisce all'aria analizzata una delle **classi olfattive** presenti nel database.

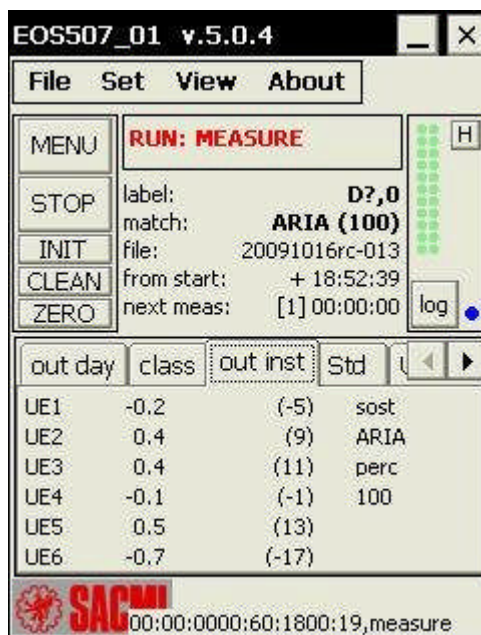


Figura 4. Interfaccia utente dell'EOS Ambiente SACMI

Durante il periodo di installazione è possibile tenere sotto controllo giornalmente l'andamento dei dati registrati tramite un report prodotto automaticamente dal software.

3.3 *Elaborazione dei dati registrati dai nasi elettronici in campo*

I dati registrati dai nasi elettronici durante l'installazione in campo sono scaricati ed elaborati da Progress S.r.l. per ottenere i risultati complessivi del monitoraggio, ossia in particolare:

- la **percentuale di tempo** durante il quale il naso elettronico ha riconosciuto odore proveniente da ciascuna sorgente (o tipo di sorgente);
- la percentuale totale di tempo durante il quale il naso elettronico ha riconosciuto odore proveniente dallo stabilimento (o da ciascuno degli stabilimenti); questa percentuale totale è considerata un appropriato **indice di impatto** delle sorgenti di odore dello stabilimento.

Per esempio, elaborando i dati registrati dal naso elettronico, sarà possibile affermare che, presso il ricettore sensibile ove il naso elettronico era installato, è stata rilevata per il 10% del tempo la presenza di odore emesso dalla sorgente 1 dell'impianto A, per il 5% l'odore emesso dalla sorgente 2 dell'impianto A, per il 2% l'odore della sorgente 1 dell'impianto B e per il resto è stata rilevata aria neutra (ossia non è stato riconosciuto nessuno degli odori sui quali il naso era stato addestrato).