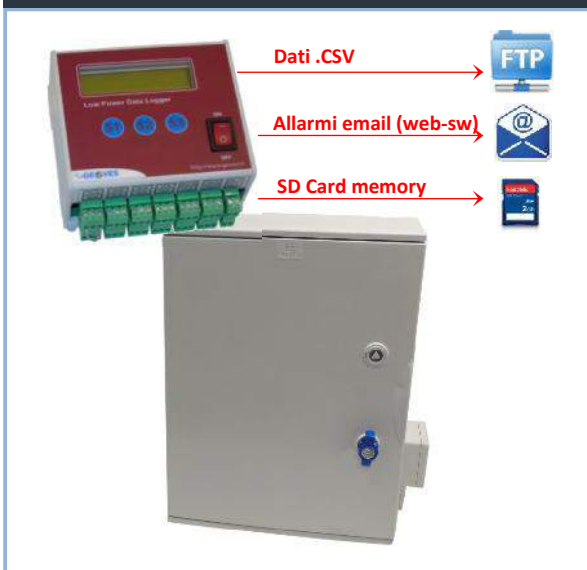


**LPDL-SMART-CITY - SISTEMA DI MONITORAGGIO  
INQUINANTI ATMOSFERICI (Rev.0 30112021)**

**LPDL Smart City** è un sistema di monitoraggio degli inquinanti atmosferici costituito da un datalogger **LPDL Geoves** e da una serie di sensori elettrochimici per la misura degli inquinanti atmosferici e dei parametri meteorologici ed ambientali; è completamente configurabile sia per tipologia sia per numero di sensori, ottenendo così un sistema personalizzato in base alle specifiche esigenze dell'applicazione.

LPDL Smart City consente sia il monitoraggio dei dati con trasmissione **GPRS su area FTP** sia l'invio di **allarmi via email** (con l'applicativo web **MeteoGraph**) al superamento di soglie programmabili.

Grazie alla realizzazione con tecnologie all'avanguardia, LPDL presenta un bassissimo consumo che gli consente di funzionare anche con batterie di dimensioni ridotte ottenendo così un dispositivo molto compatto e a basso impatto ambientale.

La tecnologia wireless abbinata ad un'alimentazione autonoma consentono di installare LPDL in qualsiasi punto di interesse costituendo di fatto una rete in telemisura.

LPDL ha un'elevata versatilità di collegamento di numerosi trasduttori per il monitoraggio ambientale ed industriale, rendendolo estremamente adattabile a qualsiasi applicazione meteorologica, micro-climatica, geotecnica o per qualsiasi altra applicazione di monitoraggio a distanza.

LPDL è alloggiato in un box stagno per esterni pertanto può essere impiegato in qualsiasi ambiente interno o esterno; è estremamente facile da installare grazie alla staffa universale posta sul retro che consente di montare il dispositivo su pali o elementi a sezione circolare di qualsiasi diametro o a parete.

**Sensori SAirHR assemblati nel box LPDL Smart City per la misura della qualità dell'aria**

I sensori SAirHR sono sensori di misura costituiti da un sistema miniaturizzato che utilizza un microprocesso intelligente con tecnologia di rilevamento del gas elettrochimico a polimeri solidi ad alta affidabilità e calcolo intelligente dell'algoritmo. Ogni sensore elettrochimico è costituito da tre elettrodi: l'elettrodo di lavoro (anodo), il contro elettrodo (catodo) e l'elettrodo di riferimento. Il gas da analizzare viene diffuso attraverso una membrana sull'elettrodo sensibile; a seconda del gas da monitorare, l'ossidazione avviene sull'anodo o sul catodo e quindi la concentrazione sarà proporzionale al segnale elettrico generato tra i due elettrodi.

L'affidabilità della misura è ottenuta limitando l'effetto delle variazioni di umidità mediante speciali accorgimenti costruttivi prima del campionamento che isolano la parte sensibile dei trasduttori dalla parte elettrica ed elettronica di gestione e trattamento della misura.

La miniaturizzazione dei nostri sensori ed il loro consumo energetico contenuto, permettono l'utilizzo e l'installazione di più stazioni di misura che possono essere direttamente collegate in una rete wireless GPRS al fine di permettere il monitoraggio di grandi aree.



**Dati tecnici del datalogger**

<b>Modello base</b>	<b>LPDL</b>
<b>Canali I/O</b>	<b>8 ingressi analogici</b> (+ 8 opzionali su interfaccia di espansione mod. Expa8) per sensori meteorologici, sensori geotecnici o analizzatori chimici <b>2 ingressi digitali optoisolati</b> per sensori con uscita impulsiva fino a 50KHz (anemometri, misuratori di portata, ecc...), sensori con uscita in bassa frequenza (pluviometri), sensori con uscita contatempo (es. eliofanometri, bagnatura foglie, ecc..) e segnali di stato on/off (contatto pulito) <b>1 ingresso analogico diagnostico</b> per monitor tensione di batteria <b>1 ingresso seriale</b> per interfacciamento sensori intelligenti ( <b>n.1 sonda multiparametrica SMx</b> per l'analisi delle acque)
<b>Elaborazione dati</b>	Min, Max, media aritmetica, media trigonometrica, deviazione standard, turbolenza; sommatoria; dato diagnostico della tensione di batteria. Misure calcolabili (se presenti i sensori meteo che consentono il calcolo): Evapotraspirazione Et0, TD Temperatura di dew point, TWB temperatura di bulbo umido, Wind Chill
<b>Gestione allarmi</b>	) <b>In locale:</b> via SMS su configurazione Butterfly con max 8 misure analogiche ) <b>Da remoto:</b> Da software web MeteoGraph (con invio degli allarmi via email)
<b>Orologio datario</b>	RTC interno; aggiornamento automatico con link GPRS (se presente) su server NTP
<b>Campionamento</b>	2s
<b>Memorizzazione misure</b>	Programmabile 5-10-15-30-60' (1' o altri su richiesta) su SD Card da 2GB con gestione dati circolare 500gg
<b>Interfacce di comunicazione</b>	n.1 RS232 n.1 porta seriale commutata n.1 porta I2C
<b>Trasmissione dati</b>	Wireless: GSM/GPRS via FTP (via e-mail su richiesta) Via cavo: RS232, RS485, LAN 10/100Mbit con software Geodesk gratuito per lo scarico dati Programmabile 5-10-15-30-60' (1' o altri su richiesta)
<b>Interfacciamento locale</b>	n.3 tasti multifunzione display LCD 2righe 16 crt. a pagine scorrevoli
<b>Temperatura operativa</b>	-40...+80°C
<b>Alimentazione</b>	10...14.4Vdc (tipica 12Vdc) Regolatore interno di carica batteria da pannello fotovoltaico con monitor (disattivazione del carico <10,5Vdc, ri-attivazione >12Vdc)
<b>Consumi</b>	<10mA@12Vdc
<b>Protezione</b>	IP20 (per interni)
<b>Fissaggio</b>	Barra DIN
<b>Dimensioni (Lxhxp)</b>	105x110x55mm
<b>Connessione sensori</b>	morsetti estraibili con contatti a vite
<b>Conformità</b>	WMO, IEC60904, D.Lgs.36/2003

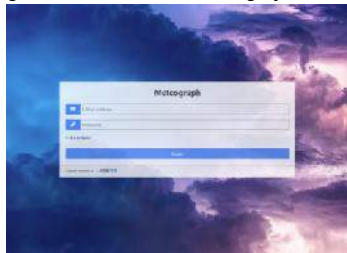
<b>ACCESSORI</b>	
<b>Sistema di alimentazione da pannello fotovoltaico</b>	) n.1 pannello fotovoltaico da 30W (o più), Vnom. 12Vdc, Vmax 21Vdc@1000W/m <sup>2</sup> @ 25°C ) n.1 batteria da 12Vdc/12Ah (o 7, 18Ah) di tipo sigillato a gelatina di piombo
<b>Sistema di alimentazione da rete 220Vac</b>	) n.1 sezionatore da 2A ) n.1 batteria da 12Vdc/2Ah di tipo sigillato a gelatina di piombo ) n.1 alimentatore IN:220Vac / OUT:12Vdc@2A
<b>Contenitori</b>	Box IP65 in policarbonato antiradiazione (opzione: in acciaio inox), sportello con chiusura a chiave, staffe per fissaggio a palo (ø50...150mm) o a parete. <u>Dimensioni (Lxhxp)</u> <i>Box1:</i> 250x350x160mm, <i>Box2:</i> 300x500x160mm, <i>Box3:</i> 300x500x200mm.

**Interfaccia ModBus**

In alternativa al datalogger LPDL il sistema di sensori può essere dotato di un'interfaccia analogica/digitale con uscita ModBus RS485 RTU oppure TCP/IP. Questo accorgimento permette di collegare tutti i sensori di misura verso dispositivi di connessione esterni quali ad esempio dispositivi LoraWan, sistemi SCADA, router, ecc...

## Layout del sistema di trasmissione dati dei sistemi LPDL

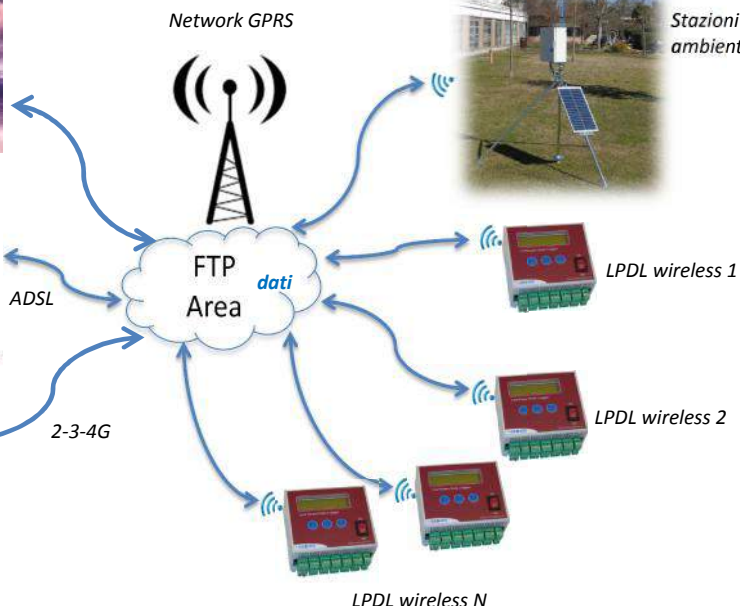
MeteoGraph - Software web per la visualizzazione dei dati e degli allarmi con elaborazioni grafiche e tabellari



PC



Smartphone



Stazioni di monitoraggio ambientale wireless GPRS



## DATI TECNICI

### Sensori di misura della qualità dell'aria

Il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico consiste nella rilevazione dei principali gas inquinanti che danneggiano la salute o l'ambiente. Gli inquinanti che si andranno a considerare, sono rappresentati dalle emissioni generate da fonti primarie di inquinamento come ad esempio, le emissioni industriali o il rilascio di vapori/esalazioni/odori rilasciati da lavorazioni industriali, impianti con biofiltri, discariche, ecc...

Per tali applicazioni Geoves ha sviluppato un sensore per il monitoraggio di medie concentrazioni di gas, il sensore **SAirHR**, che è disponibile sia nella versione **stand-alone** con uscita 4-20mA sia nella versione assemblata **Smart-City** abbinato al datalogger LPDL oppure ad una semplice interfaccia ModBus o LoraWan per la connessione verso l'esterno.

I sensori possono essere utilizzati in numerose applicazioni industriali, compresa la misurazione dei composti dello **zolfo SO2 e H2S** o **SMELL sensor** (tipico fastidio olfattivo proveniente dagli impianti di trattamento delle acque reflue ed impianti di fabbricazione/lavorazione della carta), **ammoniaca NH3** (caratteristico odore da processi di decomposizione) e del metano CH4. Inoltre sono disponibili i sensori per i più comuni inquinanti di **ozono O3**, **ossidi di azoto NO2**, **monossido di carbonio CO** e **anidride carbonica CO2**, **sostanze organiche volatili (VOC e idrocarburi)** e **cloruri Cl2**.

Oltre a tali inquinanti Smart City può essere allestita con il **misuratore di particolato PM2.5 e PM10** (PM1 opzionale), del **rumore** e dei **parametri meteorologici** necessari per valutare eventuali dispersioni in atmosfera.

**Sensori di misura dei gas**

Modello	Misura	Range (altri su richiesta)	Risoluzione	Precisione
SCO2-I	Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> )	0...2.000 o 0...5.000ppm	0,5...1% f.s.	±1% fino al 25% del range di f.s. ±2% dal 26 al 50% del range di f.s. ±5% per range >50% del range di f.s.
SCOHR-I	Monossido di carbonio (CO)	0...10.000ppb	10ppb	±5% del fondo scala
SSO2HR-I	Anidride solforosa (SO <sub>2</sub> )	0...5.000ppb	10ppb	
SH2SHR-I	Idrogeno solforato (H <sub>2</sub> S)	0...5.000ppb	10ppb	
SNO2HR-I	Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> )	0...5.000ppb	10ppb	
SO3HR-I	Ozono (O <sub>3</sub> )	0...5.000ppb	10ppb	
SCL2HR-I	Cloruri (Cl <sub>2</sub> )	0...5.000ppb	10ppb	
SNH3HR-I	Ammoniaca (NH <sub>3</sub> )	0...100ppm	0.1ppm	
SSMELL-I	Sostanze odorogene	0...5.000ppb	10ppb	
SCH4S-I	Metil mercaptano	0...10.000ppb	10ppb	
SETO-I	Ossido di etilene (ETO)	0...10.000ppb	10ppb	
SC2H4-I	Etilene (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> )	0...10.000ppb	10ppb	
SHCHO-I	Formaldeide (HCHO)	0...5.000ppb	10ppb	
SVOC-I	Sostanze organiche volatili (VOC)	0...10.000ppb	10ppb	
<b>Uscita elettrica</b>			4...20mA	
<b>Alimentazione e consumi</b>			9...24Vdc <0.6W	
<b>Tempo di risposta</b>			Dipendente dal tipo di sensore utilizzato (tip. < 3s (T90 < 30-80s))	
<b>Tempo di vita atteso (manutenzione)</b>			>3 anni (Verifica di calibrazione ogni 12 mesi)	
<b>Deriva nel tempo</b>			<1% / mese	
<b>Condizioni operative</b>			Temperatura: -40...+55°C; Umidità rel.: 15...95% (non condensante)	
<b>Connettore</b>			IP68 ad innesto rapido (cavo escluso)	
<b>Attacco</b>			Staffa universale per fissaggio su tubi orizzontali o verticali ø:25...42mm	
<b>Materiali</b>			Alluminio verniciato bianco e anodizzato, Policarbonato	
<b>Dimensioni e peso</b>			Corpo Sensore: 140 x 120 x 120mm (escluso staffa), peso: 700g	

**Sensori di misura delle polveri in sospensione**

Modelli	SPM10-2,5-I - SPM10-2,5-1-I
<b>Principio di funzionamento</b>	Light laser scattering
<b>Range di misura</b>	PM2.5: 0...1000 µg/m <sup>3</sup> ; PM10: 0...1000 µg/m <sup>3</sup> ; PM1: (opzione)
<b>Risoluzione</b>	1µg/m <sup>3</sup>
<b>Precisione</b>	±10%
<b>Tempo di pre-riscaldamento</b>	≤ 120s
<b>Tempo di risposta</b>	90s
<b>Uscite elettriche</b>	4...20mA
<b>Alimentazione</b>	12...24Vdc
<b>Consumo</b>	100mA@12Vdc
<b>Resistenza di carico</b>	100Ohm@12Vdc (<600 Ohm@24Vdc)
<b>Condizioni operative</b>	-20...+60°C, 0...80%

**Sensore di misura del rumore**

Modello	SFON
<b>Trasduttore</b>	Microfono a condensatore
<b>Range di misura</b>	30...120dB
<b>Gamma di frequenza</b>	20Hz...12.5 kHz
<b>Precisione di misura</b>	±0.5 dB (94dB a 1 KHz)
<b>Risoluzione</b>	0.1 dB
<b>Tempo di risposta</b>	≤ 3s
<b>Uscite elettriche</b>	4...20mA
<b>Alimentazione</b>	12...24Vdc
<b>Consumo</b>	1.2W
<b>Resistenza di carico</b>	100Ohm@12Vdc (<600 Ohm@24Vdc)
<b>Condizioni operative</b>	-20...+60°C, 10...90%



**Sensori di misura dei principali parametri meteorologici**

Modello	mSTOUR – Sensore temperatura-umidità rel. aria
Alimentazione	+9...+24Vdc
TEMPERATURA - Range	-40...+60 °C
Trasduttore	Pt100 con schermi antiradiazione
Precisione	±0.2°C
UMIDITÀ REL. - Range	0...100 %
Trasduttore	Capacitivo con schermi antiradiazione
Precisione	±2%



Modello	RG200 - Pluviometro (disponibile anche con riscaldatore)
Range di misura	infinito
Orifizio	200cm <sup>2</sup> (o 400cm <sup>2</sup> )
Trasduttore e uscita	A bascula a doppio contatto n.o.
Precisione	Class B UNI 11452:2012 (class A con connessione a datalogger Geoves)
Risoluzione	0.2 mm/commutazione (o 0.1mm per versione da 400cm <sup>2</sup> )
Alimentazione	Senza riscaldatore: Nessuna; Con riscaldatore Vers.-R: 12-24Vdc 60W



Modello	mWS1 e WS2 – Sensori velocità vento
Range di misura	0...75 m/s
Trasduttore	Magnetico con segnale sinusoidale AC non alimentato
Meccanica di rotazione	Su cuscinetto in bagno d'olio
Riscaldatore antighiaccio	12Vdc/1W (solo per vers. WS2)
Precisione	< ±0.1m/s



Modello	mWD1 e WD2 – Sensori direzione vento
Range di misura	0...359° (angolo elettrico effettivo 0...352° ±4°)
Trasduttore	Potenziometro lineare 360° continui
Meccanica di rotazione	Su cuscinetti in bagno d'olio
Riscaldatore antighiaccio	12Vdc/1W (solo per vers. WD2)
Precisione	< ±2°



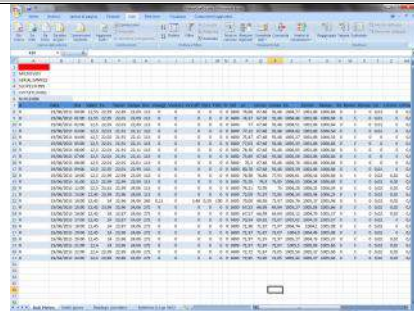
Modello	PIRSC – Sensore radiazione solare globale
Range di misura	0...2000 W/m <sup>2</sup>
Trasduttore	a cella al silicio
Incertezza giornaliera attesa	±3,5%
Tempo di risposta	<1s



Modello	mPA – Barometri
Range (tipico)	800...1100 hPa (su richiesta 600...1100 hPa per siti oltre 1000mslm)
Trasduttore	Piezoresistivo
Accuratezza media @ 25°C	BAR: ±0.5hPa; mPA: ±0.6hPa
Stabilità a lungo termine	±0.01hPa / anno

**Importanza della meteorologia**

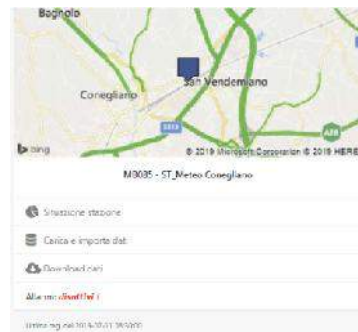
Le variabili meteorologiche sono di fondamentale importanza rispetto ai livelli di inquinamento atmosferico. Regolano infatti la velocità con cui gli inquinanti vengono trasportati e si disperdono in aria (es. velocità del vento, flussi turbolenti di origine termica o meccanica, valutazione delle classi di stabilità atmosferica) o portati al suolo (rimozione da parte della pioggia). I parametri meteorologici definiscono il volume in cui gli inquinanti si disperdono: l'altezza di rimescolamento, connessa alla quota della prima inversione termica, può essere identificata come la quota massima fino alla quale gli inquinanti si diluiscono. Influenzano inoltre la velocità (o addirittura la presenza) di alcune reazioni chimiche che determinano la formazione in atmosfera degli inquinanti secondari, quali ad esempio l'ozono (es. radiazione solare).

**SOFTWARE****Modello****Geodesk & MeteoGraph – Software web di gestione dati ambientali**

**GEODESK** è un software gratuito a corredo del datalogger che consente di importare i dati registrati su SD Card o inviati via GPRS o trasmessi via cavo e di generare un unico file dati in formato excel.



**METEOGRAPH** è un applicativo web per la visualizzazione numerica e grafica dei dati trasmessi via GPRS su area FTP da stazioni di monitoraggio ambientale con datalogger Geoves. Il software si appoggia su un'area FTP Geoves dove i dati vengono inviati autonomamente dalle centraline ad orari prefissati e sono disponibili in **formato testo standard** con campi separati da virgole (**CSV format**). I dati sono quindi **sempre fruibili** senza necessità di utilizzare protocolli di comunicazione proprietari o programmi specifici per la decodifica dei dati; inoltre il software **non richiede alcuna installazione** in quanto è sufficiente un accesso ad internet ed inserire una username e password per entrare nella pagina web dedicata e visualizzare le misure da PC, tablet o smartphone. I dati in formato testo vengono elaborati da MeteoGraph per ottenere sulla pagina web sia la misura in formato numerico (es. valore medio minimo massimo tendenza, ecc...) sia in formato grafico scaricabile in formato bitmap jpg.

**Cruscotto (dashboard) della stazione**

Le funzioni disponibili sono:

- )} *Situazione stazione*: si accede alla pagina dell'elaborazione grafica e al sinottico della stazione
- )} *Carica e importa dati*: si importano i dati salvati sulla SD card del datalogger, o su una cartella del PC (o altro supporto)
- )} *Download dati*: si scaricano i dati in formato testo con campi separati da virgole per semplici backup o successive elaborazioni con altri applicativi (es. Excel, Access, Database esterni o altri software disponibili in commercio)
- )} *Allarmi*: si accede al menù di gestione degli allarmi di stazione (opzionale su richiesta)

**Situazione della stazione – Informazioni della stazione**

I parametri visualizzati sono:

- )} Identificativo univoco stazione (ID)
- )} Nome della stazione
- )} Coordinate geografiche (Latitudine e Longitudine)
- )} Situazione data base dati:
  - o Data e ora di Inizio memorizzazione dati
  - o Data e ora Ultima memorizzazione dati
  - o Stato di funzionamento della stazione
- )} Foto della stazione

**Sinottico real-time della stazione**

Il sinottico è uno strumento molto utile per valutare la situazione delle ultime misure rilevate dalla stazione di monitoraggio e valutare la situazione meteorologica o ambientale del sito. Per ogni misura è possibile associare una o più elaborazioni dedicate. Ad esempio per la temperatura è possibile indicare il valore minimo e massimo e l'ora in cui si è

verificato oltre ad altre misure calcolate quali il punto rugiada (dew point).

Nel sinottico vengono riportate inoltre:

- ) misure calcolate
- ) Dati diagnostici (es. tensione di batteria)
- ) Dati significativi per l'interpretazione della misura (es. tendenza barometrica, wind chill, precipitazione mensile, ecc...)

#### Selezionare il periodo di osservazione

Intervallo dati

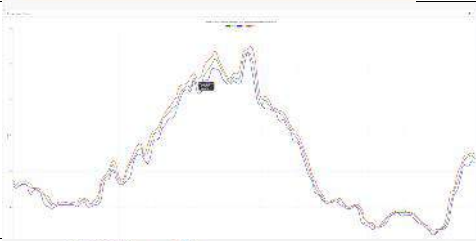
Da: 09/07/2019 00:00

A: 11/07/2019 23:59

Aggiorna

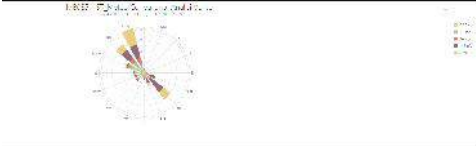
#### Periodo di osservazione

E' possibile selezionare il periodo di osservazione nel quale effettuare tutte le elaborazioni che vengono visualizzate da Meteograph



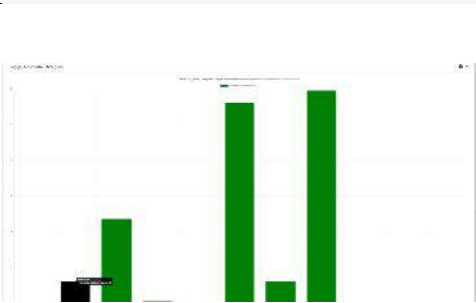
#### Elaborazioni grafiche

- ) **Lineare** multi-linea per le misure dove viene applicata la media aritmetica (es. temperatura, umidità, pressione, ecc..) con rappresentazione del valore minimo e massimo



#### Elaborazioni grafiche

- ) **Rosa dei venti** per le misure anemometriche



#### Elaborazioni grafiche per la precipitazione

- ) Grafico con la **sommatoria oraria**
- ) **Istogramma** mensile o annuale delle precipitazioni

#### Elaborazioni tabellari

- ) Tabella giornaliera dei dati scaricabile sia in formato testo sia in formato immagine .png

#### Gestione allarmi

Per gestire gli allarmi, il software consente di impostare soglie di intervento verso l'alto (> valore) o verso il basso (<valore), dopo di che le e-mail di avviso vengono inviate al personale responsabile.

Gli allarmi vengono quindi rappresentati sullo schermo con effetti e colori adeguati per attirare l'attenzione dell'operatore

## *Descrizione dei principali inquinanti gassosi*

### **BIOSSIDO DI AZOTO (NO<sub>2</sub>), campo di misura 0...5.000 ppb**

L'NO<sub>2</sub>, o biossido di azoto, è una molecola che associa due atomi di ossigeno e uno di azoto ed è un ossidante altamente reattivo e corrosivo; questo inquinante è caratteristico delle emissioni del traffico.

Il biossido di azoto è un forte agente ossidante e reagisce violentemente con materiali combustibili e riducenti mentre in presenza di acqua è in grado di ossidare diversi metalli. In generale, gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) vengono prodotti da tutti i processi di combustione ad alta temperatura (impianti di riscaldamento, motori dei veicoli, combustioni industriali, centrali di potenza, etc.), per ossidazione dell'azoto atmosferico e, in piccola parte, per ossidazione dei composti dell'azoto contenuti nei combustibili.

Il biossido di azoto è un inquinante per lo più secondario, che si forma in atmosfera principalmente per ossidazione del monossido di azoto (NO). Tuttavia il Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>) svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico in quanto è l'intermediario per la produzione di pericolosi inquinanti secondari come l'ozono, l'acido nitrico e l'acido nitroso. Questi, una volta formati, possono depositarsi al suolo per via umida (ad esempio le piogge acide) o secca provocando danni alla vegetazione e agli edifici.

Gli ossidi di azoto, in particolare il biossido, sono inoltre gas nocivi per la salute umana in quanto possono provocare effetti acuti sulla salute, in particolare:

- ) acuti quali disfunzionalità respiratoria e reattività bronchiale (irritazioni delle mucose);
- ) cronici quali alterazioni della funzionalità respiratoria e aumento del rischio tumori.

### **COMPOSTI SOLFORATI (SO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>S), campo di misura 0...5.000 ppb**

Il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), un tempo denominata anidride solforosa, è un gas incolore, dall'odore pungente, irritante e molto solubile in acqua ed in numerosi composti organici.

Dato che è più pesante dell'aria tende a stratificarsi nelle zone più basse. Rappresenta l'inquinante atmosferico per eccellenza essendo il più diffuso, uno dei più aggressivi e pericolosi e di gran lunga quello più studiato ed emesso in maggior quantità dalle sorgenti antropogeniche.

La presenza in atmosfera è dovuta soprattutto alla combustione di combustibili fossili (carbone e derivati del petrolio) in cui lo zolfo è presente come impurità. In natura è prodotto prevalentemente dall'attività vulcanica mentre le principali sorgenti antropiche sono gli impianti per il riscaldamento e la produzione di energia alimentati a gasolio, carbone e oli combustibili. Inoltre rilevanti sono anche le emissioni nei processi di produzione dell'acido solforico, nella lavorazione di molte materie plastiche, nella desolforazione dei gas naturali, nell'incenerimento dei rifiuti. Risulta invece trascurabile l'apporto inquinante dato dalle emissioni dei mezzi di trasporto.

Dall'ossidazione dell'anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) si origina l'anidride solforica o triossido di zolfo (SO<sub>3</sub>) che reagendo con l'acqua, sia liquida che allo stato di vapore, origina rapidamente l'acido solforico, responsabile in gran parte del fenomeno delle piogge acide che danneggiano boschi e monumenti. Il gas SO<sub>2</sub> danneggia anche le vernici e i metalli. La soglia olfattiva è 0.3 ppm (780 mg/m<sup>3</sup>).

La concentrazione di fondo è stata valutata attorno a 0,2-0,5 µg/m<sup>3</sup>, mentre nelle aree urbane si possono raggiungere i 50 µg/m<sup>3</sup> (20ppb circa). Il biossido di zolfo permane in atmosfera per qualche giorno subendo reazioni chimiche come l'ossidazione ad acido solforico che ricade in forma di nebbie o piogge acide.

Invece il solfuro di idrogeno H<sub>2</sub>S, noto anche come idrogeno solforato, è un gas incolore, infiammabile e molto pericoloso, contraddistinto dal caratteristico odore di "uova marce"; tale composto si può presentare con concentrazioni anche fino a 100 ppb. Il naso umano può essere in grado di rilevare tale composto anche con concentrazioni di 2 ppb.

Viene spesso prodotto dalla rottura batterica di materia organica in assenza di ossigeno come nelle paludi e nelle fogne; questo processo è conosciuto comunemente come "digestione anaerobica". Essa si verifica anche nei gas vulcanici, gas naturale ed in alcuni casi anche nei pozzi.

Le attività industriali in grado di produrre il gas sono: perforazione e raffinazione del gas naturale/petrolio, impianti di trattamento delle acque reflue, forni a carbone, concerie, ecc....



### **OSONO (O<sub>3</sub>), campo di misura 0...5.000 ppb**

L'ozono, O<sub>3</sub>, è un gas composto da tre atomi di ossigeno, ha un caratteristico odore pungente ed è un gas instabile e tossico per gli esseri viventi.

L'ozono è un potente ossidante con molte applicazioni industriali. In natura più del 90% si trova nella stratosfera (fascia di atmosfera che va indicativamente dai 10 ai 50 km di altezza), dove costituisce una indispensabile barriera protettiva nei confronti delle radiazioni UV generate dal sole. Nella troposfera (fascia di atmosfera che va dal suolo fino a circa 12 km di altezza) l'ozono si forma a seguito di reazioni chimiche tra ossidi di azoto (**NO<sub>x</sub>**) e composti organici volatili (**COV**), favorite dalle alte temperature e dal forte irraggiamento solare. Si tratta, quindi, di un inquinante secondario i cui precursori sono generalmente prodotti da combustione civile e industriale e da processi che utilizzano o producono sostanze chimiche volatili, come solventi e carburanti. Assieme ad altri composti costituisce il tipico **inquinamento estivo** detto **smog fotochimico**.

L'ozono ha la stessa struttura chimica che si verifica chilometri sopra la terra e può essere "buono" o "cattivo", a seconda della sua posizione in atmosfera; a livello del suolo è considerato un inquinante.

A causa dell'utilizzo di stampanti, fotocopiatrici, ecc..., all'interno di un ufficio, l'ozono può anche diventare un inquinante irritante. La reazione all'ozono è molto diversa da individuo a individuo, per cui anche soggetti in buona salute possono risultare più suscettibili di altri. Inoltre, l'ozono e gli ossidanti fotochimici in generale possono provocare una riduzione della crescita delle piante e, per elevate concentrazioni, clorosi e necrosi delle foglie.

L'EPA Office of Air Quality Planning and Standards (OAQPS) ha stabilito che la National Ambient Air Quality Standards di ozono negli Stati Uniti deve essere: 75 ppb (media sulle 8 ore) e 120 ppb (media di 1 ora).

### **MONOSSIDO DI CARBONIO (CO), campo di misura 0...10.000 ppb**

L'ossido di carbonio (CO) o monossido di carbonio è un gas incolore, inodore, infiammabile, e molto tossico. Si forma durante le combustioni delle sostanze organiche, quando sono incomplete per difetto di aria (cioè per mancanza di ossigeno). Le emissioni naturali e quelle antropogeniche sono oramai dello stesso ordine di grandezza e questo fa chiaramente comprendere quale sia il trend inquinante che si è instaurato nel corso dell'ultimo secolo. Il monossido di carbonio è estremamente diffuso soprattutto nelle aree urbane a causa dell'inquinamento prodotto dagli scarichi degli autoveicoli.

Le principali emissioni naturali sono dovute agli incendi delle foreste, alle eruzioni dei vulcani, alle emissioni da oceani e paludi e all'ossidazione del metano e degli idrocarburi in genere emessi naturalmente in atmosfera. Le concentrazioni di monossido di carbonio, così come quelle di idrocarburi incombusti sono direttamente correlabili ai volumi di traffico, infatti circa il 90% di CO immesso in atmosfera è dovuto ad attività umana e deriva dal settore dei trasporti. Vi sono comunque anche altre fonti che contribuiscono alla sua produzione: incendi boschivi, processi di incenerimento di rifiuti, combustioni agricole (ad esempio di sterpaglia) ed alcune attività industriali specifiche (industria petrolifera, fonderie).

### **Composti Organici Volatili (VOC - Volatile Organic Compounds), campo di misura 0...10.000 ppb**

La classe dei composti organici volatili, (COV) o VOC (dall'inglese Volatile Organic Compounds), comprende diversi composti chimici formati da molecole dotate di gruppi funzionali diversi, aventi comportamenti fisici e chimici differenti ma caratterizzati da una certa volatilità caratteristica, ad esempio, dei comuni solventi organici apolari, come i diluenti per vernici e benzine.

Tali composti organici volatili possono influenzare l'ambiente e la salute umana. I COV sono numerosi e si presentano con strutture diverse: generalmente sono privi di tossicità acuta, ma hanno effetti cronici.

Dal momento che le concentrazioni sono basse ed i sintomi lenti a svilupparsi, l'analisi dei composti organici volatili e dei loro effetti è molto importante. Le concentrazioni di molti VOC sono costantemente più alti in ufficio-casa (fino a dieci volte superiore) rispetto a quelli in esterno.

Vengono prodotti da una vasta gamma di prodotti come: vernici e lacche, svernicianti, prodotti per la pulizia, pesticidi, materiali da costruzione e arredamento, attrezzature da ufficio come fotocopiatrici e stampanti, correttori liquidi e carta autocopiante, materiali artigianali compresi colle e adesivi, marcatori permanenti e soluzioni fotografiche.

Tantissimi prodotti chimici organici sono ampiamente usati come "ingredienti" nei prodotti utilizzati per l'igiene e la pulizia della casa.

I carburanti sono costituiti da sostanze chimiche organiche: tutti questi prodotti possono rilasciare composti organici mentre si stanno utilizzando, e, in qualche misura, anche quando rimangono inutilizzati.

L'ufficio EPA's di Ricerca e Sviluppo "Total Exposure Assessment Methodology (TEAM) Study" (volumi da I a IV, completato nel 1985) ha analizzato circa una dozzina di inquinanti organici di uso comune: i valori trovati si presentavano da 2 a 5 volte superiori all'interno di abitazioni comparati a quelli trovati in esterno, indipendentemente dal fatto che le case fossero situate in aree rurali o altamente industriali.

Gli studi di "TEAM" hanno provato che le persone che utilizzano i prodotti contenenti sostanze chimiche organiche, espongono sé stessi e gli altri a livelli molto alti di inquinanti e le concentrazioni elevate possono persistere a lungo in aria anche dopo la conclusione dell'attività.

### **Ammoniaca (NH<sub>3</sub>), campo di misura 0...100 ppm**

L'ammoniaca è presente nell'aria (concentrazione nell'aria urbana: 20 µg/m<sup>3</sup>), soprattutto nelle aree circostanti ad allevamenti animali intensive e/o di spandimento fanghi, in grado pertanto di filtrare fino anche agli acquiferi superficiali e comunque nei suoli oggetto di colture. È irritante per le vie respiratorie, per gli occhi e per contatto può causare ulcerazioni. L'alta tossicità dell'ammoniaca è da ricercare nel fatto che, disciolta nel sangue, innalza il pH ematico aumentando l'affinità dell'emoglobina per l'ossigeno tanto da renderla incapace di rilasciarlo ai tessuti. Inoltre forma emboli gassosi.

A livello ambientale gioca un ruolo importante nei processi di acidificazione ed eutrofizzazione.

### **Polveri sottili (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>), campo di misura 0...1.000 µg/m<sup>3</sup>**

Un aerosol è definito nella sua forma più semplice come una collezione di particelle solide o liquide sospese in un gas mentre il termine particolato (particulate matter, PM) individua l'insieme dei corpuscoli di tale miscela. Con particolato atmosferico si fa riferimento al complesso e dinamico insieme di particelle, con l'esclusione dell'acqua, disperse in atmosfera per tempi sufficientemente lunghi da subire fenomeni di diffusione e trasporto. Il PM<sub>10</sub> è la frazione di particelle raccolte con un sistema di selezione avente efficienza stabilita dalla norma (UNI EN12341/2001) e pari al 50% per il diametro aerodinamico di 10 µm. Spesso, in modo improprio, si definisce il PM<sub>10</sub> come la frazione di particelle con diametro uguale o inferiore a 10 µm. Considerazioni analoghe valgono per il PM<sub>2.5</sub> (UNI EN14907/2005).

Il particolato atmosferico è un insieme di particelle, solide e liquide, con una grande varietà di caratteristiche fisiche, chimiche, geometriche e morfologiche. Le sorgenti possono essere di tipo naturale (erosione del suolo, spray marino, vulcani, incendi boschivi, dispersione di pollini, etc.) o antropogenico (industrie, riscaldamento, traffico veicolare e processi di combustione in generale). Può essere di tipo primario se immesso in atmosfera direttamente dalla sorgente o secondario se si forma successivamente, in seguito a trasformazioni chimico-fisiche di altre sostanze. Si tratta di un inquinante molto diverso da tutti gli altri, presentandosi non come una specifica entità chimica ma come una miscela di particelle dalle più svariate proprietà. I maggiori componenti del particolato atmosferico sono il solfato, il nitrato, l'ammoniaca, il cloruro di sodio, il carbonio, le polveri minerali e si stima che in alcuni contesti urbani più del 50% sia di origine secondaria.

Il particolato atmosferico (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>) ha un rilevante impatto ambientale sul clima, sulla visibilità, sulla contaminazione di acqua e suolo, sugli edifici e sulla salute di tutti gli esseri viventi. Soprattutto gli effetti che può avere sull'uomo destano maggiore preoccupazione e interesse; per questo è fondamentale conoscere in che modo interagisce con l'organismo umano alterandone il normale equilibrio. In particolare, le particelle più piccole riescono a penetrare più a fondo nell'apparato respiratorio. Quindi, è importante capire quali e quante particelle sono in grado di penetrare nel corpo umano, a che profondità riescono ad arrivare e che tipo di sostanze possono trasportare. Ad esempio, la tossicità del particolato, e quindi la sua capacità di generare danni alla salute, può essere amplificata dalla capacità di assorbire sostanze gassose come gli IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici) e metalli pesanti, alcuni dei quali sono potenti agenti cancerogeni (c.d. effetti sinergici).

I principali effetti sulla salute dovuti ad esposizione al particolato sono:

- ) incrementi di mortalità premature per malattie cardio-respiratorie e tumore polmonare;

pag.10/11

- ) incrementi dei ricoveri ospedalieri e visite urgenti per problematiche respiratorie;
- ) bronchiti croniche, aggravamento dell'asma.

## Tabella dei limiti e degli allarmi in base alla legislazione vigente (D.Lgs.152/2010 e OMS)

Parametro	Limite orario	Soglia di allarme/MM8
SO <sub>2</sub> 1 ppb = 2.62 µg/m <sup>3</sup>	350 µg/m <sup>3</sup> = 134 ppb	500 µg/m <sup>3</sup> = 191 ppb
NO <sub>2</sub> 1 ppb = 1.88 µg/m <sup>3</sup>	200 µg/m <sup>3</sup> = 106 ppb	400 µg/m <sup>3</sup> = 212 ppb
O <sub>3</sub> 1 ppb = 2.00 µg/m <sup>3</sup>	120 µg/m <sup>3</sup> = 60 ppb	240 µg/m <sup>3</sup> = 120 ppb
CO 1 ppb = 1.145 µg/m <sup>3</sup>	30 mg/m <sup>3</sup> = 25 ppm	10 mg/m <sup>3</sup> = 9 ppm
PM <sub>10</sub>	45 µg/m <sup>3</sup> media giornaliera (limite OMS)	
PM <sub>2,5</sub>	15 µg/m <sup>3</sup> media giornaliera (limite OMS)	

### Conversione fra µg/m<sup>3</sup> e ppm

Le concentrazioni di inquinanti gassosi sono talvolta espresse in unità di massa per volume e altre volte in ppb, dove ppb (v) è parti per miliardo in volume (cioè, volume di inquinante gassoso per 10<sup>9</sup> volumi di ambienti aria). Il ppb è un millesimo del ppm ovvero 1 ppm = 1000 ppb.

Invece µg/m<sup>3</sup> è un microgrammo di inquinante gassoso per metro cubo di aria ambiente.

I fattori di conversione sono elencati nella tabella seguente per alcune sostanze d'interesse.

La conversione presuppone una pressione ambientale di 1 atmosfera e una temperatura di 25°C.

SO<sub>2</sub> 1 ppb = 2.62 µg/m<sup>3</sup>  
 NO<sub>2</sub> 1 ppb = 1.88 µg/m<sup>3</sup>  
 O<sub>3</sub> 1 ppb = 2.00 µg/m<sup>3</sup>  
 CO 1 ppb = 1.145 µg/m<sup>3</sup>

ovvero

SO<sub>2</sub> 0.38 ppb = 1 µg/m<sup>3</sup>  
 NO<sub>2</sub> 0.53 ppb = 1 µg/m<sup>3</sup>  
 O<sub>3</sub> 0.50 ppb = 1 µg/m<sup>3</sup>  
 CO 0.87 ppb = 1 µg/m<sup>3</sup>