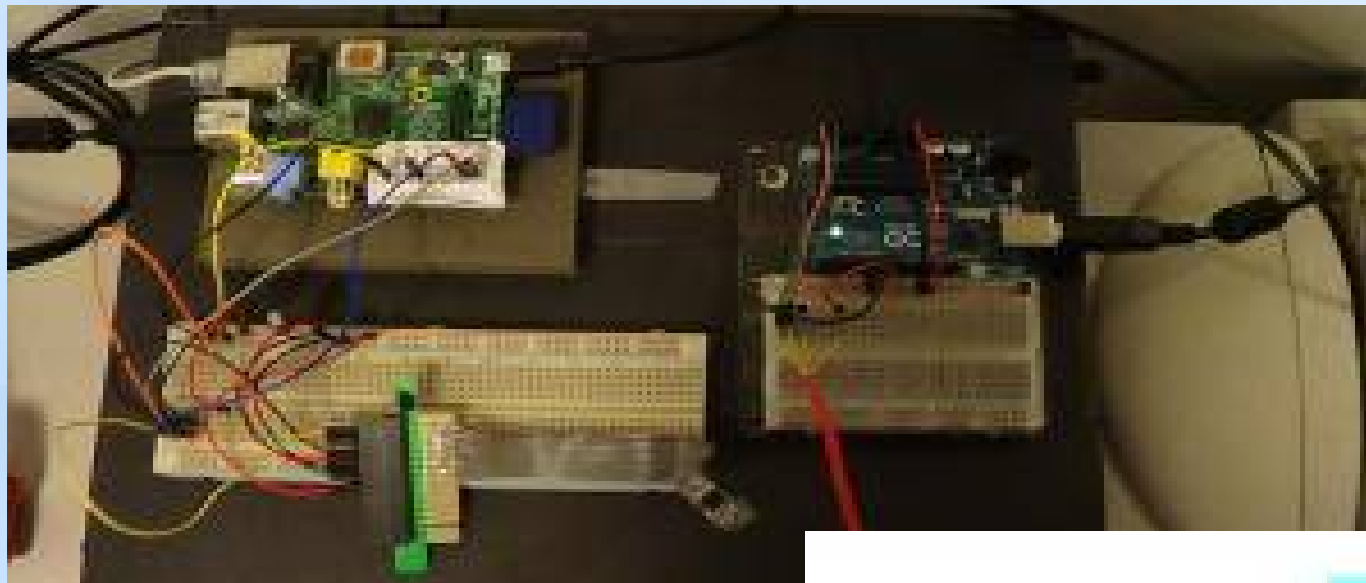
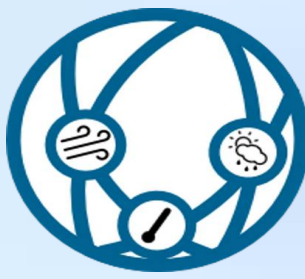




Stima: prototipo di stazione meteo RMAP

Rete Monitoraggio Ambientale Partecipativo





Le scie chimiche di seconda generazione



https://youtu.be/A_VfFOANjIA

Bologna, 2020-01-21

ARPAE-SIMC progetto RMAP - HTTP://rmap.cc

Paolo Patruno, Rete di Monitoraggio Ambientale Partecipativo



Lo SMOG di Bologna ?



Bologna, 2020-01-21

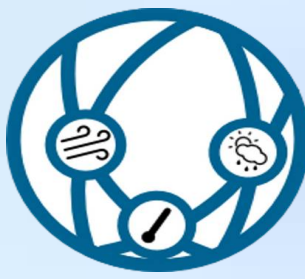
ARPAE-SIMC progetto RMAP – [HTTP://rmap.cc](http://rmap.cc)

Paolo Patruno, Rete di Monitoraggio Ambientale Partecipativo



Los Angeles SMOG





Strato limite planetario?



Bologna, 2020-01-21

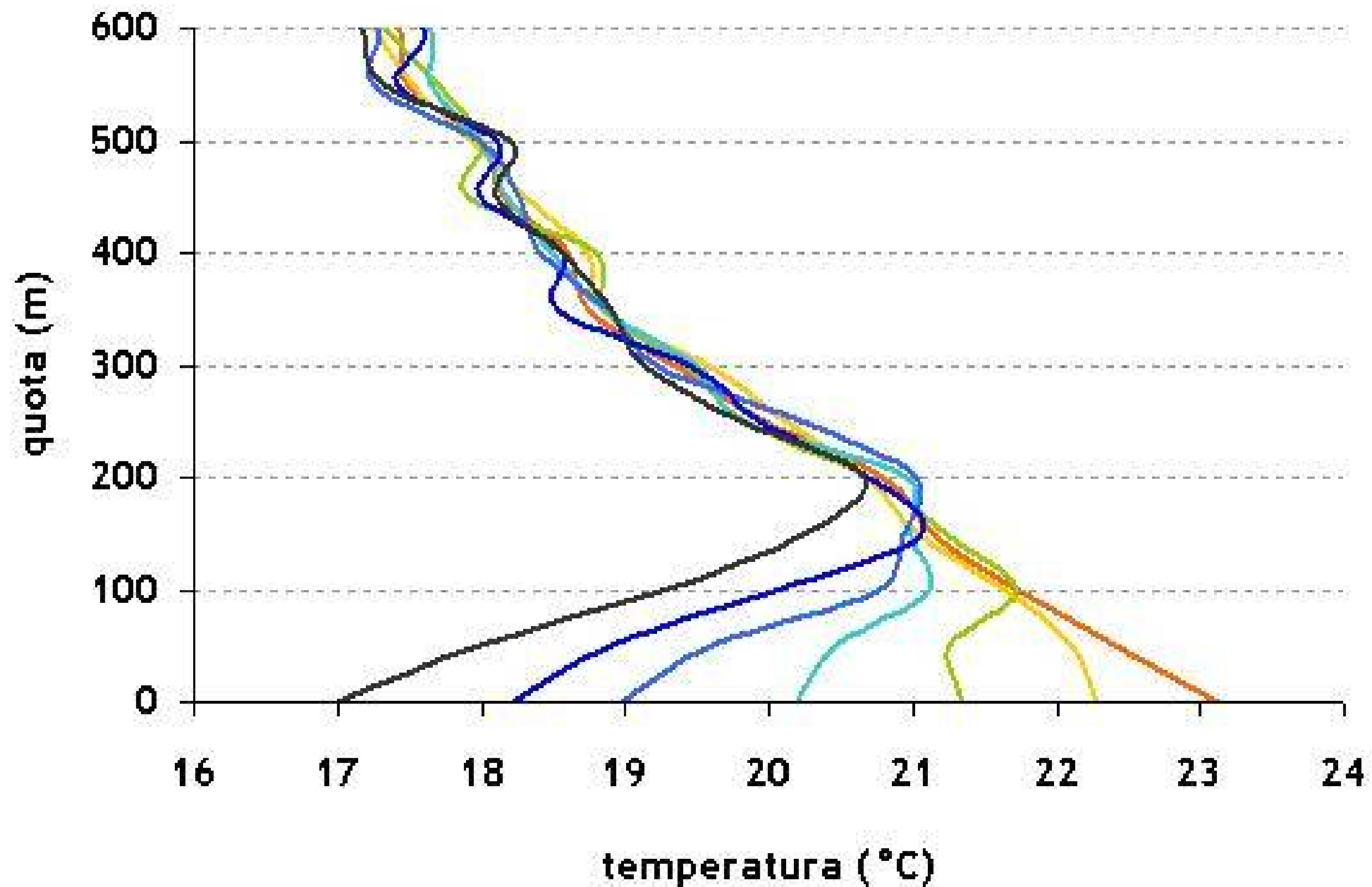
Paolo Patruno, Rete di Monitoraggio Ambientale Partecipativo

ARPAE-SIMC progetto RMAP – [HTTP://rmap.cc](http://rmap.cc)

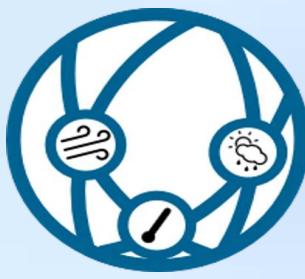


Strato limite planetario

- In meteorologia lo strato limite planetario, o Planetary Boundary Layer (PBL), è definito come quella porzione di troposfera posta a diretto contatto con il suolo, l'uomo e la biosfera, influenzata dalla presenza della superficie terrestre e che risponde alle variazioni atmosferiche con una scala di tempo di circa un'ora; tale strato spesso viene indicato semplicemente come boundary layer o strato di rimescolamento.
- L'altezza limitata del PBL favorisce la concentrazione e il potenziale ristagno in aria di sostanze indesiderate. L'altezza dello strato rimescolato dipende dalle condizioni meteo e dalle caratteristiche orografiche del suolo e dall'ora del giorno; normalmente raggiunge il suo massimo nel primo pomeriggio e va affievolendosi nelle ore successive, fino a raggiungere il suo minimo nelle ore notturne.



https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/meteo/ambiente/bonafe_pbl.pdf



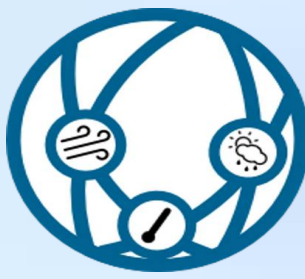
Perchè il cielo è azzurro?

lo scattering di Rayleigh

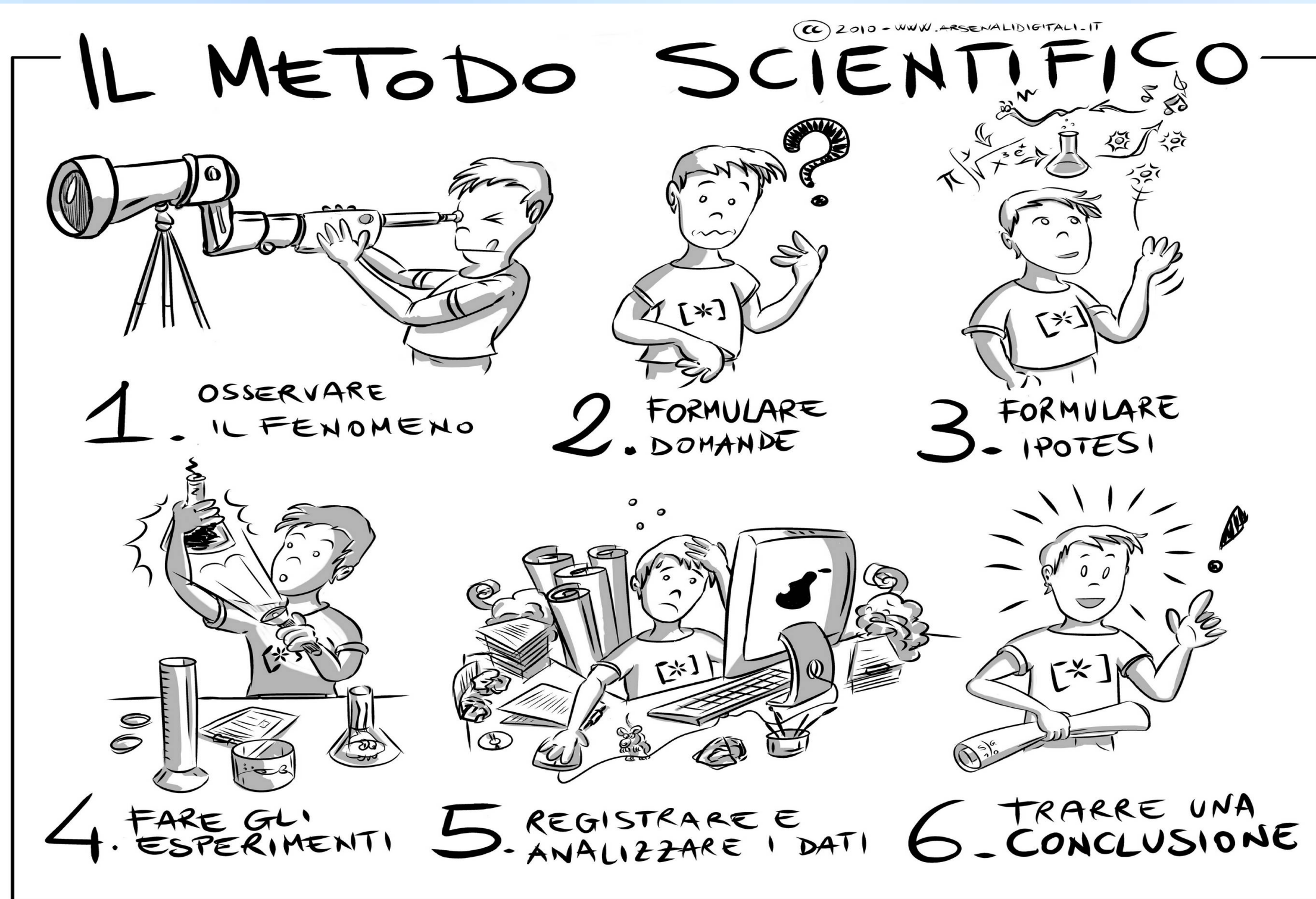
- la quantità di luce diffusa è inversamente proporzionale alla quarta potenza della lunghezza d'onda: più la lunghezza d'onda è minore, maggiore sarà la sua diffusione.
- Al tramonto i raggi solari sono radenti gli strati dell'atmosfera. La luce blu viene diffusa dai gas presenti negli strati più alti. La luce radente attraversa un grande spessore di atmosfera e solo la luce rossa penetra fino a raggiungere gli strati dove viene parzialmente diffusa dalle particelle solide presenti a queste altezze colorando quindi il cielo e le nubi, nella direzione del Sole, di arancio, rosso e talvolta viola.



possiamo dire che, date le attuali emissioni, quando questo fenomeno ottico è presente ci sono buone probabilità di elevato inquinamento?



Il metodo scientifico sperimentale



QUEST'OPERA È STATA RILASCIATA SOTTO LA LICENZA CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION-NONCOMMERCIAL-NODERIVS 2.5 ITALY. PER LEGGERE UNA COPIA DELLA LICENZA VISITA IL SITO WEB [HTTP://CREATIVECOMMONS.ORG/LICENSES/BY-NC-ND/2.5/IT](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/it)



Il metodo scientifico: osservazione

La prima fase del metodo sperimentale è quella dell'**osservazione**.

Osservare non vuol dire semplicemente vedere, bensì significa "vedere ponendosi delle domande, dei quesiti", e quindi **interrogandosi** sulla natura e sul motivo del verificarsi di determinati fenomeni piuttosto che di altri.

La curiosità di fronte al fenomeno è la molla e l'incipit che scatena nello scienziato il desiderio di conoscere e di scoprire cose nuove.





Il metodo scientifico: ipotesi

La seconda fase è l'**ipotesi**. Si tratta di una prima spiegazione di come si svolge un determinato fenomeno (non incorruttibile e certa). Tale ipotesi deve essere necessariamente verificata affinché possa diventare una legge.





Il metodo scientifico: verifica

La terza fase è la **verifica**, cioè occorre che l'ipotesi sia sostenuta da **esperimenti** eseguiti in laboratorio con adeguati strumenti, in modo tale che assuma una veridicità scientifica ufficialmente riconosciuta.

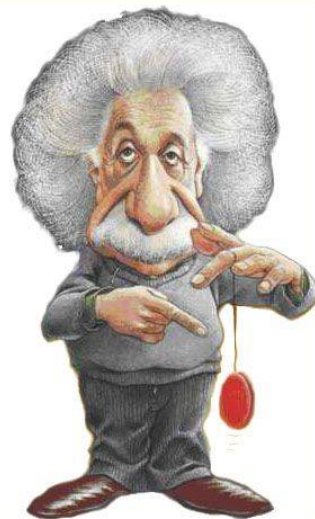




Il metodo scientifico: la legge fisica

Infine, la quarta fase è quella che porta alla formulazione della **legge fisica**, ovvero il momento in cui un'ipotesi viene confermata dagli esperimenti e quindi quell'ipotesi può diventare una legge fisica o scientifica.

Il Metodo Scientifico





5

COMUNICARE



**I RISULTATI E FORMULARE
UNA LEGGE**

**LO SCIENZIATO COMUNICA
A TUTTI QUELLO CHE HA
VERIFICATO CON ESPERIMENTI
E FORMULA UNA LEGGE
CHE SPIEGA IL FENOMENO
STUDIATO**



E la meteorologia?

- Non è sempre possibile riprodurre e «controllare» sperimentalmente osservazioni naturali, per esempio quando abbiamo a che fare con spazi e tempi non riproducibili.
- La Meteorologia opera con processi non replicabili (se non in piccola parte) in laboratori, caratterizzati da variabilità naturali semplificabili ma non riproducibili esattamente.
- Consiste nello studio di una «combinazione» di processi solo in parte interpretabili con scienze sperimentali (chimica, fisica) e utilizza anche strumenti quali la statistica e la modellistica.



Cos'è e come funziona la comunità scientifica

- Multiforme e variegata
- Ma capacità di collaborare
- Su spazi fisici e tematici estesissimi
- Adesione a un metodo di lavoro, che è la sperimentazione, e sul valore universale della conoscenza
- Il più importante mezzo di comunicazione sono le riviste scientifiche
- Lungi dal limitarsi a sommarie conclusioni, questi lavori presentano nel dettaglio metodi utilizzati, esperimenti condotti, risultati ottenuti



Cos'è e come funziona la comunità scientifica

- L'intera comunità può giudicare l'attendibilità e il valore della scoperta e ripetere gli stessi esperimenti, per approfondire ulteriormente la ricerca o eventualmente smentirla
- La pubblicazione riporta i nomi degli autori, e suggella la paternità delle scoperte
- I lavori da pubblicare sono scelti da una commissione composta da diversi ricercatori indipendenti, autorevoli nel loro campo, che leggono il lavoro candidato e ne danno un giudizio critico
- Più la rivista è di alto livello più sarà accurata la selezione
- Queste riviste sono oggi disponibili in Internet, e quindi è possibile per qualunque ricercatore informarsi ogni giorno sui progressi compiuti



Cos'è e come funziona la comunità scientifica

- vi sono poi raduni e convegni, che possono avere portata locale o internazionale, e in genere sono di settore
- Anche se solitamente i singoli laboratori e le istituzioni di ricerca sono strutture gerarchiche, il confronto tra diversi gruppi avviene alla pari, con i dati sperimentali come uniche “armi” o obiettivo comune
- Naturalmente gli scienziati sono persone normali, capaci come chiunque altro di meschinità ed errori

<https://www.reconsito.net/archivio/41-scienza-co/7371-cos-e-e-come-funziona-la-comunita-scientifica.html>



Pubblicazione scientifica

Nell'editoria accademica una pubblicazione scientifica è uno scritto redatto in modo oggettivo, ovvero evidenziando in maniera trasparente e verificabile metodo e risultati di ricerca, da parte di scienziati o tecnici, su un argomento scientifico e pubblicato poi, attraverso i canali di comunicazione della comunità scientifica, tipicamente su riviste accademiche, una volta validata secondo le regole della revisione paritaria, entrando di diritto a far parte della letteratura scientifica

Bologna, 2020-01-21

Paolo Patruno, Rete di Monitoraggio Ambientale Partecipativo

ARPAE-SIMC progetto RMA

Validation of high-impact weather event predictions using an integrated institutional–citizen observational network

Valentina Pavan, Miria Celano, Anna Fornasiero, Paolo Patruno, Virginia Poli, Andrea Selvini and Maria S. Tesini

Arpae-Simc Emilia-Romagna Bologna, Italy

Introduction

Monitoring and forecasting high-impact weather events are two of the challenges of operational weather services. The first step towards the realization of these activities is the availability of a real-time observational network. Not all high-impact weather events can be easily monitored using an institutional observational network. Some of them are rare and can be monitored only by means of specific instruments, are difficult to detect or are unreasonably expensive to measure. This is the case for snowfall leading to substantial snow cover over the Po Valley: here, a 10cm snow canopy typically occurs only few times a year but may produce large impacts on local and motorway traffic. As a result, both adequate monitoring and accurate predictions of these events are very valuable for administrations responsible for maintaining local roads or motorways.

In Emilia-Romagna, an institutional observational network of total snow depth data updated in real time is already available at locations mainly over the mountains, combining data from a small group of ultrasonic snow-depth sensors of the Regional Hydro-Meteo-Climate Service (ARPAE-SIMC) and automatic and manual data recorded by the Forestry Corps (Carabinieri Forestali, in charge of monitoring and defending the forest heritage, with particular attention to snow avalanches, wildfires and all trespasses and damages to the natural heritage asset). This highly trustable institutional network has a very limited number of observational points in the plains where most people live. These data are made available by the Army Forestry Corps to the Regional Hydro-Meteo-Climate Service for internal use and to the public only through their institutional web site. Furthermore, although it is possible

to assess *a posteriori* the extension of the snow cover using satellite data, this information does not include a detailed estimate of snow depth and is not available in real time.

For these reasons, a few years ago, the Regional Hydro-Meteo-Climate Service of Emilia-Romagna started a crowdsourcing initiative, in which citizens were invited to send, via email, manually recorded data of total snow depth to the local regional meteorological service. Similar projects have already been started at several national meteorological services and have been documented in literature (Cifelli *et al.*, 2005; Muller, 2013; Muller *et al.*, 2015). These works and the World Meteorological Organization (WMO) guidelines for observational meteorological practices represented the framework inspiring the experience presented here.

Over the last 2 years, these data have been organised into a database, the Integrated Environmental Monitoring Network ('Rete di Monitoraggio Ambientale Partecipativa', RMAP), hosting not only manual data of snow depth but also of other meteorological parameters recorded by institutional and private automatic weather stations. This database can be accessed via its web page (www.rmap.cc), and observers can upload real-time georeferenced manual data of snow depth, together with information on local weather conditions and weather images, making them available to the Weather Service Operations for monitoring or accessible later for forecast validation activities. The database is open, and all users can access, visualise and download all stored data to monitor current weather conditions and compare their data with those uploaded by other sources.

In the following, a brief description of the RMAP database is provided, together with two examples of its use for snowfall events that occurred on the 24th and on the 30th/31st January 2019 in Emilia-Romagna, both characterised by limited but measurable snow accumulations over the plain.

RMAP

The main objectives of the Integrated Environmental Monitoring Network (RMAP) are:

- To collect and distribute environmental data recorded by citizens;

- To make the collected data available to local meteorological services, civil protection agencies and research institutes;
- To offer a platform for testing and improving data quality;
- To raise public awareness with respect to environmental issues;
- To collaborate with schools and universities with respect to environmental training topics;
- To enhance the collaboration between public administration, educational institutes, private companies and citizens to improve standards in environment-related issues.

These objectives resulted in the realization of an open-software platform, easily replicable, in which data exchange protocols were defined. They consist of transmission protocols (Message Queue Telemetry Transport, MQTT, and Advanced Message Queuing Protocol, AMQP) and data format protocols (JavaScript Object Notation, JSON and WMO compliant Binary Universal Form for the Representation of meteorological data, BUFR). Furthermore, an open-source hardware weather station named STIMA, compliant with the RMAP protocols, was designed and implemented (Patruno and Castellari, 2016).

The above-mentioned objectives were tackled thanks to the direct collaboration between public administrations such as ARPAE-SIMC and the Makers Space RASPIBO (<http://www.raspiibo.org/wiki/>) and resulted in the construction of a database, accessible via web, where data from private and institutional providers were stored in real time and distributed. The implementation of the database was simplified by setting up a collaboration with one of the major local weather organizations collecting weather data from citizens and private institutes sharing an interest in weather, climate observations and predictions, named the MeteoNetwork (<http://www.meteonetwork.it/>).

Observational practices and data quality

Since the beginning of data collection, it has become clear that the value of this dataset depended crucially on the quality

Weather – March 9999, Vol. 99, No. 99



Convegni e seminari

- vi sono poi raduni e convegni, che possono avere portata locale o internazionale, e in genere sono di settore
- Anche se solitamente i singoli laboratori e le istituzioni di ricerca sono strutture gerarchiche, il confronto tra diversi gruppi avviene alla pari, con i dati sperimentali come uniche “armi” o obiettivo comune
- Naturalmente gli scienziati sono persone normali, capaci come chiunque altro di meschinità ed errori

<https://www.reconsito.net/archivio/41-scienza-co/7371-cos-e-e-come-funziona-la-comunita-scientifica.html>



ResearchGate

è un social network gratuito[1] dedicato a tutte le discipline scientifiche. Da maggio 2008, ResearchGate ha ora oltre 15 milioni membri attivi provenienti da 192 paesi.

Here's how it works:

- Share your publications, access millions more, and publish your data.
- Connect and collaborate with colleagues, peers, co-authors, and specialists.
- Get stats and find out who's been reading and citing your work.
- Ask questions, get answers, and solve research problems.
- Find the right job using our research-focused job board.
- Share updates about your current project, and keep up with the latest research.



Divulgazione scientifica

- L'obiettivo è far conoscere al pubblico, in modo corretto ma efficacemente riassunto e comunicato, i risultati delle ricerche e delle pubblicazioni scientifiche. Questa attività non presenta in genere specifiche intenzioni formative al singolo individuo, ma è rivolta alla collettività, con scopo di accrescere la percezione dell'importanza della scienza in una società.
- nella divulgazione scientifica si è affermata anche l'impostazione di origine anglosassone delle esperienze bidirezionali, in cui si cerca il feedback da parte del pubblico, discutendo in luoghi come laboratori, caffè scientifici, forum partecipati.



Divulgazione scientifica

- La scienza, la tecnologia e l'innovazione giocano un ruolo crescente nelle nostre vite.
- Come cittadini, siamo chiamati a valutare decisioni anche tecniche, come per esempio la politica dei trasporti, le scelte energetiche, leggi che riguardano la salute, la ricerca, e in generale scelte che riguardano noi e i nostri discendenti. Queste decisioni comportano anche un certo grado di coscienza scientifica. Coscienza, e non semplicemente conoscenza, perché non si possono limitare le scelte politiche e culturali a una sola valutazione tecnica, né, d'altra parte, a una valutazione emotiva.
- Le attività di associazionismo è talvolta impegnata nella divulgazione scientifica e la alimenta.

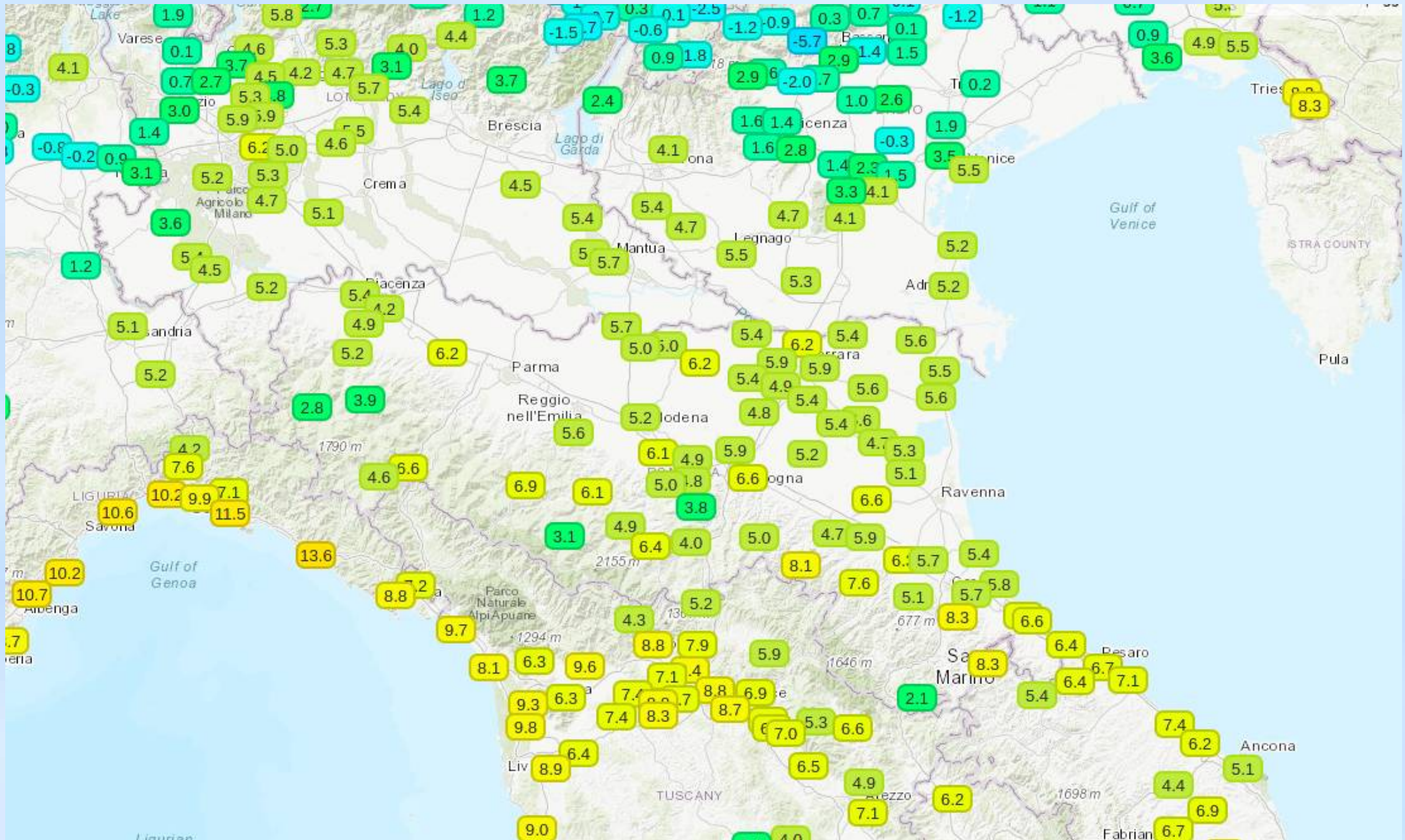


MeteoNetwork

- MeteoNetwork è un'associazione ONLUS nata per sostenere e coordinare lo sviluppo della meteorologia amatoriale di qualità in Italia, della diffusione e dell'approfondimento della meteorologia e della climatologia.
- Uno degli obiettivi primari dell'Associazione è quello di contribuire, anche attraverso il coinvolgimento di altri siti meteo italiani ed esteri, alla crescita dell'interesse comune verso la meteorologia nel nostro Paese, visti il poco spazio e lo scarso interesse (e spesso deformato) riservatole dai mezzi istituzionali di informazione.
- Vanta importanti collaborazioni con molti Enti del settore pubblici e privati, e può contare su uno dei forum di meteorologia più letti d'Italia (oltre 9500 iscritti e 5.000.000 discussioni, dati aggiornati a Aprile 2019) e su una rete di stazioni meteorologiche tra le più ramificate della penisola e parte dell'Europa grazie alla collaborazione con Associazioni estere



Meteonetwork: dati in tempo reale



Bologna, 2020-01-21

ARPAE-SIMC progetto RMAP - [HTTP://rmap.cc](http://rmap.cc)

Paolo Patruno, Rete di Monitoraggio Ambientale Partecipativo



Cos'è un caffè-scienza

- Scopo dei caffè-scienza è quello di demitizzare la comunicazione scientifica, togliendola dal piedistallo cattedratico. È vero che molte delle nozioni tecniche necessarie per prendere una decisione ponderata non sono patrimonio di tutti, e che spesso per comprenderle bisogna possedere competenze specifiche, ma è anche vero che il metodo scientifico prevede la discussione da pari a pari, senza preclusioni o diritti ex cathedra.
- Il metodo dei caffè-scienza è molto semplice: ci si ritrova in un posto piacevole e rilassante, in compagnia di qualche esperto dell'argomento in questione e allietati da un caffè, un bicchiere di birra o un succo di frutta
- Gli esperti introducono e dicono la loro, ma questa parte è limitata al minimo, una decina di minuti a persona. Il motore dell'incontro sono sempre le domande, gli interventi e le discussioni del pubblico, il tutto animato o smorzato da un moderatore.



Smart city, smart citizen e citizen science

- Smart city: territorio urbano che permette di soddisfare le esigenze dei cittadini, delle imprese e delle istituzioni, mediante l'ausilio di strumenti innovativi e partecipazione attiva
- Ad esempio, reti di sensori per il controllo di parametri ambientali.
- Per la Comunità Europea, il grado di intelligenza di una città dovrebbe essere valutato secondo economia, mobilità, ambiente, persone, tenore di vita e governo.
- All'interno di questo ambiente, il cittadino può (deve) avere un ruolo attivo (smart citizen)
- Un esempio di partecipazione attiva può essere ritrovata nella citizen science, una modalità di ricerca scientifica condotta totalmente o in parte da scienziati non professionisti



Crowdsourcing

- Il crowdsourcing è la pratica di coinvolgere una "folla" (in inglese "crowd") o un gruppo per un obiettivo comune
- Questo fenomeno può fornire alle organizzazioni l'accesso a nuove idee e soluzioni, un maggiore coinvolgimento dei consumatori, opportunità di co-creazione, ottimizzazione dei compiti e riduzione dei costi.
- Internet e i social media hanno avvicinato le organizzazioni ai loro stakeholder, ponendo le basi per nuovi modi di collaborare e creare valore insieme come mai prima d'ora.
- Nella scienza e nella sanità, il crowdsourcing può democratizzare la risoluzione dei problemi e accelerare l'innovazione.



Living Lab

- Un living lab è un concetto ed approccio all'attività di ricerca, incentrato sull'utente e sull'ecosistema di Open innovation, operando spesso in un contesto territoriale (città, agglomerato urbano, regione) e integrando processi d'innovazione e di ricerca in una partnership tra persone, pubblico e privato.
- Il modello si basa sul concetto di open innovation in cui l'approccio alla ricerca prevede il coinvolgimento della comunità di utenti, non solo come soggetti osservati, ma anche come fonte della creazione, non più solo al centro dell'innovazione, ma piuttosto veri e propri "driver" del cambiamento. L'esplorazione, la sperimentazione e la valutazione delle idee innovative fanno dei living labs piuttosto un ambiente esperienziale in cui gli utenti sono immersi, "vivono" per l'appunto, in uno spazio creativo da cui nasce la progettazione sociale e prendono vita servizi e prodotti del futuro.



La Citizen Science

Attività scientifica condotta da semplici cittadini in collaborazione con scienziati o sotto la direzione di scienziati professionisti e istituzioni scientifiche.

Ma le definizioni sono molteplici ...

Associazione Europea di Citizen Science

Dieci principi di Citizen Science

https://ecsa.citizen-science.net/wp-content/uploads/2021/06/ECSA_Ten_principles_of_CS_Italian.pdf

<http://citizenscience.org/>

- <https://ecsa.citizen-science.net>
- <https://www.tcass.center/english>
- <https://scistarter.org>



la rivoluzione scientifica del Seicento

Comunicare tutto a tutti.

Abbatte definitivamente il paradigma della segretezza

Eliminare tutti gli ostacoli che si oppongono alla libera circolazione della conoscenza scientifica.

Tutti i risultati della ricerca devono essere accessibili a chiunque

Paolo Rossi (storico)



Scienza aperta

l'accesso libero e gratuito alla conoscenza scientifica è un bene in sé, perché rendendo del tutto libero il suo scambio, la conoscenza aumenta.

cinque diverse scuole di pensiero nel movimento della scienza aperta:

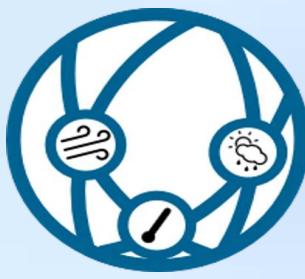
- “**democratica**”, il cui obiettivo è rendere la conoscenza scientifica liberamente disponibile per chiunque;
- “**pragmatica**”, che mira a rendere più efficiente la ricerca attraverso la collaborazione tra scienziati;
- “**infrastrutturale**”, che si concentra sugli strumenti (elettronici) per rendere effettivamente aperta la scienza;
- “**valutativa**”, che cerca di mettere a punto sistemi di valutazione alternativi del lavoro scientifico



Scienza aperta “pubblica”

cerca di abbattere definitivamente le mura della torre d'avorio che separa la “repubblica della scienza” dal resto della società, proponendo il coinvolgimento attivo dei cittadini nell'impresa scientifica. L'obiettivo è la Citizen science da raggiungere attraverso lo science blogging e, più in generale, il social networking. In poche parole, impegnando gli scienziati in un dialogo fitto e diretto con i cittadini mediante gli strumenti del Web 2.0.

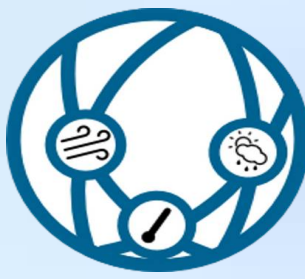
- la scienza deve uscire dai confini della comunità degli esperti per rendersi accessibile a un audience più vasta. L'assunzione base è che le tecnologie del social Web e del Web 2.0 consentono e anzi quasi impongono agli scienziati:
 - di “aprire” i risultati della ricerca ai non-esperti, rendendoli comprensibili;
 - di “aprire” i processi di ricerca chiamando il grande pubblico a parteciparvi.



La citizen science è ancora “top-down”?

Fecher e Friesike sostengono che molti progetti di citizen science seguono una logica top-down: sono i ricercatori professionali a gestire il gioco e a conservare il ruolo di leader nel processo di ricerca, utilizzando i cittadini comuni non come partner alla pari, ma come forza lavoro gratuita.

Qualcuno sostiene persino che molti progetti di citizen science non sono pensati affatto per coinvolgere cittadini con qualifiche e capacità tali da poter influenzare la ricerca in maniera significativa.



Citizen science e aspetti educativi

La Citizen science rappresenta un potente strumento per far acquisire agli studenti quelle particolari competenze per eccellere nel campo delle scienze, della tecnologia e della matematica in quanto i partecipanti ai progetti di citizen science acquisiscono competenze realizzando “vera” scienza anche al di fuori dell’ambito strettamente scolastico invitando, nel contempo, a sviluppare sempre più numerosi progetti di Citizen science.

D'altra parte recentemente si è incominciato, nell'ambito della ricerca educativa, anche a valutare la valenza della citizen science nell'ambito dell'apprendimento trasformativo (transformative learning) in cui gli allievi reinterpretono il senso dell'esperienza per la costruzione di significato e apprendimento.



Software e Hardware libero

- **Software libero (FOSS)** è un software reso pubblico sotto i termini di una licenza di che ne concede lo studio, l'utilizzo, la modifica e la redistribuzione
- **Hardware libero (OSH)** il cui progetto è reso **pubblico** in modo che chiunque possa **studiare, modificare, distribuire, realizzare, utilizzare e vendere** il progetto o l'hardware basato su di esso
 - La fonte dell'hardware, il progetto da cui è stato realizzato, è disponibile nel **formato migliore per apportarvi modifiche**. Idealmente, l'hardware open source **utilizza componenti e materiali disponibili, processi standard, infrastruttura aperta, contenuti senza restrizione e strumenti di progettazione open-source** per massimizzare la capacità degli individui di produrre e utilizzare l'hardware.



diritto sui generis e il concetto di “derivazione” nel mondo delle banche dati

Le banche dati sono tutelate non tanto da diritto d'autore in senso classico quanto dal cosiddetto diritto sui generis del costitutore di banche dati istituito dalla Direttiva 96/9/CE.

Tale diritto copre operazioni di estrazione e reimpiego di parti sostanziali di banche dati per la cui costituzione è stato necessario un rilevante investimento.

In Italia il 18 Dicembre 2012 il Decreto Legge 18.10.2012, n. 179 è stato convertito in legge (17.12.2012 n. 221 e pubblicato nella Gazzetta Ufficiale: l'art. 9 prevede che i dati e le informazioni forniti dalla pubblica amministrazione dovranno essere obbligatoriamente pubblicati in formato aperto



Tipi di licence open per i dati

- A) Public domain dedications / no-copyright disclaimers
- B) Attribution licenses
- C) Share Alike licenses



Importanza dell'open source hardware e degli open data

- L'hardware open source dà alle persone la libertà di controllare la loro tecnologia, la condivisione della conoscenza ed incoraggia il commercio attraverso lo scambio aperto di progetti.
- Open Data sono più informazione a disposizione di tutti, quindi, con tutti i vantaggi che questo comporta: aumento della conoscenza della collettività, trasparenza di un ente pubblico o privato e non ultimo stimolo all'economia permettendo alle aziende di offrire servizi che riusino questi dati.



Inquinamento

- la legislazione europea dice che in una città come Bologna bastano due o tre stazioni per la misura della qualità dell'aria
- sono sufficienti per monitorare gli aspetti generali dell'inquinamento urbano, poi però esistono punti di accumulo locali (sotto i portici, nelle strade strette), differenze tra il primo e l'ultimo piano, emissioni locali (impianti), anche episodiche (cantieri, ingorghi, caminetti accesi), inquinamento dentro le case...
- non basterebbero centinaia di centraline per monitorare tutta questa varietà di situazioni, e i costi delle reti di misura sono già adesso difficili da sostenere
- l'Agenzia Ambientale Europea promuove l'integrazione di strumenti diversi: satelliti, modelli, poche stazioni con strumenti avanzati e reti di microsensori a basso costo gestite da volontari (scuole, associazioni, cittadini)



Monitoraggio ambientale

- Il monitoraggio ambientale descrive i processi e le attività che devono aver luogo per caratterizzare e monitorare la qualità dell'ambiente.
- Il monitoraggio ambientale viene utilizzato quando le attività umane comportano un rischio di effetti dannosi sull'ambiente naturale o viceversa.
- serve per stabilire lo stato attuale di un ambiente o tendenze dei parametri ambientali.
- i risultati del monitoraggio saranno rivisti, analizzati statisticamente e pubblicati. La progettazione di un programma di monitoraggio deve pertanto tenere conto dell'uso finale dei dati prima dell'inizio del monitoraggio.
 - Aria
 - Acqua
 - Suolo
- Componenti fisiche, chimiche, biologiche, radiologiche ...



La valutazione dei dati

- Per validazione dei dati si intende «il processo attraverso il quale si valuta se l'informazione può essere considerata consona alle finalità per le quali è stata prodotta» (ISTAT, 2001).
- L'attività di validazione può essere allora definita, sempre secondo l'ISTAT, come «l'insieme delle operazioni attraverso le quali si giudica lo scarto esistente fra gli obiettivi di qualità programmati in sede di progettazione dell'indagine [...] e i risultati effettivamente conseguiti».

<http://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00003800/3874-rapporti-02-27.pdf/>



per un problema multi-scala, monitoraggio multi-scala

- perciò sì, qualche grande pennello e poi pennelli piccoli per definire i dettagli



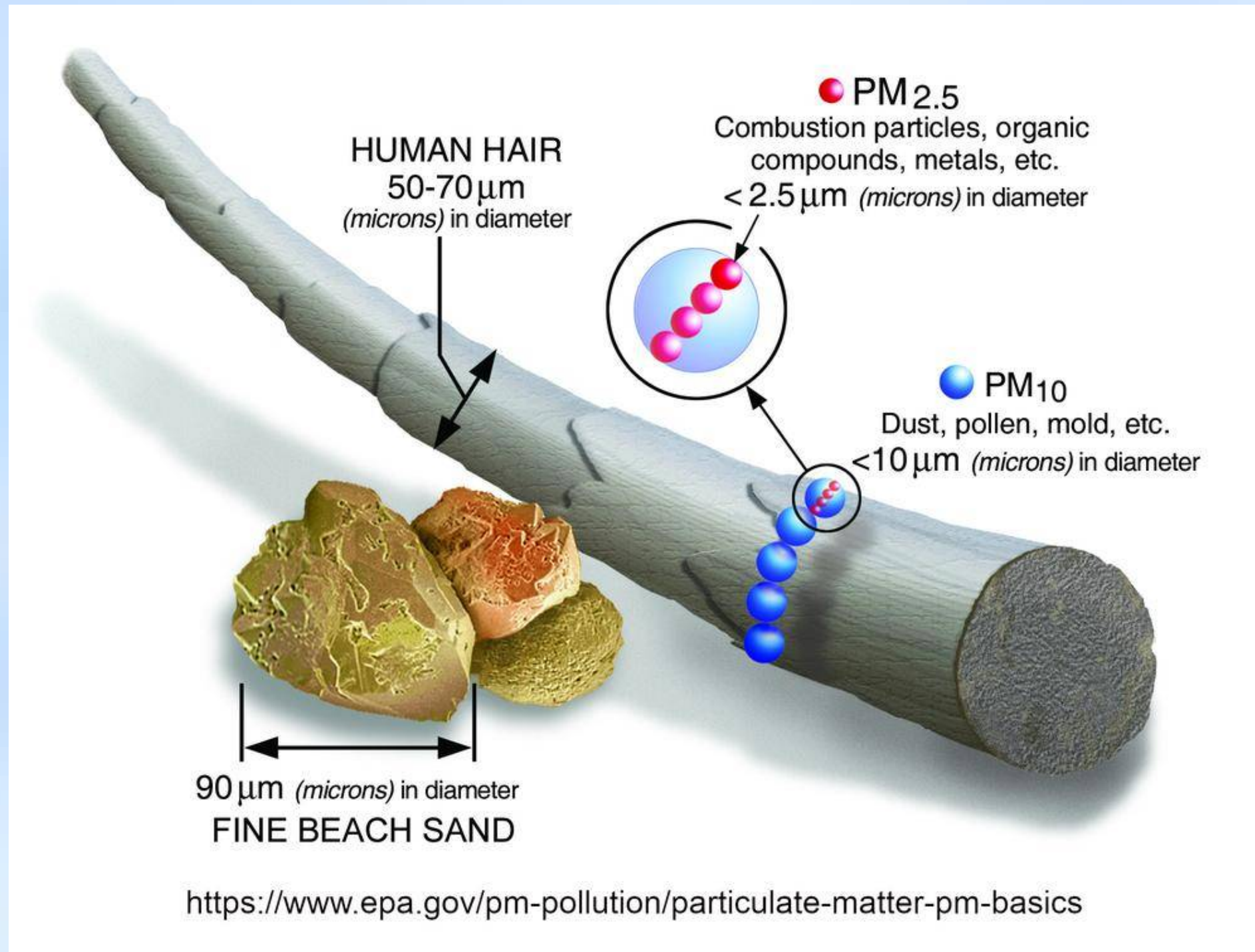


Particelle di aerosol atmosferico

- Conosciute anche come particolato atmosferico (PM), le particelle di aerosol consistono in una miscela complessa di particelle solide e goccioline liquide di sostanze organiche e inorganiche nell'aria.
- I componenti principali del PM sono solfati, nitrati, ammoniaca, cloruro di sodio, carbone nero, polvere minerale e acqua.
- Classificazione del Pmx: x sta per diametro della particella, che è uguale a o minore di $x \mu\text{m}$. PM_{2,5}, per esempio, definisce particelle con diametri inferiori o uguali a $2,5 \mu\text{m}$.



Particulate Matter





Rischi per la salute

- Le particelle più dannose per la salute sono quelle con un diametro pari o inferiore a $10\text{ }\mu\text{m}$, poiché tali piccole particelle possono penetrare nella barriera polmonare umana ed entrare nel sistema sanguigno.
- «L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha designato il particolato atmosferico aerotrasportato come cancerogeno del Gruppo 1. Gli studi hanno dimostrato che non vi è alcun livello sicuro di esposizione al PM e con l'aumento di concentrazione di PM nell'aria il tasso di cancro aumenta in modo proporzionale». [res.mdpi.com]



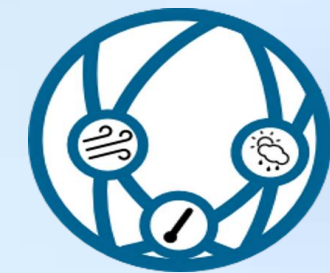
Indice di qualità dell'aria (IQA)

- Negli Stati Uniti, l'agenzia per la protezione dell'ambiente (EPA) stabilisce gli standard per le concentrazioni accettabili di particolato atmosferico PM_{2,5} e PM₁₀ attraverso lo standard nazionale di qualità dell'aria ambiente (NAAQS) per il particolato atmosferico.

PM _{2.5} 24 hour avg (µg/m ³)	PM ₁₀ 24 hour avg (µg/m ³)	Air Quality Index	Air Pollution Level
0.0 - 12.0	0 - 54	0 - 50	Good
12.1 - 35.4	55 - 154	51 - 100	Moderate
35.5 - 55.4	155 - 254	101 - 150	Unhealthy for sensitive groups
55.5 - 150.4	255 - 354	151 - 200	Unhealthy
150.5 - 250.4	355 - 424	201 - 300	Very unhealthy
250.5 - 350.4	425 - 504	301 - 400	Hazardous
350.5 - 500.4	505 - 604	401 - 500	Hazardous

- [<https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2013-01-15/pdf/2012-30946.pdf>]

Sensore per particolato Sensirion SPS30



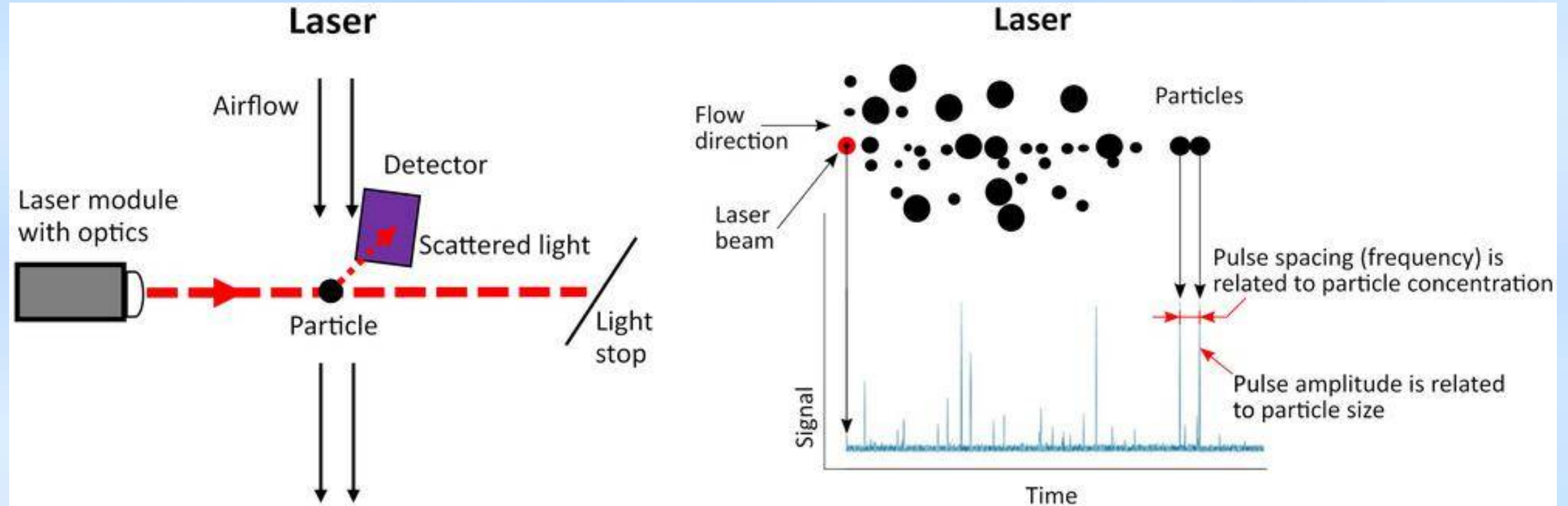
- Sensore completamente calibrato con interfaccia UART e I2C
- Classificazione avanzata delle particelle per dimensione (binning delle particelle):
- Concentrazione di massa: PM1.0, PM2.5, PM4 e PM10;
- Concentrazione numerica: PM0.5, PM1.0, PM2.5, PM4 e PM10.
- Dimensioni di 40,6 x 40,6 x 12,2 mm
- Limite inferiore di rilevamento è di soli 0,3µm
- durata superiore a otto anni pur funzionando ininterrottamente per 24 ore al giorno senza necessità di pulizia e/o manutenzione





Come funzionano i sensori di particolato atmosferico a base ottica

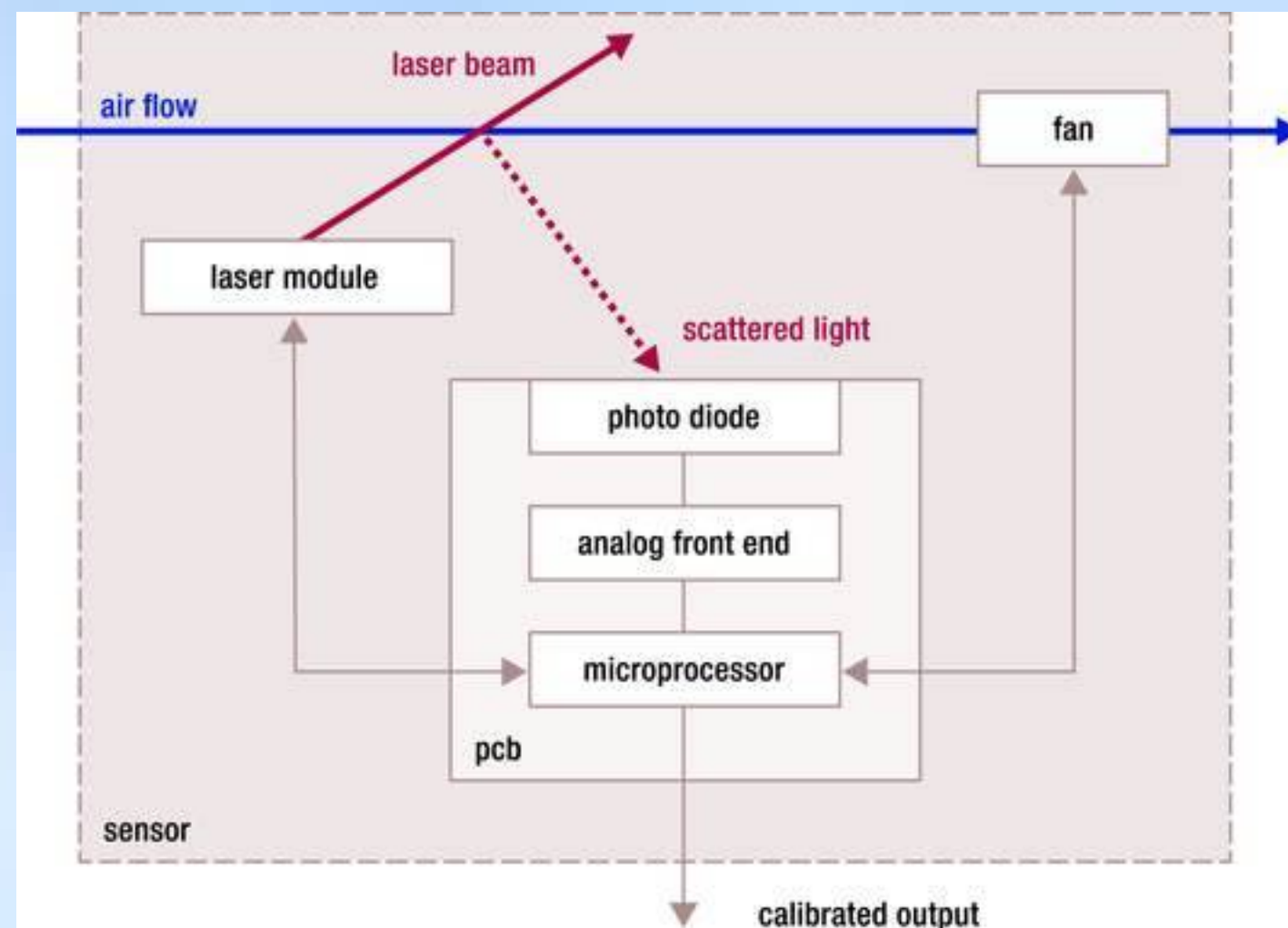
- I sensori utilizzano le proprietà della diffusione della luce per misurare il conteggio, le dimensioni e la concentrazione delle particelle. I componenti di base sono: sorgente luminosa diretta alle particelle, rivelatore per misurare la luce diffusa dalle particelle e circuiti elettronici che elaborano e analizzano l'uscita del rivelatore.





L' SPS30 utilizza la tecnologia laser

- Il raggio laser è focalizzato su una piccola area
- Diametro del punto luminoso ridotto => alta densità di potenza
- La particella diffonde una grande quantità di luce => rapporto S/N grande
- Le particelle restituiscono segnali individuali
- Le particelle troppo grandi possono essere escluse dalla lettura di massa





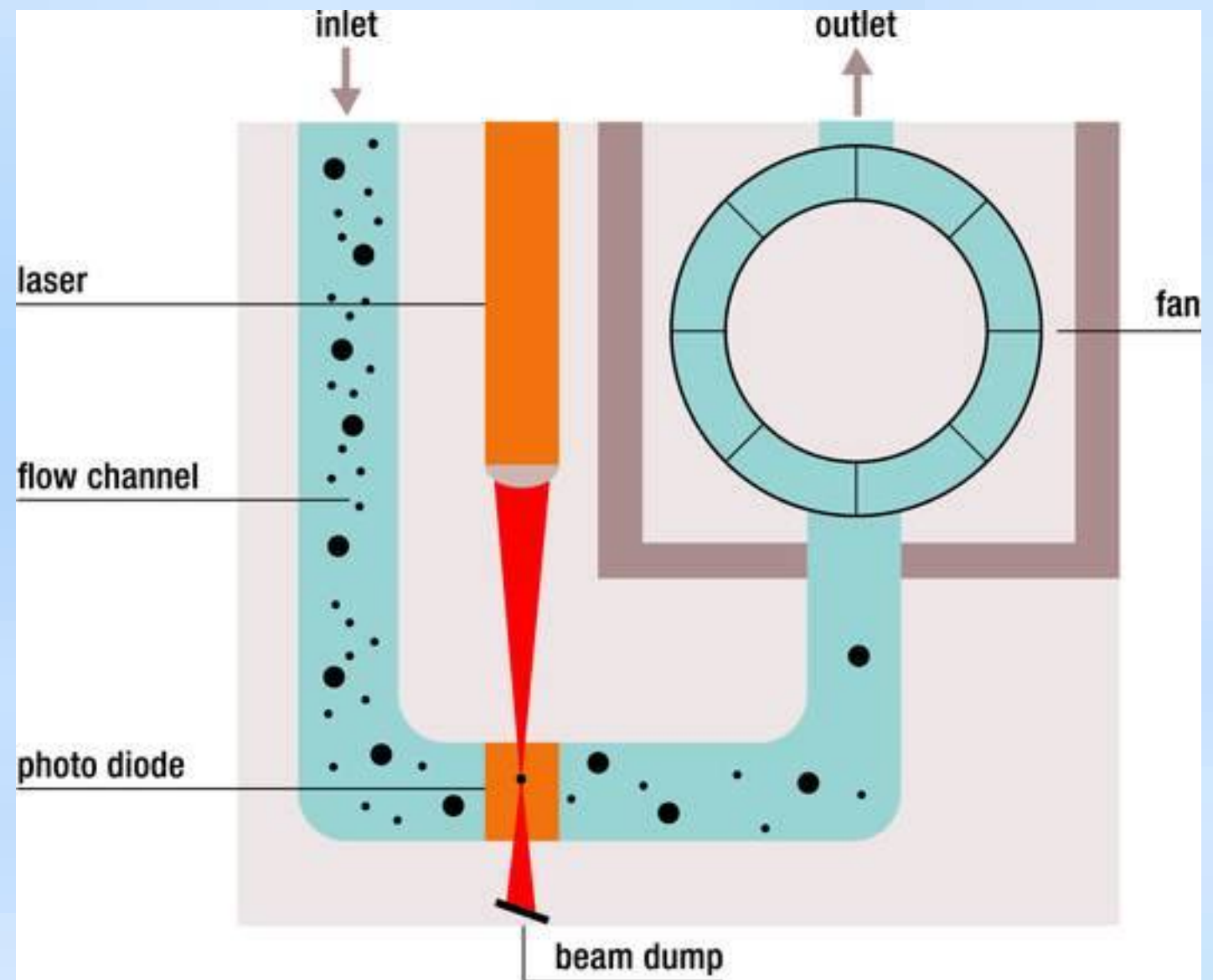
Principio di funzionamento

A controlled airflow is created inside the sensor by means of a fan. An internal feedback loop between the microprocessor and fan stabilizes the fan speed and therefore the airflow through the sensor.

Environmental PM travels inside the sensor from inlet to outlet, carried by the airflow.

In correspondence with the photodiode, particles in the airstream pass through a focused laser beam causing light scattering.

The scattered light is then detected by the photodiode and converted to a mass/number concentration output through Sensirion's **proprietary** algorithms, which run on the SPS30 internal microcontroller.



Principali agenti indoor e potenziali fonti interne



FONTI	INQUINANTI
Processi di combustione a gas o carbone per riscaldare e/o cucinare, camini e stufe a legna, gas di scarico veicoli	Prodotti di combustione (CO, NOx, SO2, particolato)
Materiali da costruzione e isolanti	amianto, fibre vetrose artificiali, Particolato, Radon; Agenti biologici (per presenza di umidità e/o polvere)
Materiali di rivestimento e moquette	formaldeide, acrilati, COV e Agenti biologici (per presenza di umidità e/o polvere)
Arredi	formaldeide, COV e Agenti biologici (per presenza di umidità e/o polvere)
Liquidi e prodotti per la pulizia	alcoli, fenoli, COV
Fotocopiatrici	ozono (O3), polvere di toner, idrocarburi volatili (COV)
Fumo di sigaretta	idrocarburi policiclici, COV formaldeide, CO, particolato fine
Impianti di condizionamento	CO2 e COV (per scarso numero di ricambi orari o eccesso di riciclo); Agenti biologici (per mancanza di pulizia/manutenzione)
Polvere	Agenti biologici (allergeni indoor: acari)
Individui	CO2 e Agenti biologici (batteri, virus ecc.)
Animali	Allergeni indoor (peli ecc)
Sorgenti naturali (lave, tufi, graniti, ecc.)	Radon



Biossido di carbonio

- La concentrazione media di CO₂ nell'aria atmosferica al 2015 è di circa 719 mg/m³ (400,83 ppmv)
- Di solito le concentrazioni di CO₂ nell'aria indoor sono più elevate e dipendono dal numero e dalla presenza degli occupanti di un ambiente, che richiedono continuamente ossigeno e che producono CO₂ come sottoprodotto del sistema respiratorio. Di conseguenza un sostanziale incremento di CO₂ comporta una corrispondente diminuzione della concentrazione di ossigeno (O₂) nell'aria stessa e quindi un rischio per la salute umana.



CO2, l'indicatore più importante per la qualità dell'aria

- La maggior parte delle persone passa ogni giorno più di 20 ore all'interno di ambienti chiusi. La CO2 (anidride carbonica) presente nell'aria è l'indicatore più importante della qualità dell'aria.
- Il Joint Research Centre (JCR) dell'UE ha condotto uno studio dal quale è emerso che negli spazi interni sono presenti maggiori quantità di sostanze nocive rispetto che all'aperto. Non sono rari i livelli di concentrazione che col tempo hanno degli effetti dannosi sulla salute.

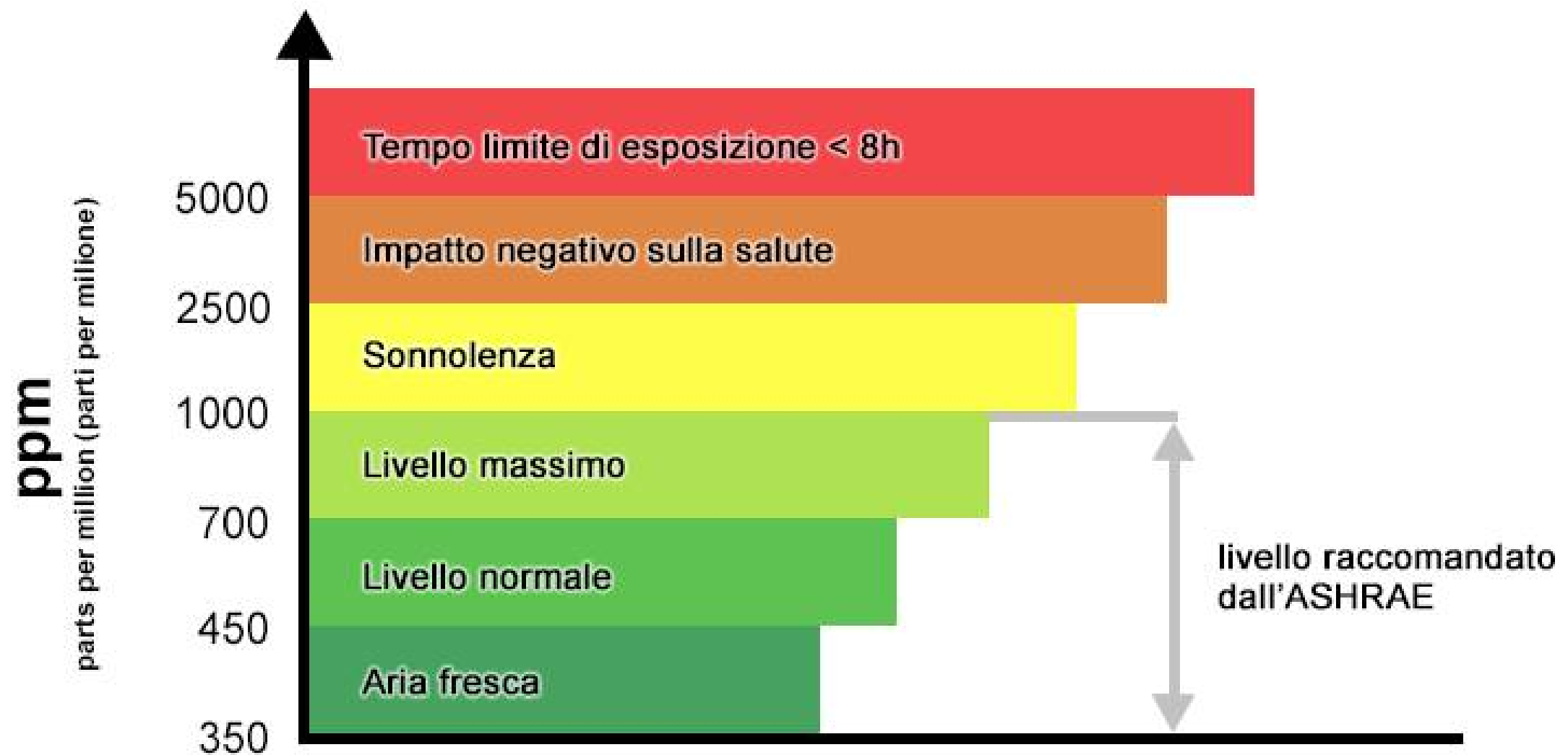


Concentrazioni di CO₂ di riferimento

- Uno studio di Pettenkofer (1858) ha comprovato che le persone che si trovano in stanze con una concentrazione di CO₂ al di sotto dello 0,1% (1.000 ppm) si sentono a loro agio, mentre si sentono chiaramente a disagio in stanze con concentrazioni al di sopra dello 0,2% (2.000 ppm).
- In Germania viene fissato come valore limite per gli spazi abitativi lo 0,15% (1.500 ppm) di CO₂. Se si vuole fare un confronto, si consideri che in una camera da letto non ventilata oppure anche in una classe piena possono essere misurati dei valori di concentrazione che sono spesso il triplo (fino a 5.000 ppm).
- Per mantenere la concentrazione di CO₂ al massimo allo 0,15% (1.500 ppm) devono essere immessi mediamente 25 m³/h di aria nuova per persona (se si sta per esempio praticando uno sport anche di più).
- http://old.iss.it/binary/publ/cont/16_15_web.pdf



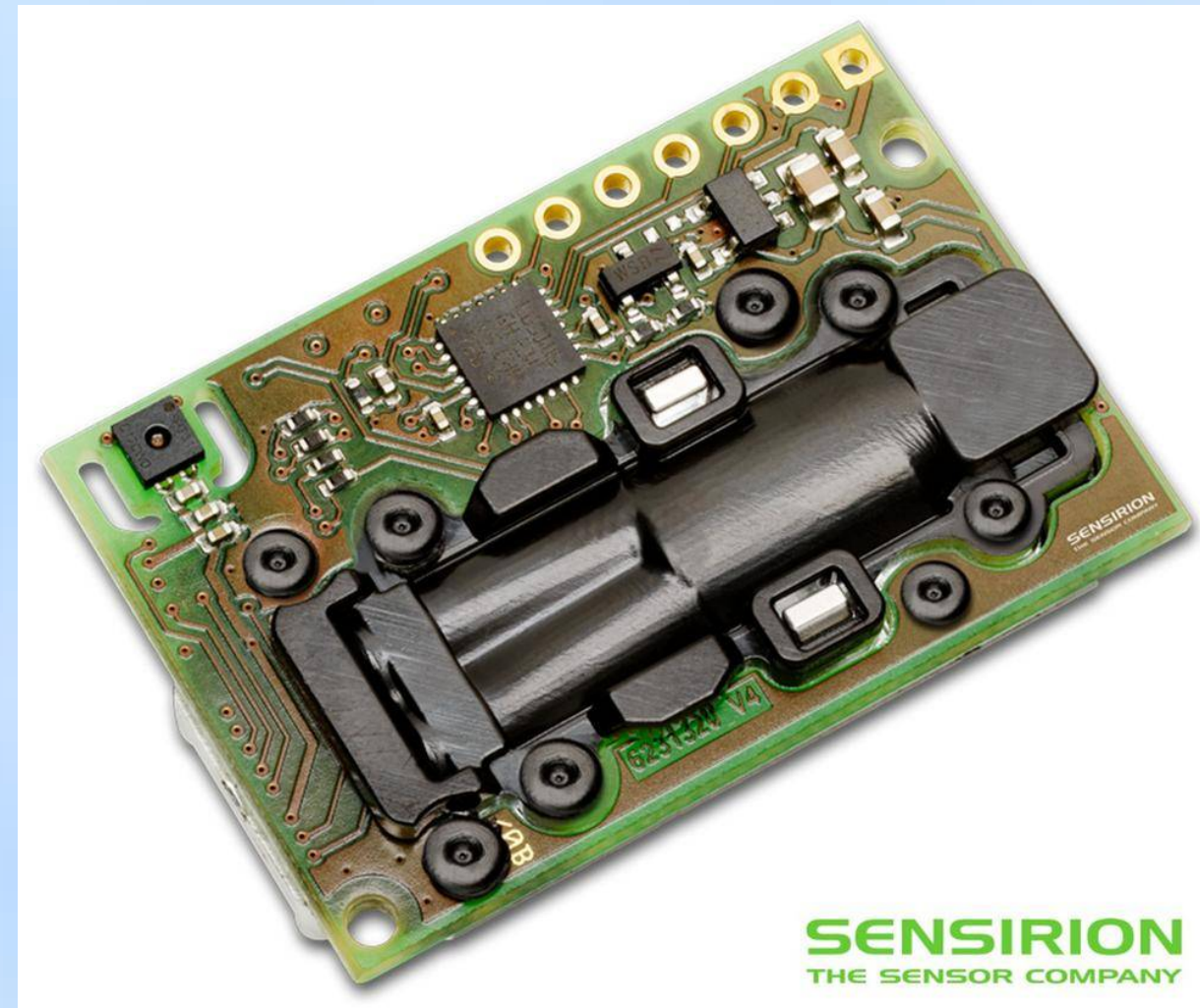
Un'elevata concentrazione di CO₂ provoca il calo della concentrazione e sonnolenza.



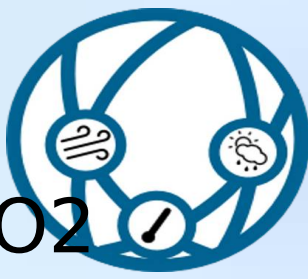


Sesirion SCD30 NDIR CO2 Sensor

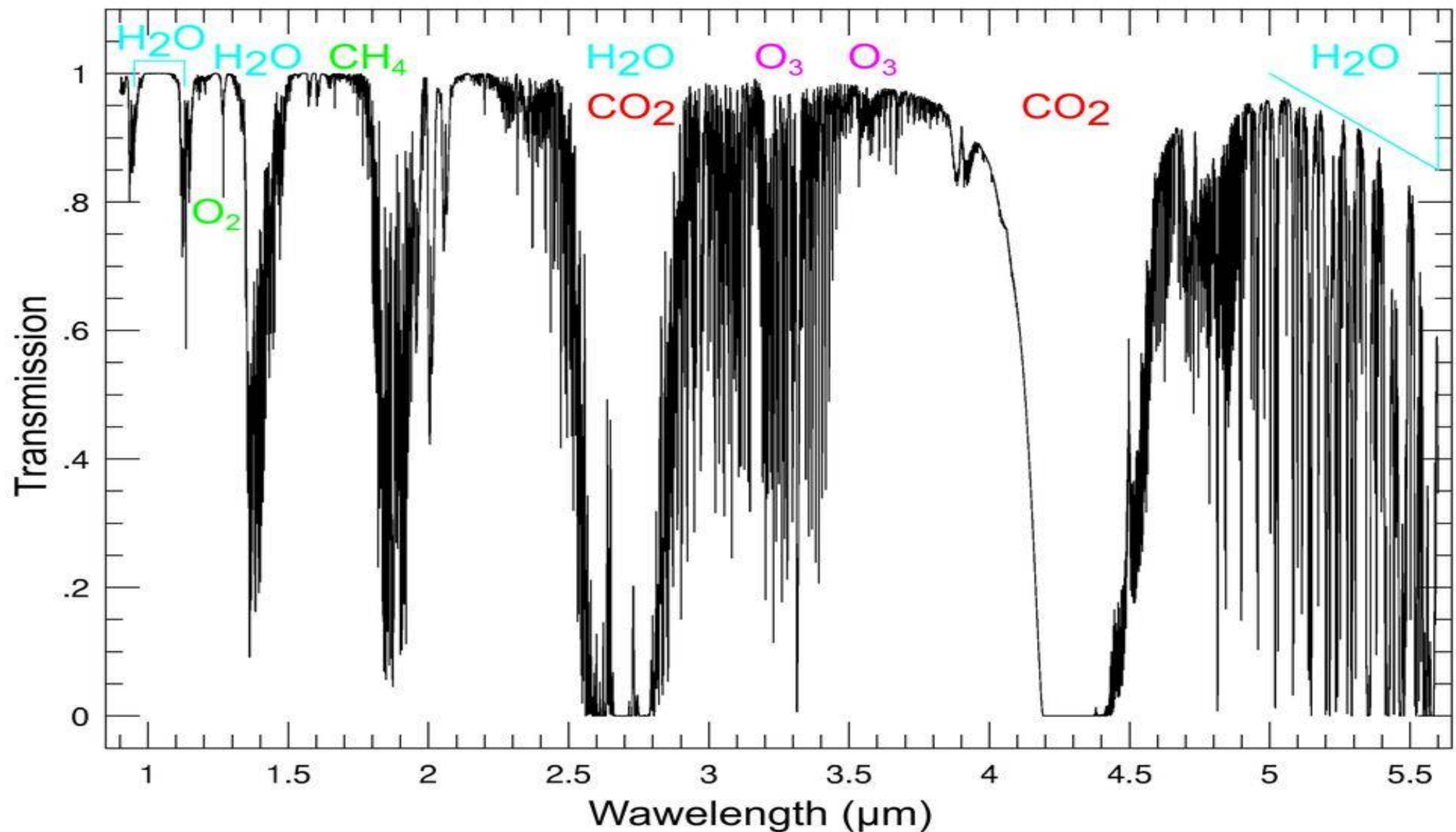
- CO2 measurement range 0 – 10'000 ppm
- Accuracy ± 30 ppm $\pm 3\%$ (25 °C, 400 – 10'000 ppm)
- Repeatability 10 ppm
- Temperature stability 2.5 ppm / °C (0 – 50 °C)
- Response time (t63): 25 s



NDIR Sensor Module Principle



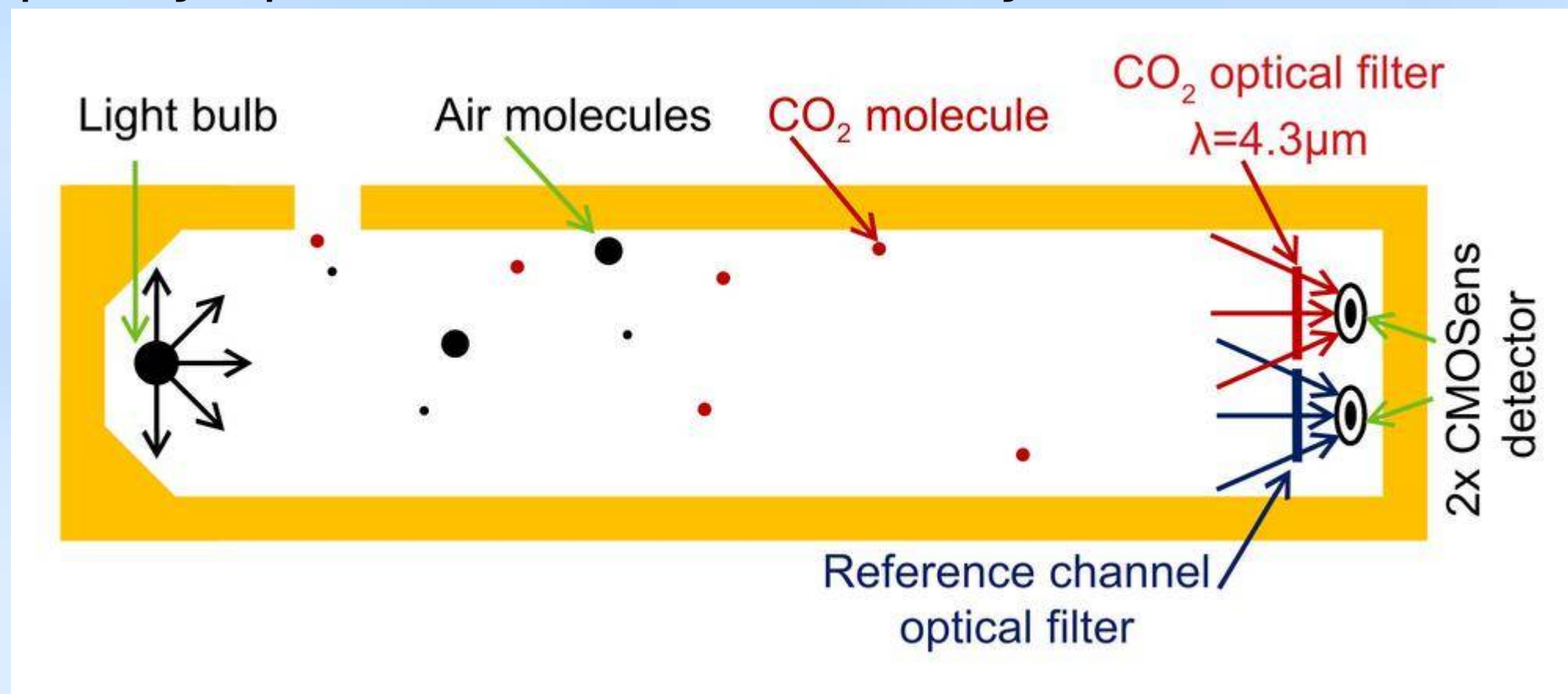
NDIR (Non Dispersive Infra-Red) sensor uses the fact that CO₂ molecules absorb infrared radiation of certain wavelengths. The higher the CO₂ concentration, the more radiation CO₂ absorbs. The wavelength of 4.3μm has the maximum absorption for CO₂ and minimal absorption for other gases in the air.



(<http://www.astronomy.ohio-state.edu/~pogge/Ast161/Unit5/atmos.html>)



- Infrared radiation source (light bulb) is placed on the one side of the tube. On the opposite side, two sensors with optical filters are placed. The first sensor (CO₂) has band-pass filter for wavelength 4.3μm; it measures intensity of radiation I_d . The second sensor (reference) has band-pass filter for wavelength, which is minimally absorbed by gases in the air (typically 4μm); it measures intensity of radiation I_0 .



Measured intensity of radiation at these wavelengths is then associated with CO2 concentration via the Beer-Lambert Law that is given with the following equation:



$$I_d/I_0 = e^{-KCL}$$

where

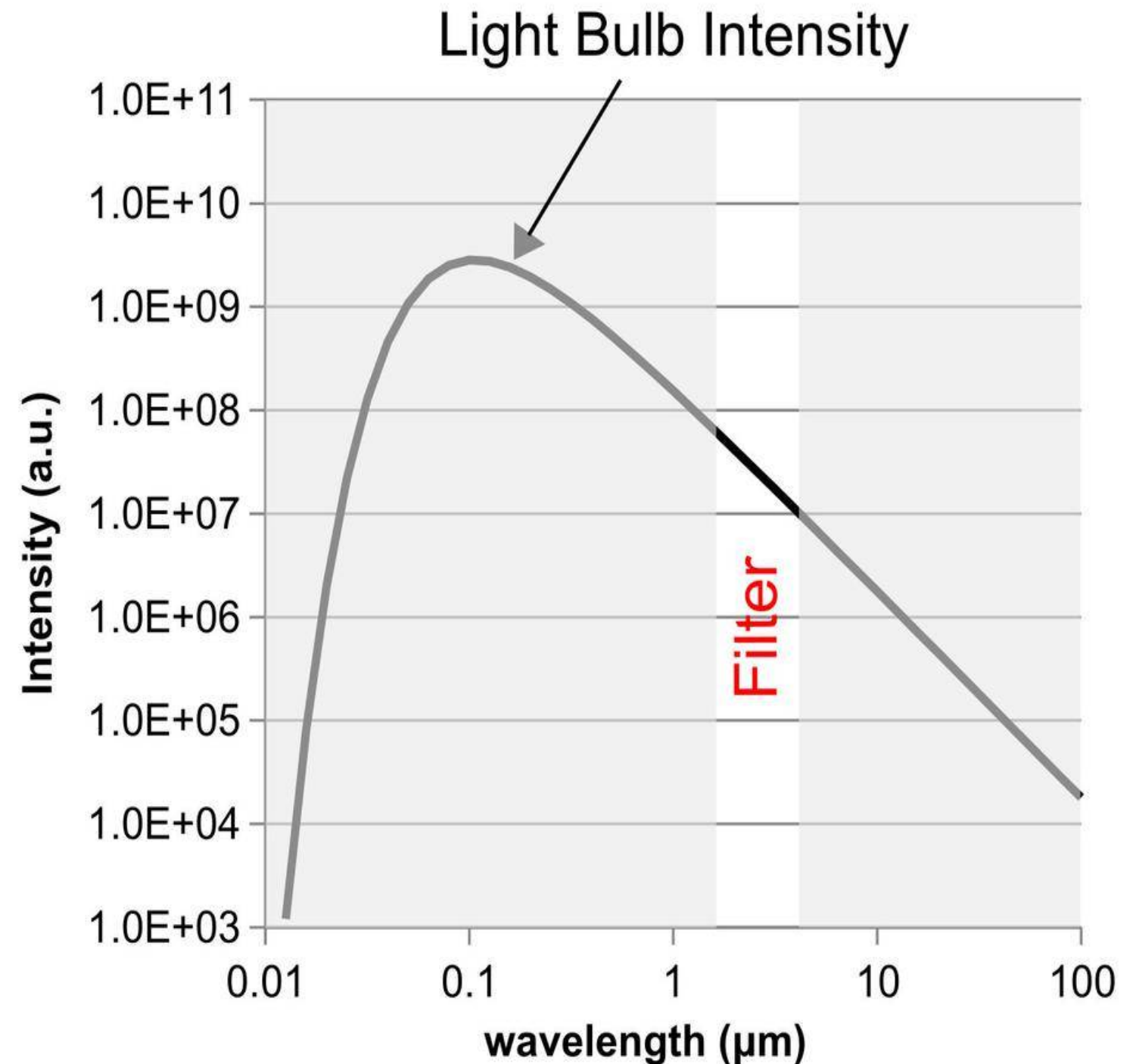
I_d is the intensity of radiation at $4.3\mu\text{m}$,

I_0 is the intensity of the reference radiation

K is the absorption co-efficient for CO2

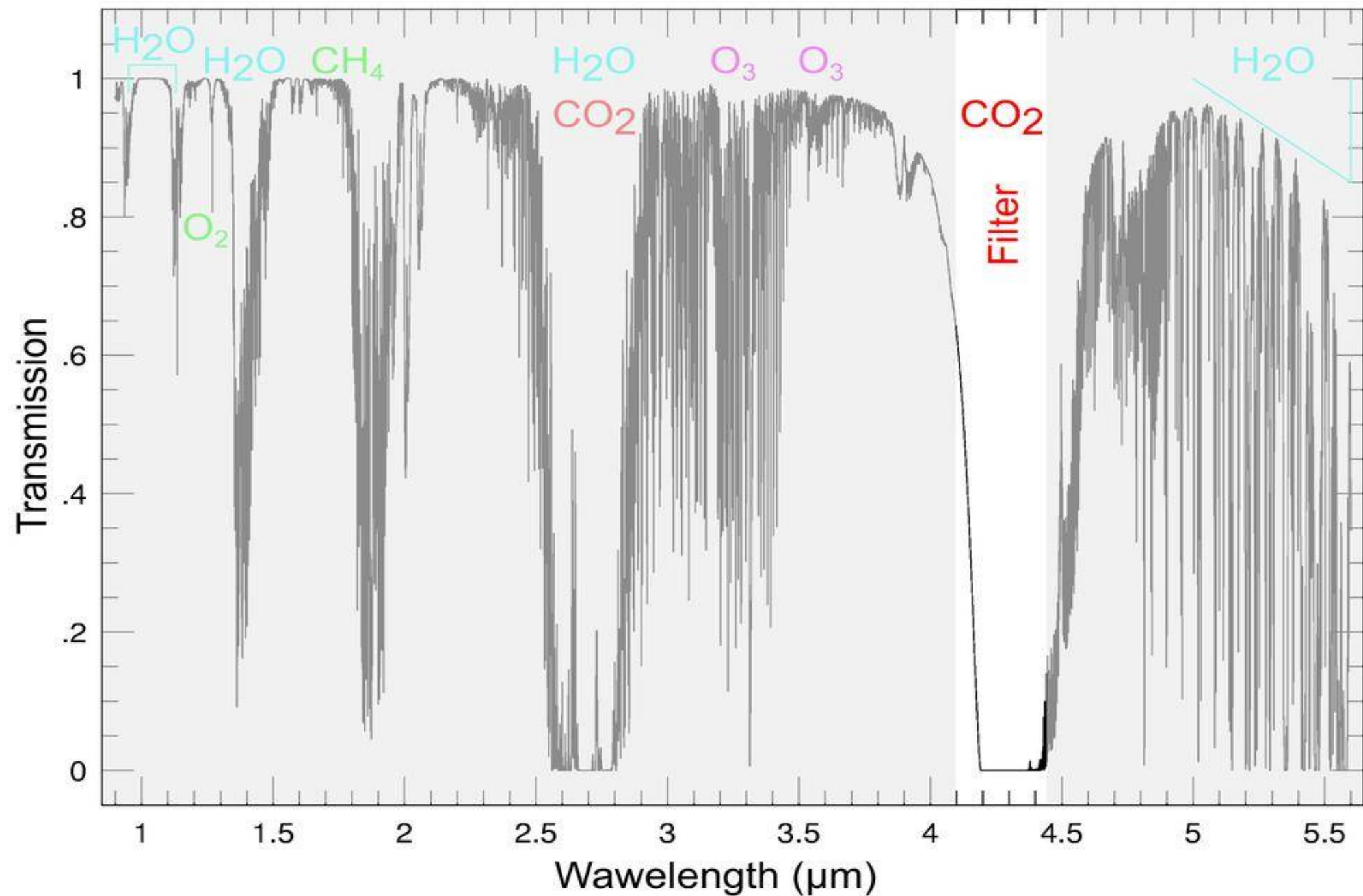
C is the CO2 Concentration

L is the path length between the radiation source and the light detectors





The reference sensor compensates for the effect of the radiation intensity variation. When intensity changes, both I_d and I_0 change identically, so I_d / I_0 remains unchanged.





Sensirion SHT85 sensore temperatura e umidità

The sensor element is built out of a capacitor. The dielectric is a polymer which absorbs or releases water proportional to the relative environmental humidity, and thus changes the capacitance of the capacitor. This change in capacitance can be measured by an electronic circuit. This allows the relative air humidity to be determined.



Fully calibrated, linearized, and temperature compensated digital output

The SHT85 features a PTFE membrane dedicated to protect the sensor opening from liquid, sand, dust, according to IP67, without affecting the response time of the RH signal.



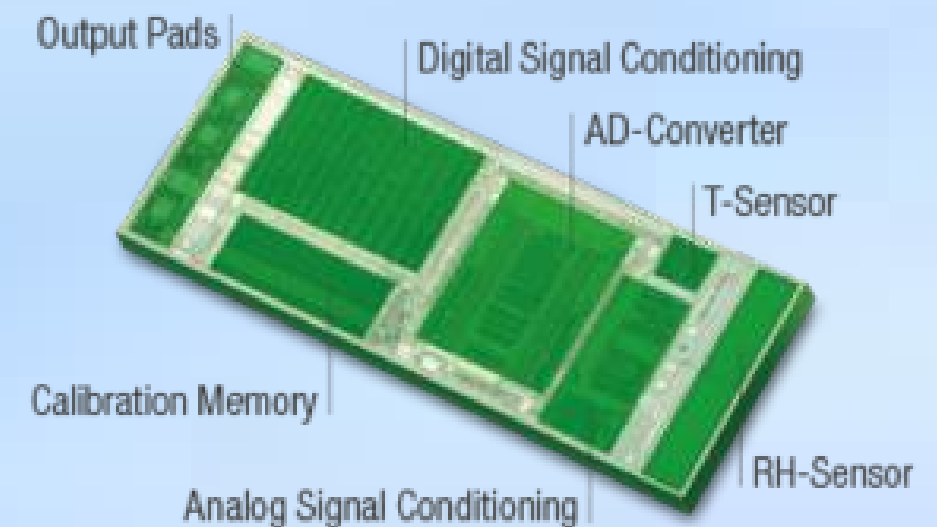
Humidity Sensors with CMOSens®

Through the unique linkage of these sensor elements with the signal amplifier unit, the analog-to-digital converter, the calibration data memory, as well as the digital, bus-ready interface, all on a surface area of a few square millimeters.

The analog-to-digital conversion, which is also performed "in place," makes the signal extremely insensitive to noise. A checksum generated by the chip itself is used for additional reliability. Last but not least, the calibration data loaded on the sensor chip guarantees that Sensirion humidity sensors have identical specifications and thus they can be replaced 100%.

- Digital Interface

Humidity and temperature sensors with CMOSens® technology can be connected directly to any microprocessor system by means of the digital 2-wire interface, which minimizes the system development times, saves costs, and leads to a significant advantage, especially for high-volume applications.





Sensirion SHT85

Relative Humidity

Parameter	Conditions	Value	Units
Accuracy tolerance ¹	Typ.	± 1.5	%RH
	Max.	see Figure 1	-
Repeatability ²	Low, typ.	0.21	%RH
	Medium, typ.	0.15	%RH
	High, typ.	0.08	%RH
Resolution	Typ.	0.01	%RH
Hysteresis	At 25°C	± 0.8	%RH
Specified range ³	Non-condensing environment ⁴	0 to 100	%RH
Response time ⁵	τ 63%	8 ⁶	s
Long-term drift ⁷	Typ.	<0.25	%RH/y

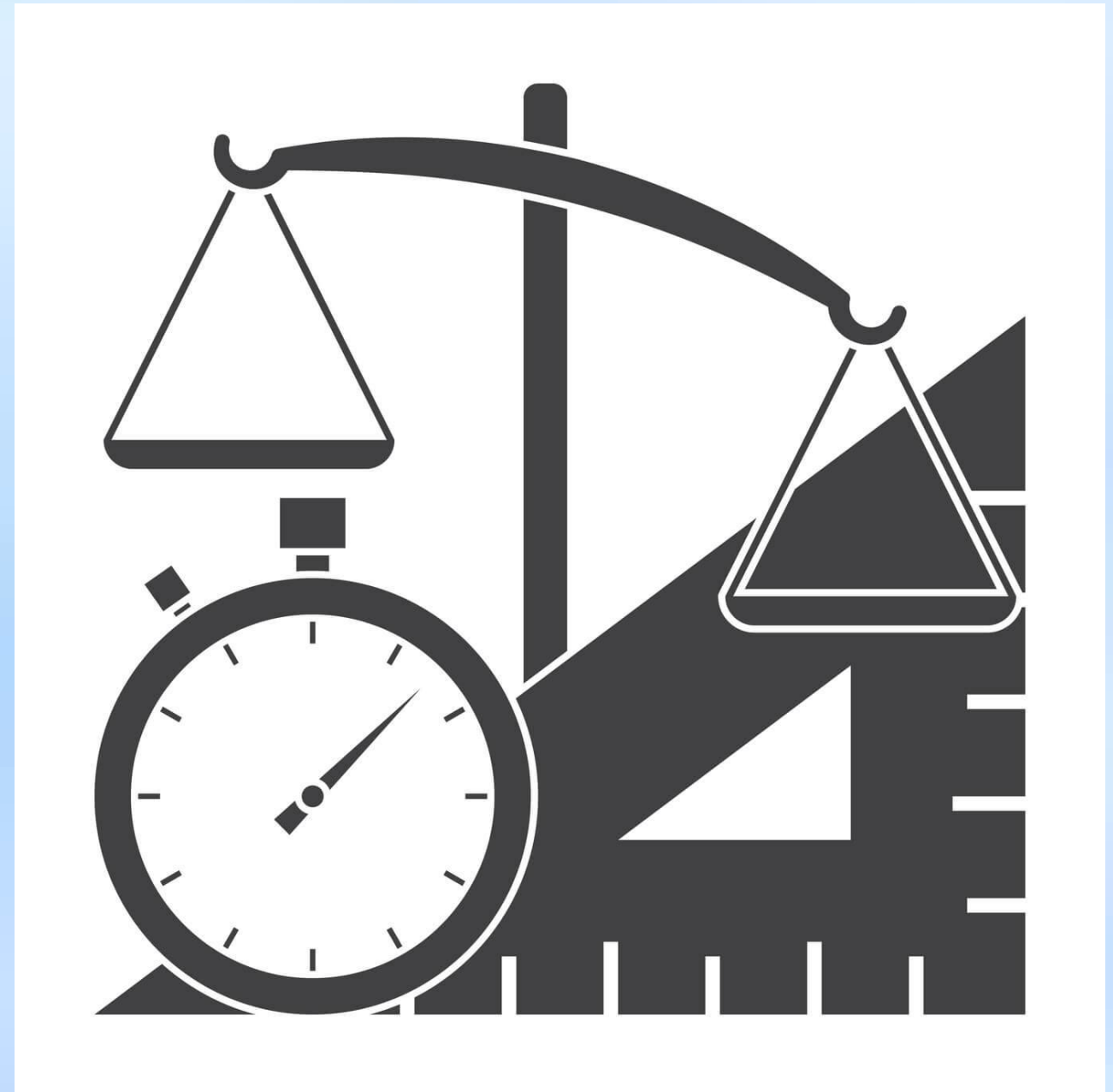
Temperature

Parameter	Conditions	Value	Units
Accuracy tolerance ¹	Typ., 20°C to 50 °C	± 0.1	°C
	Max.	see Figure 2	-
Repeatability ²	Low, typ.	0.15	°C
	Medium, typ.	0.08	°C
	High, typ.	0.04	°C
Resolution	Typ.	0.01	°C
Operating range	-	-40 to 105 ⁸	°C
Response time ⁹	τ 63%	>2	s
Long-term drift	Typ.	<0.03	°C/y



Metrologia

Scienza della misurazione e
delle sue applicazioni



- Vocabolario internazionale di metrologia
<https://www.ceinorme.it/it/normazione-it/vim/vim-content-it>
- <https://www.iso.org/obp/ui/>



World Meteorological Organization

- Il WMO (World Meteorological Organization) è l'organizzazione fondata nel 1873 e facente parte all'ONU dal 1950, con sede a Ginevra (CH), che si occupa di meteorologia e clima.

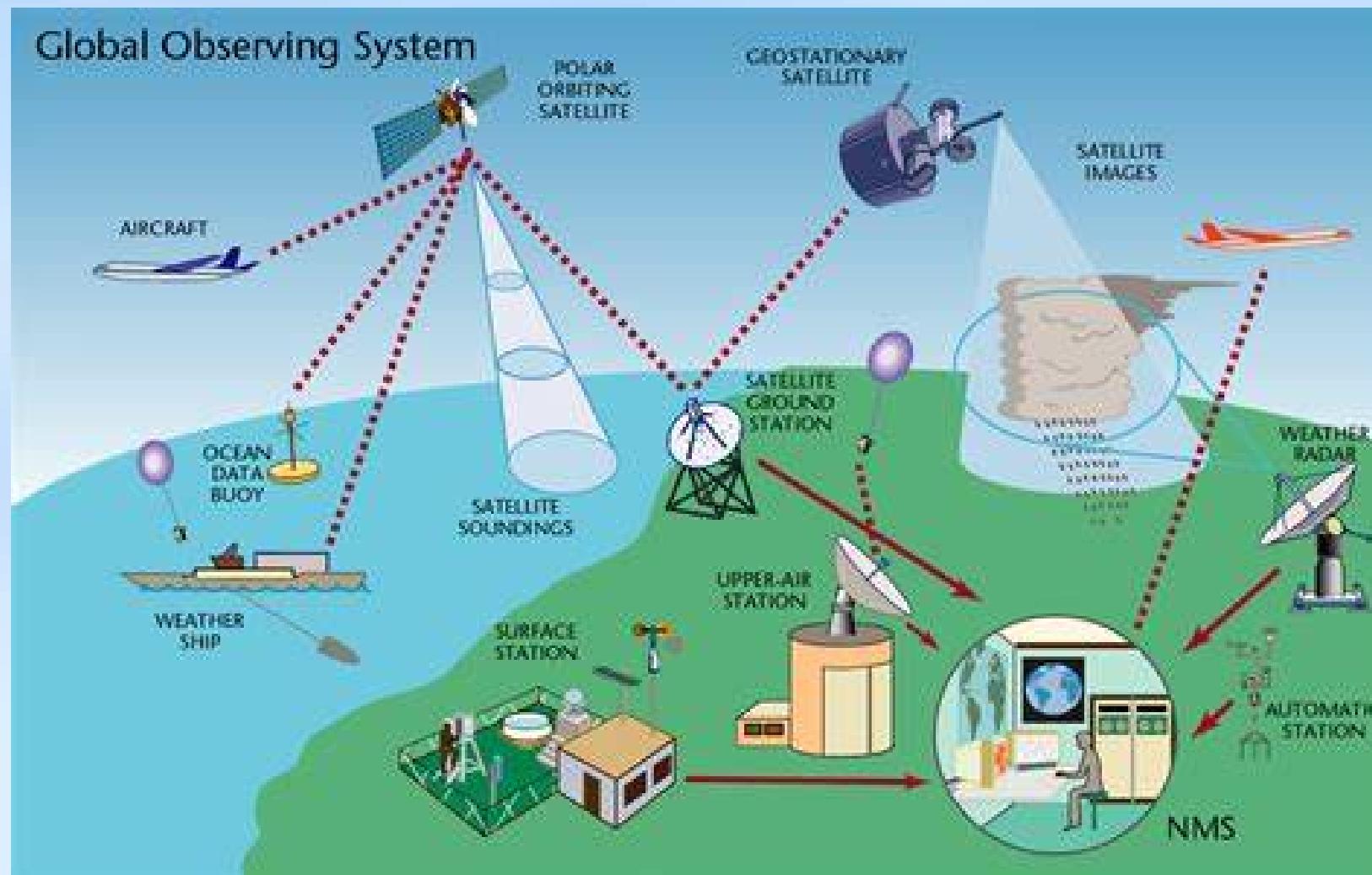


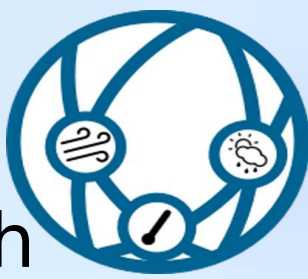
WORLD
METEOROLOGICAL
ORGANIZATION



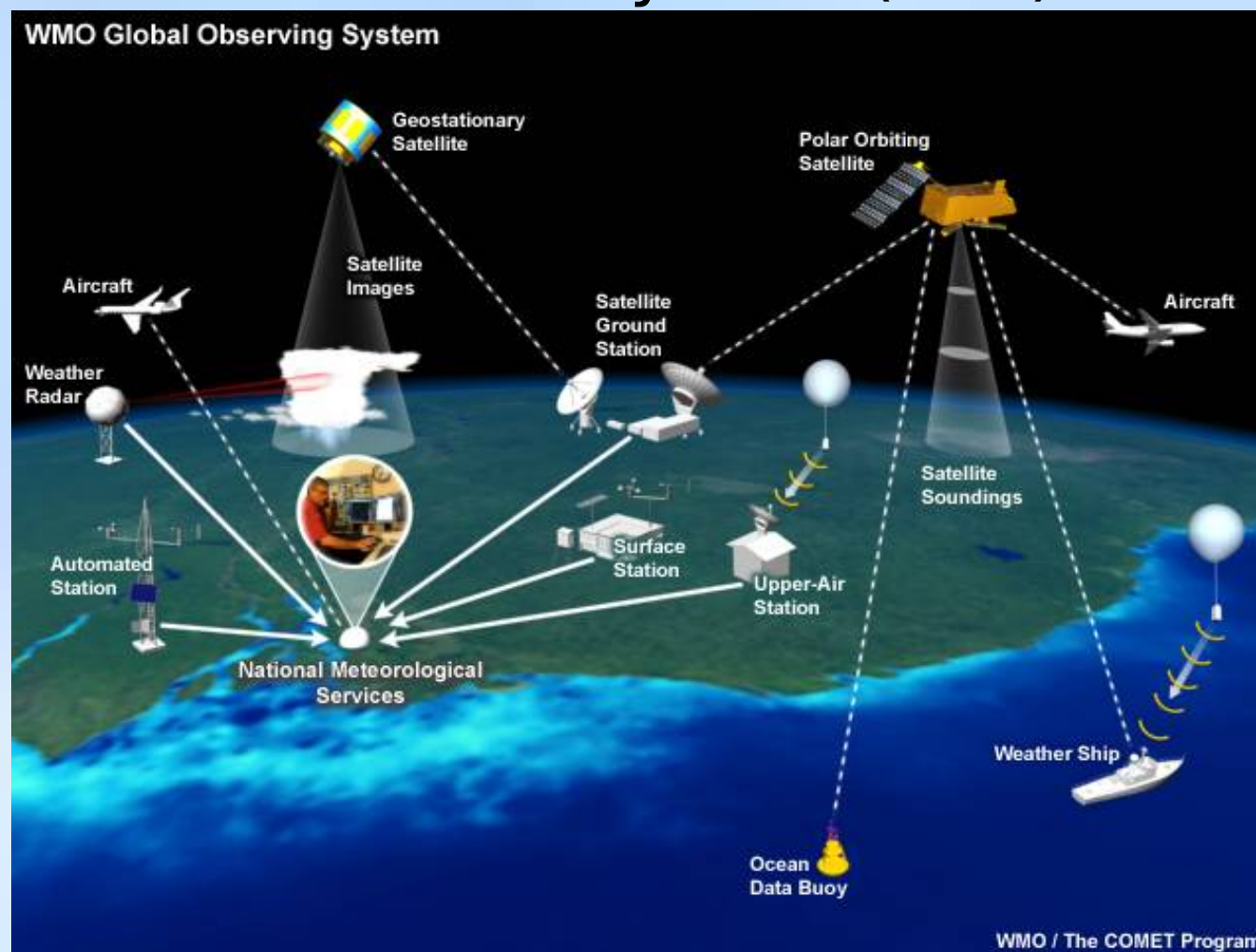
Global Observing System

Currently, well over 10 000 manned and automatic surface weather stations, 1 000 upper-air stations, 7 000 ships, 100 moored and 1 000 drifting buoys, hundreds of weather radars and 3 000 specially equipped commercial aircraft measure key parameters of the atmosphere, land and ocean surface every day.





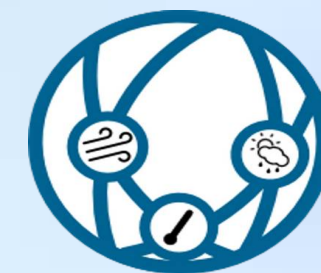
- Add to these some 16 meteorological and 50 research satellites to get an idea of the size of the global network for meteorological, hydrological and other geophysical observations. Once collected, observations are quality-controlled, based on technical standards defined by the WMO Instruments and Methods of Observation Programme (IMOP), then made freely available to every country in the world through the WMO Information System (WIS).





- WMO facilitated the establishment, maintenance and continuing expansion of this global network, the activities of which are coordinated within the Global Observing System (GOS) of the WMO World Weather Watch (WWW). The WMO co-sponsored Global Climate Observing System (GCOS) and Global Ocean Observing System (GOOS) also play a major role in improving the collection of required data for the development of climate forecasts and climate change detection.

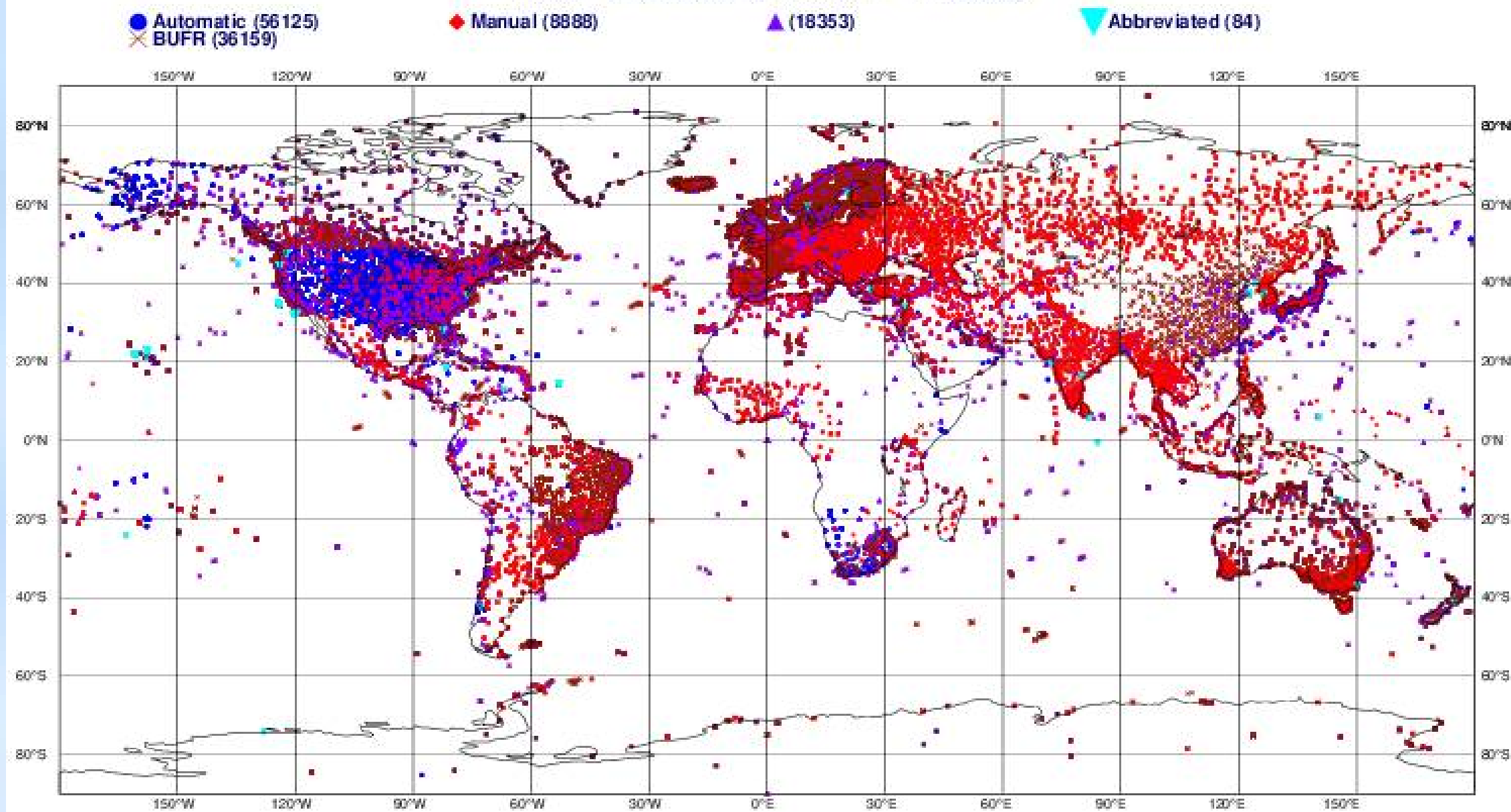




ECMWF data coverage (all observations) - SYNOP-SHIP-METAR

21/01/2020 00

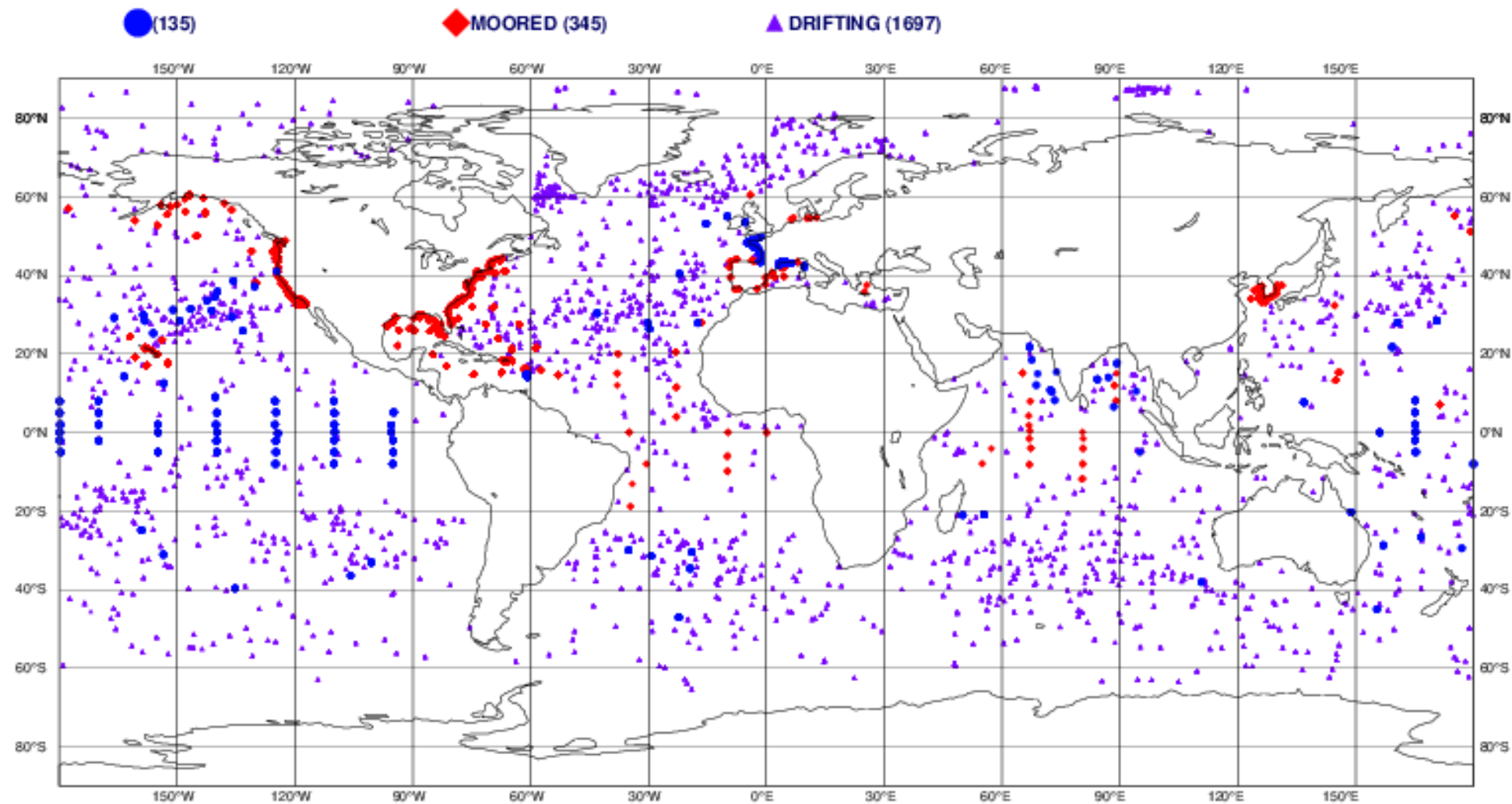
Total number of obs = 119609





Base time: Mon 20 ... ▾ Obs: buoy ▾ Flag: all ▾  

ECMWF data coverage (all observations) - BUOY 20/01/2020 06 Total number of obs = 2177

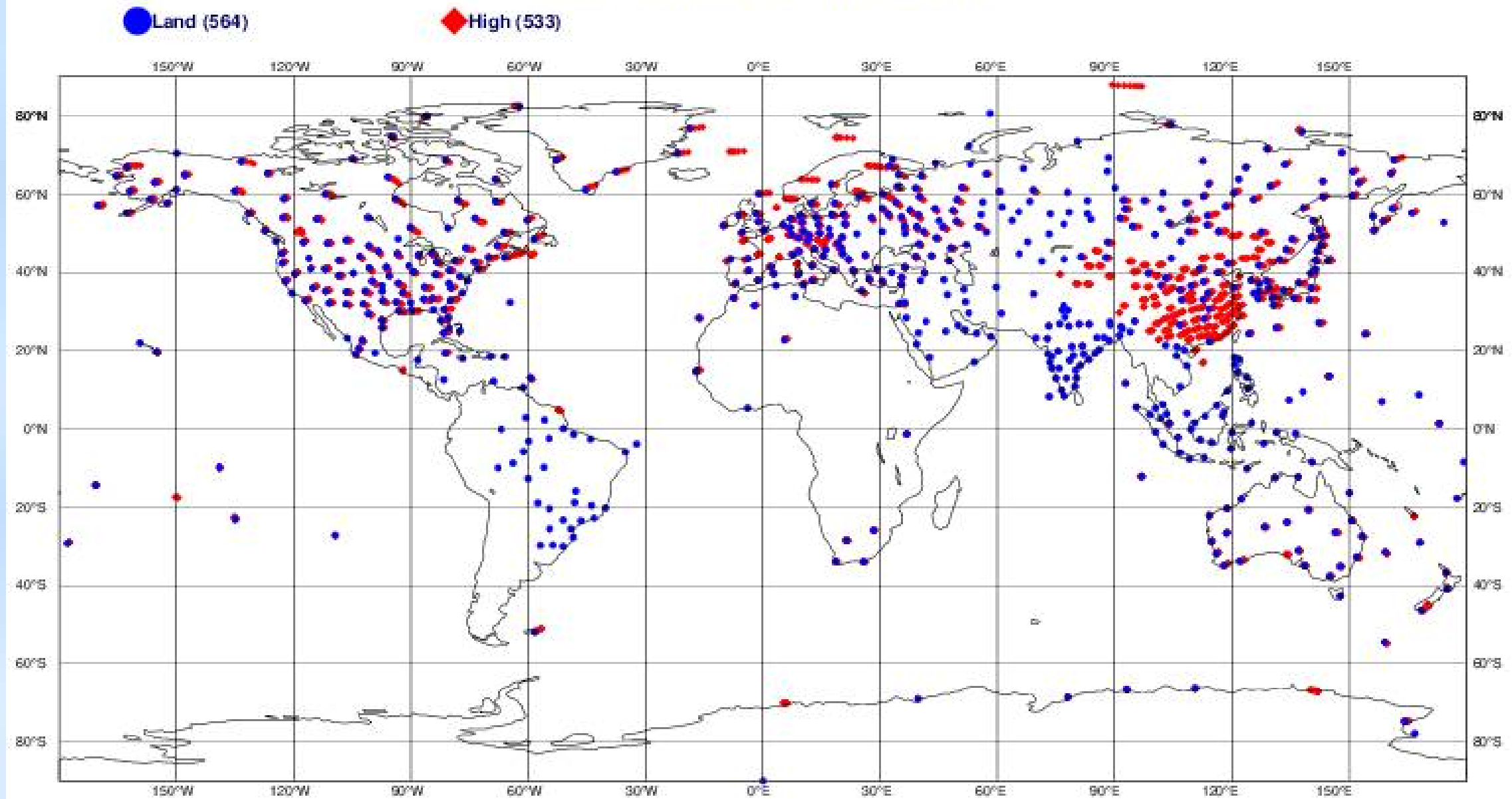


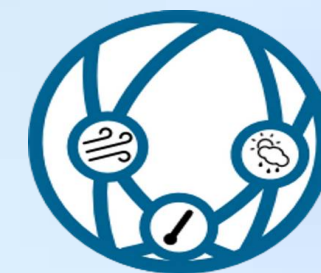


ECMWF data coverage (all observations) - RADIOSONDE

21/01/2020 00

Total number of obs = 1097

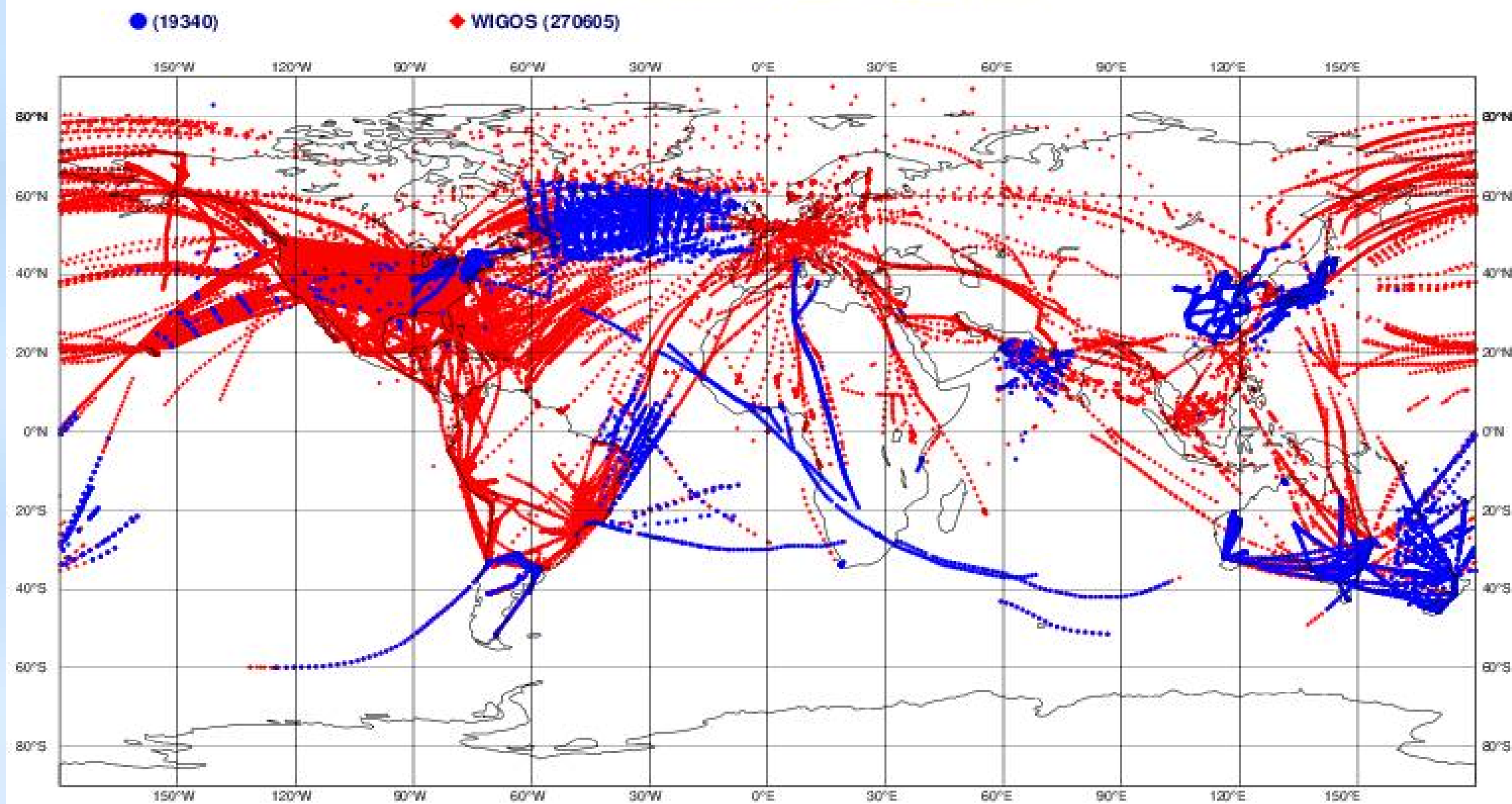


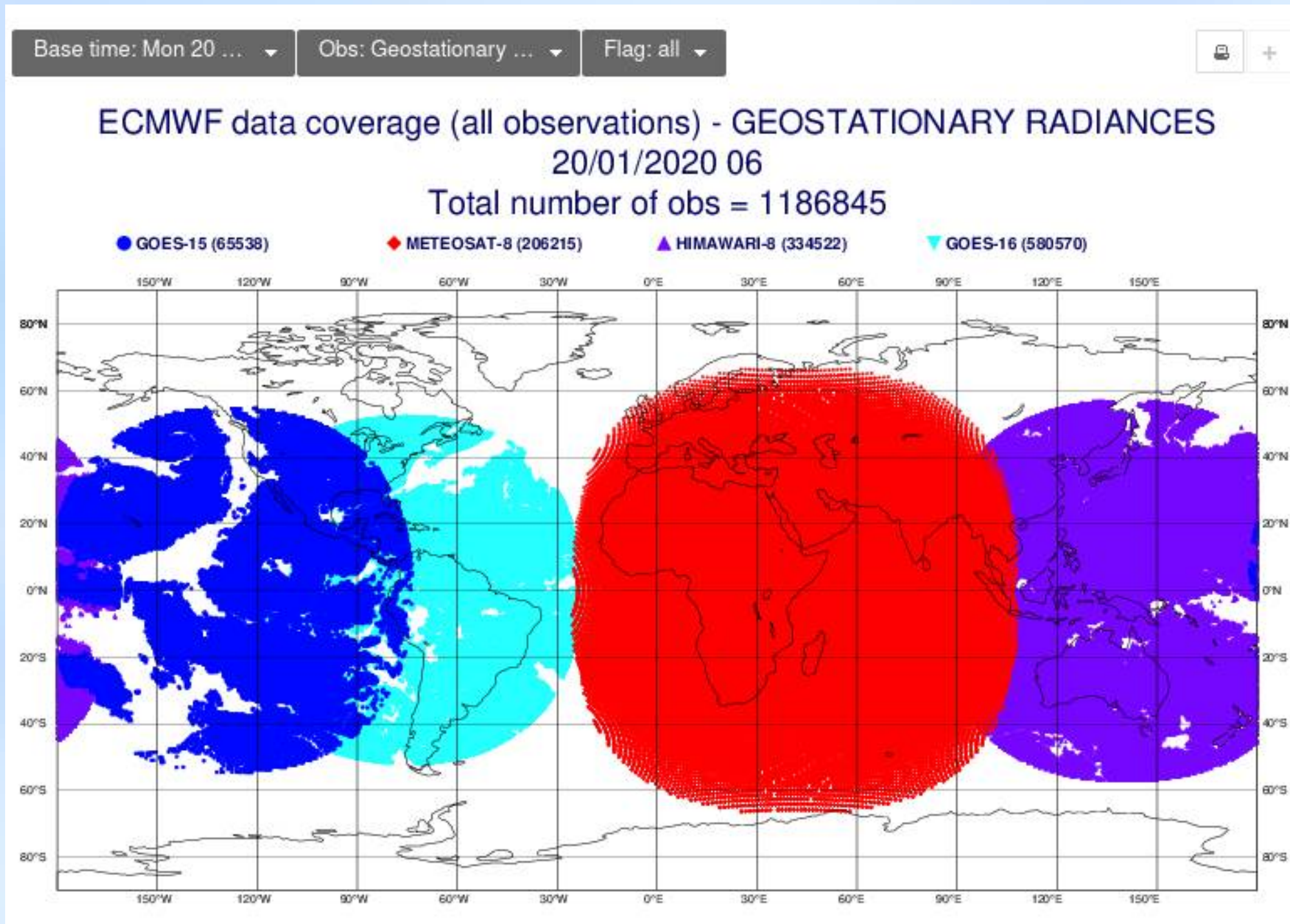


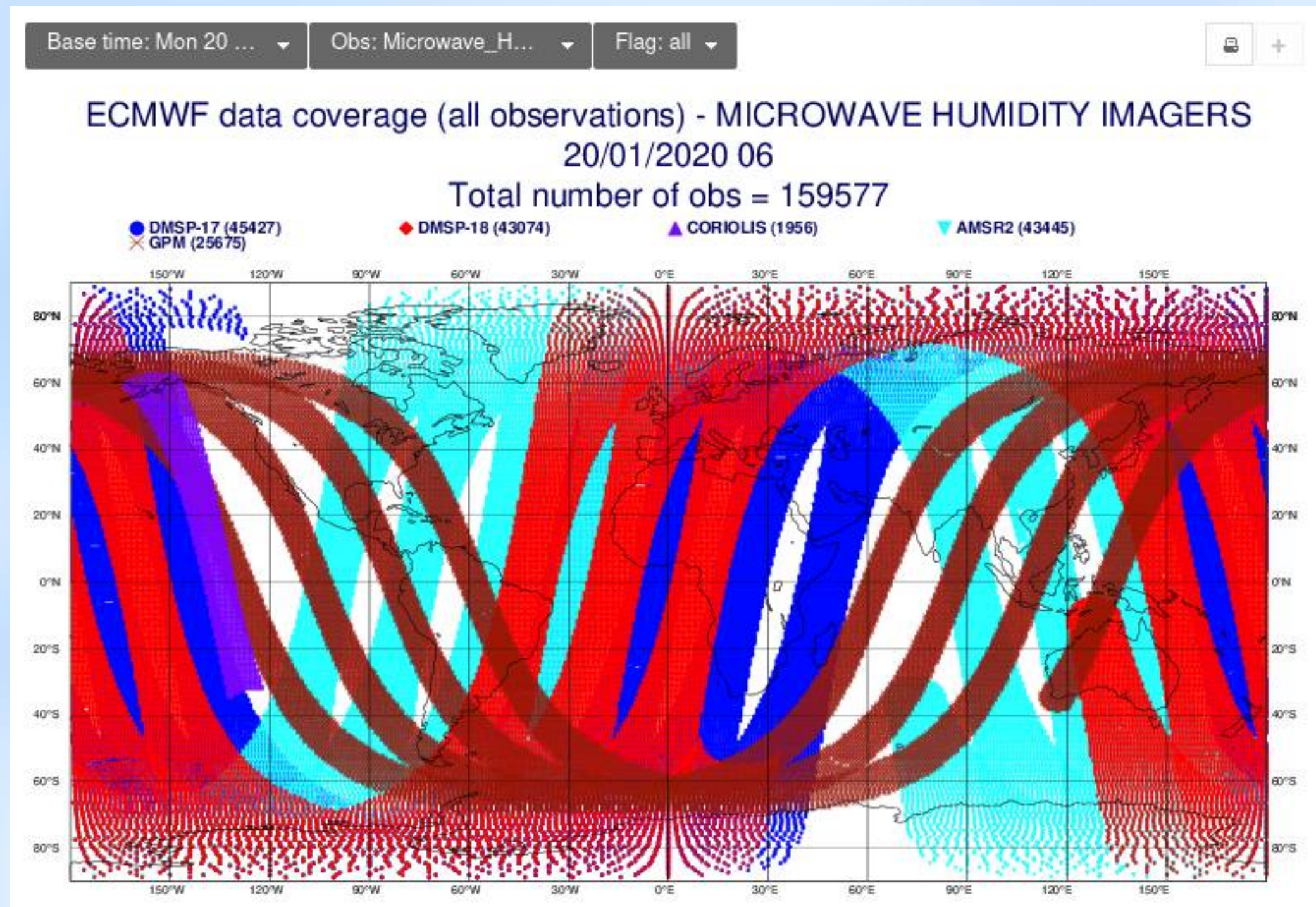
ECMWF data coverage (all observations) - AIRCRAFT

21/01/2020 00

Total number of obs = 289945









Norme WMO per stazioni meteorologiche

- In una sua pubblicazione, la n°8, il WMO norma i metodi di misura per parametri meteorologici

Sensor Type	Measurement Height or Depth	Exposure Considerations
Wind	10m	No closer than ten times the obstruction's height
Air Temperature & Relative Humidity	1.25-2.0 m	The sensor must be housed in a ventilated radiation shield to protect the sensor from thermal radiation.



Sensor Type	Measurement Height or Depth	Exposure Considerations
Precipitation	30 cm minimum	AASC & EPA suggest the sensor be no closer than four times the obstruction's height. The orifice of the gage must be in a horizontal plane, open to the sky, and above the level of in-splashing and snow accumulation.



Sensor Type	Measurement Height or Depth	Exposure Considerations
Solar Radiation	Height should be consistent with the exposure standard	The sky should not be blocked by any surrounding object. However, objects <10° above the horizontal plane of the sensor are allowed.
Soil Temperature	5 cm, 10 cm, 20 cm, 50 cm, 100 cm	Measurement site should be 1 m ² and typical of the surface of interest. The ground surface should be level with respect to the immediate (10 m radius) area



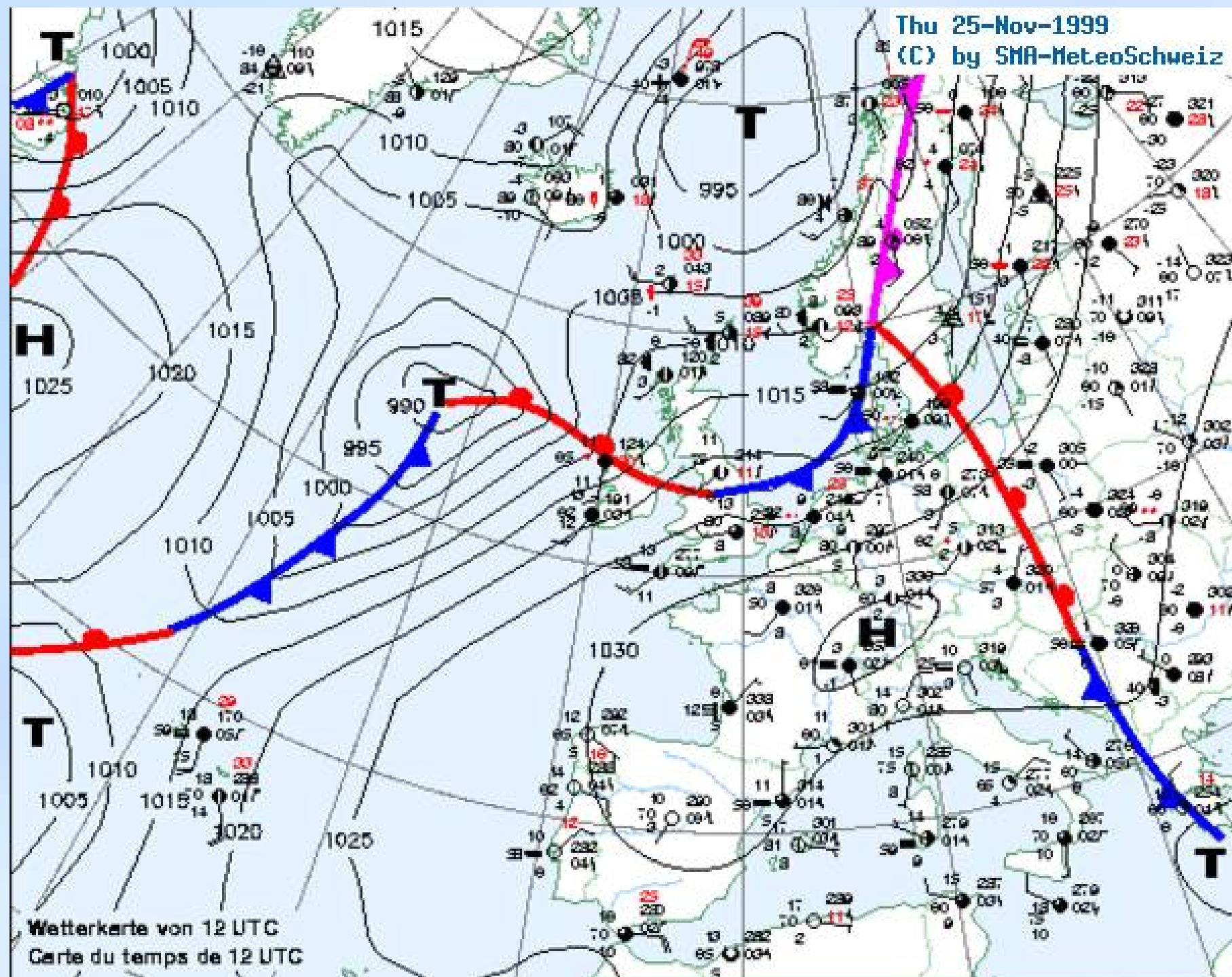
Stazione sinottica

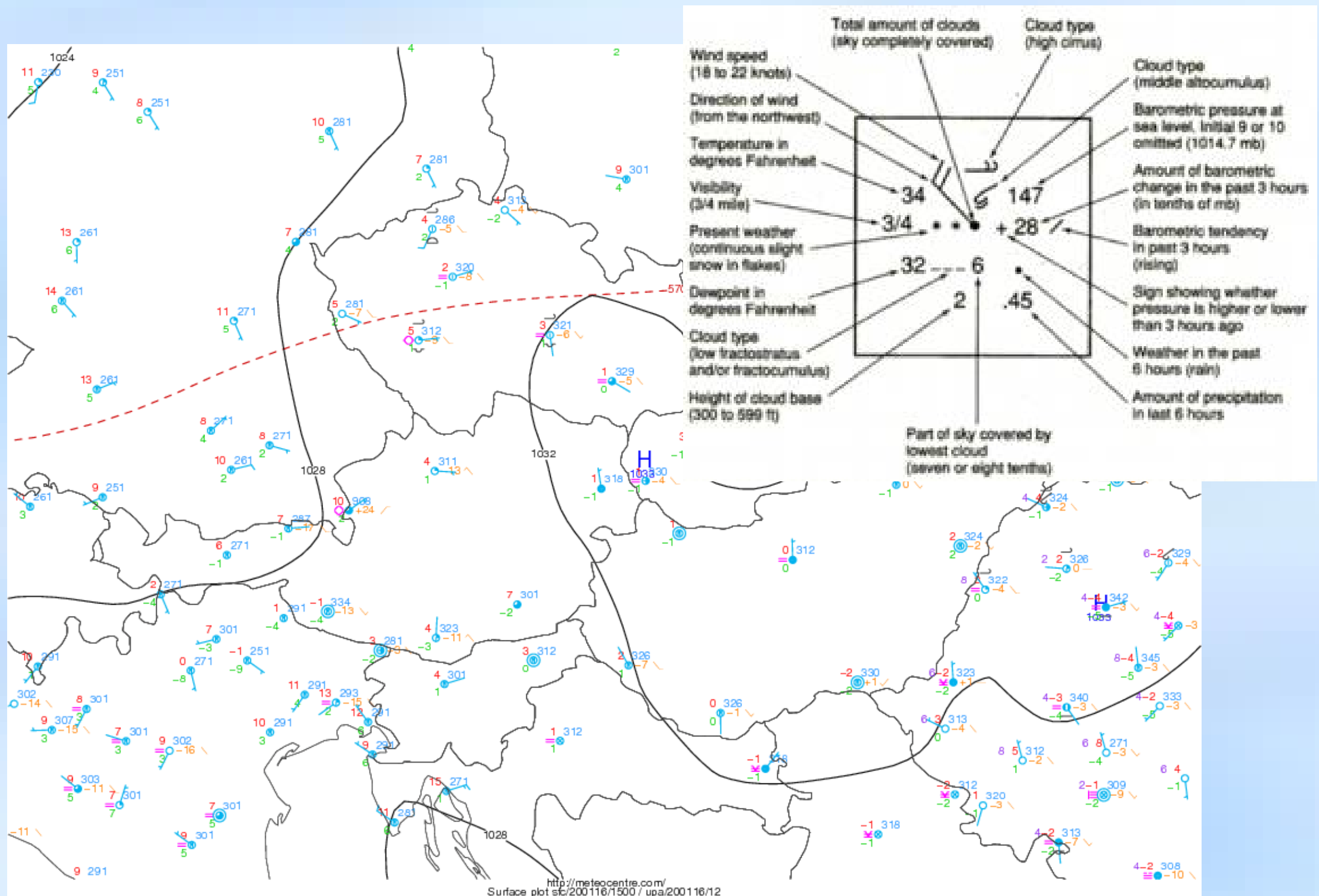


Bologna, 2020-01-21

ARPAE-SIMC progetto RMAP – [HTTP://rmap.cc](http://rmap.cc)

Paolo Patrino, Rete di Monitoraggio Ambientale Partecipativo







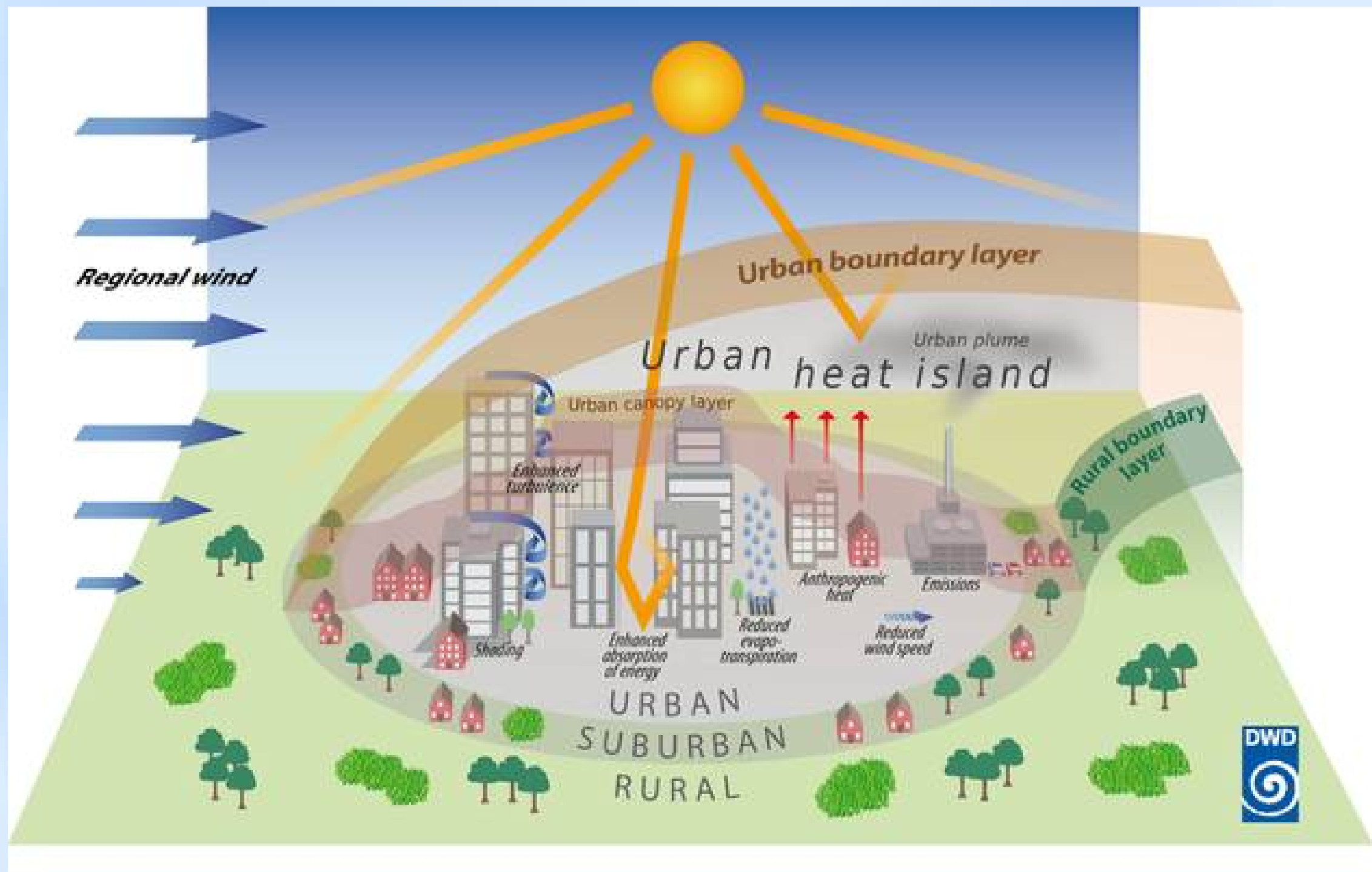
Stazione agrometeorologica



Bologna, 2020-01-21

Paolo Patrino, Rete di Monitoraggio Ambientale Partecipativo

ARPAE-SIMC progetto RMAP – [HTTP://rmap.cc](http://rmap.cc)





Stazione urbana



Bologna, 2020-01-21

ARPAE-SIMC progetto RMAP - [HTTP://rmap.cc](http://rmap.cc)

Paolo Patruno, Rete di Monitoraggio Ambientale Partecipativo



Obiettivi R-map

- Raccogliere e distribuire dati ambientali rilevati dai cittadini
- Rendere disponibili questi dati ai servizi meteorologici, alle agenzie di prevenzione ambientale, alla protezione civile e istituti di ricerca
- Fornire feedback ai fornitori di dati in modo che essi abbiano servizi per testare e migliorare la qualità dei dati
- Divulgazione scientifica e sensibilizzazione ai temi ambientali
- Coinvolgimento di scuole e università a scopi formativi
- Creare un circolo virtuoso tra Enti Formativi, Pubbliche Amministrazioni, Aziende private e cittadini.



Soggetti coinvolti

- **ARPA Emilia Romagna SIMC**

- Predisporre un disciplinare tecnico rispetto ai metodi di misura, elaborazione dei dati dei sensori e loro collocazione
- Definisce i protocolli e i formati per la comunicazione dei dati
- Esegue un eventuale controllo di qualità e comunica i risultati

- **ARPA Regione Veneto**

- Supporta la diffusione degli standard/fornisce infrastruttura hardware
- Contribuisce allo sviluppo e sperimenta stazioni commerciali con supporto allo standard Rmap
- Sperimenta nuova sensoristica a basso/medio costo

- **Cineca Consorzio Interuniversitario per il supercalcolo e l'innovazione tecnologica**

- Sperimenta e sviluppa le tecnologie Stima
- Supporto BigData
- Fornisce servizi a valore aggiunto



Soggetti coinvolti

- **Dipartimento informatica Università di Bologna**
 - Esprime pareri sul progetto e prototipo hardware e software
 - Eventuali tesi/tirocini sul progetto software
- **RaspiBO:** gruppo informale di appassionati di elettronica ed informatica libera della zona di Bologna
 - Realizzano un prototipo hardware e software
 - Sperimentano il prototipo
 - Documentano la realizzazione del prototipo come openhardware e distribuiscono il software con licenza libera
- **Soggetto privato / startup**
 - Progetto commerciale per la vendita, installazione e manutenzione delle stazioni: DigitEco vincitrice appalto ARPAE e Acronet per progetto RainBo
- **Scuole:** collaborazione con un gruppo di scuole di Parma
- **Soggetti già attivi sul territorio (Meteonetwork)**



Cosa è Rmap

- Un insieme di specifiche:
- **Protocollo di rilevamento dati**
 - Collocazione sensori
 - Accuratezza dei sensori
 - Elaborazioni

http://www.raspibo.org/wiki/index.php/Gruppo_Meteo/DisciplinareStazione

- **Sistema per lo scambio dati**
 - Protocolli di trasmissione
 - Formati dati
 - Metadati

http://www.raspibo.org/wiki/index.php/Gruppo_Meteo/RFC-rmap



Implementazioni hardware e software

- Specifiche realizzazioni che aderiscono allo standard Rmap
- Possibilmente open hardware e open software

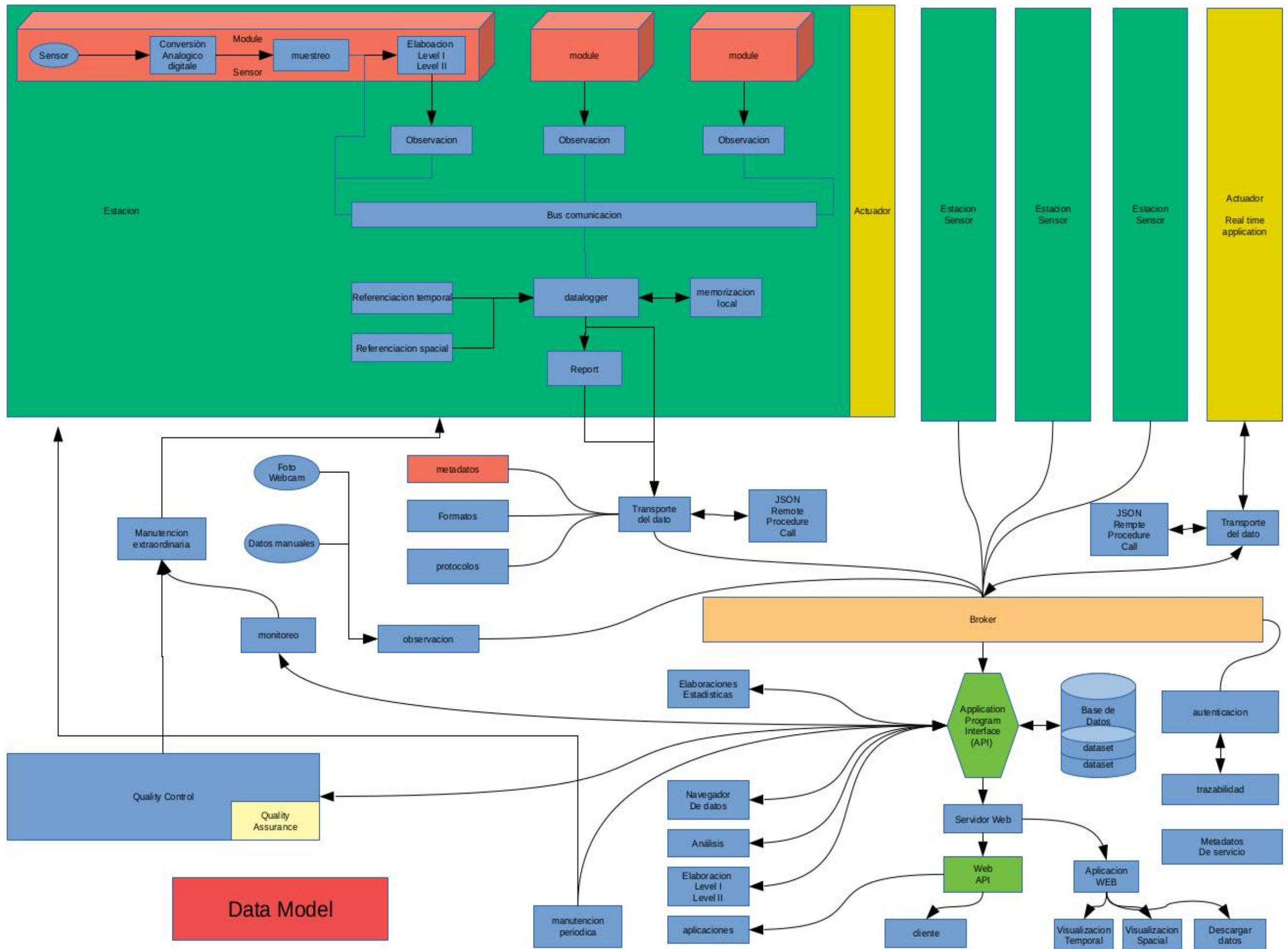
STIMA/Server R-map

(Acronet)



Le specifiche RMAP per stazioni di monitoraggio ambientale

- RMAP è una rete di monitoraggio partecipativo promossa da sei anni da vari soggetti pubblici e privati che si propone di definire metadati, protocolli e formati per raccogliere e condividere dati ambientali.
- La rappresentazione dei dati è basata su un data model equilibrato tra le necessità di rappresentare differenti tipologie di dati e la semplicità di utilizzo e di ottimizzazione dei sistemi. Questo data model è in grado di rappresentare sia stazioni fisse e mobili, che dati osservati e previsti.
- Lo standard RMAP permette l'adozione e l'interscambio di implementazioni software e hardware con differenti scelte tecniche, sia a livello server che nelle stazioni di misura; permette soluzioni modulari realizzate con open hardware stabile e basato su sviluppo cooperativo.
- RMAP, di fatto, comprende una serie di standard tra cui la comunicazione tra stazione e server di raccolta dati, aspetto quest'ultimo che verrà specificatamente trattato nel corso del seminario.





Formato JSON

- <http://www.json.org/json-it.html>
- JSON (JavaScript Object Notation) è un semplice formato per lo scambio di dati. Per le persone è facile da leggere e scrivere, mentre per le macchine risulta facile da generare e analizzarne la sintassi.
- Rispetta il data model che ci siamo dati
- Ogni elemento è il report con i dati di una certa stazione per un certo istante di riferimento.
- Fornito mediante postoprocessatore **json** di Arkimet, ma disponibile anche come tool da riga di comando



Json-rpc

- Json
 - JavaScript Object Notation ed è un formato adatto ad immagazzinare varie tipologie di informazioni, e quindi a scambiare queste informazioni tra applicazioni client/server.
 - JSON possiede una struttura semplicissima
- JSON-RPC is lightweight remote procedure call protocol similar to XML-RPC. It's designed to be simple!

Esempi:

```
--> {"jsonrpc": "2.0", "method": "subtract", "params": {"subtrahend": 23, "minuend": 42}, "id": 3}
```

```
<-- {"jsonrpc": "2.0", "result": 19, "id": 3}
```

```
--> {"jsonrpc": "2.0", "method": "subtract", "params": {"minuend": 42, "subtrahend": 23}, "id": 4}
```

```
<-- {"jsonrpc": "2.0", "result": 19, "id": 4}
```



Jsonrpc: la richiesta

Tutti i parametri trasferiti di ogni tipo sono singoli oggetti, serializzati usando JSON. Una richiesta è una chiamata a uno specifico metodo disponibile sul sistema remoto; deve contenere tre specifiche proprietà:

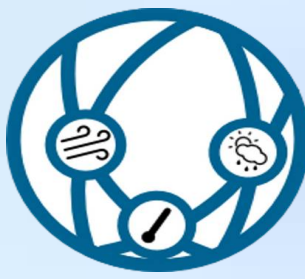
- **method** - Una stringa col nome del metodo da invocare.
- **Params** - Un array di oggetti come parametri al metodo invocato.
- **id** - Un valore di qualsiasi tipo, usato per riferire la risposta alla richiesta a cui si sta rispondendo.



Jsonrpc: la risposta

Il server che riceve la richiesta deve rispondere con una risposta valida a tutte le richieste ricevute. Una risposta deve contenere le proprietà descritte qui sotto:

- result - I dati ritornati dal metodo invocato. Se c'è un errore invocando il metodo, il valore deve essere null.
- error - Uno specifico codice di errore se l'invocazione del metodo ha dato luogo a un errore, altrimenti null.
- id - L'id della richiesta a cui si sta rispondendo.



Json-rpc un modo per fare tutto...

Questo un esempio di interrogazione e risposta di un sensore di temperatura

- SEND: {"jsonrpc":"2.0", "method":"getjson", "params":{"node":1, "type":"TMP", "driver":"I2C", "address":72},"id": 0}
- RECEIVE: {"jsonrpc":"2.0","result":{"B12101":30633},"id":0}

B12101 indica che il numero che segue è una temperatura in centesimi di gradi Kelvin, quindi 33.18 C.

Le remote procedures disponibili sono documentate sul wiki del progetto:
http://www.raspibo.org/wiki/index.php/Gruppo_Meteo/RemoteProcedures



Protocolli per R-map

- **MQTT** (Message Queue Telemetry Transport) è un protocollo publish/subscribe particolarmente leggero, adatto per la comunicazione M2M tra dispositivi con poca memoria o potenza di calcolo e server o message broker.
- **AMQP** (Advanced Message Queuing Protocol) è protocollo per comunicazioni attraverso code di messaggi. Sono garantite l'interoperabilità, la sicurezza, l'affidabilità, la persistenza. Nella sua implementazione Rabbitmq esporta un broker MQTT e fornisce delle api web
- Json è il formato per il payload

E' fondamentale:

- Integrazione con le funzioni e le specifiche richieste dalle applicazioni per la **domotica**
- Integrazione con applicazioni per la **telefonia mobile** per la rilevazione dello spessore neve e altri parametri



Metadati su MQTT

- Ogni topic corrisponde ai metadati univoci, mentre il payload è composto dal valore e dall'istante temporale
- **/IDENT/COORDS/NETWORK/TRANGE/LEVEL/VAR**
 - **IDENT**: identificativo per stazioni mobili, “-” per stazioni fisse
 - **COORDS**: nella forma *lon,lat*. Le coordinate sono espresse nell forma *int(valore*10⁵)* con eventuale segno negativo
 - **NETWORK**: massimo 16 caratteri
 - **TRANGE**: nella forma *indicator,p1,p2*
 - *Indicator* e *p2* interi senza segno, *p1* intero con eventuale segno negativo. “-” per valori non significativi
 - **LEVEL**: nella forma *type1,l1,type2,l2*
 - *Type1*, *type2* interi con eventuale segno negativo, *l1* e *l2* interi con eventuale segno negativo. “-” per valori non significativi
 - **VAR**: nella forma *BXXYYY*
- Il payload è in formato JSON: { “v”: VALUE, “t”: TIME, “a”: { “BXXYYY”: VALUE, ... } }
- *VALUE*: valore in formato CREX
- *TIME*: formato YYYY-mm-ddTHH:MM:SS.MSC (secondi e millisecondi opzionali)
- Gli attributi (“a”) sono opzionali



RMAP web services

Composizione degli URL per un HTTP GET request

La "base" della richiesta è quella standard:

`/version/ident/coords/network/timerange/level/bcode/`

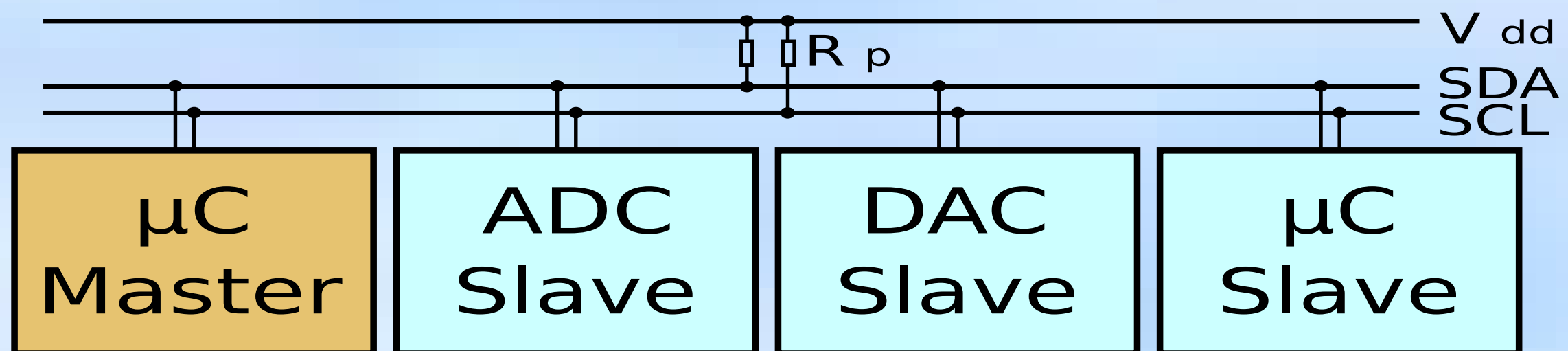
Ad esempio:

<http://rmap.cc/v0.1/-/1207738,4460016/locali/254,0,0/103,2000,-,-/B12101>



BUS I2C

- Il protocollo i2c prevede l'utilizzo di un bus formato da due linee bidirezionali. Le due linee, chiamate "scl" e "sda" rispettivamente, trasportano la tempistica di sincronizzazione (chiamata anche "clock") e i dati.
- Abbiamo scelto il bus i2c in quanto:
 - È diventato lo standard di fatto per una serie di integrati tra cui i sensori
 - Si possono collegare fino a 127 dispositivi
 - La comunicazione è bidirezionale (read e write) con velocità assolutamente sufficienti per i nostri scopi





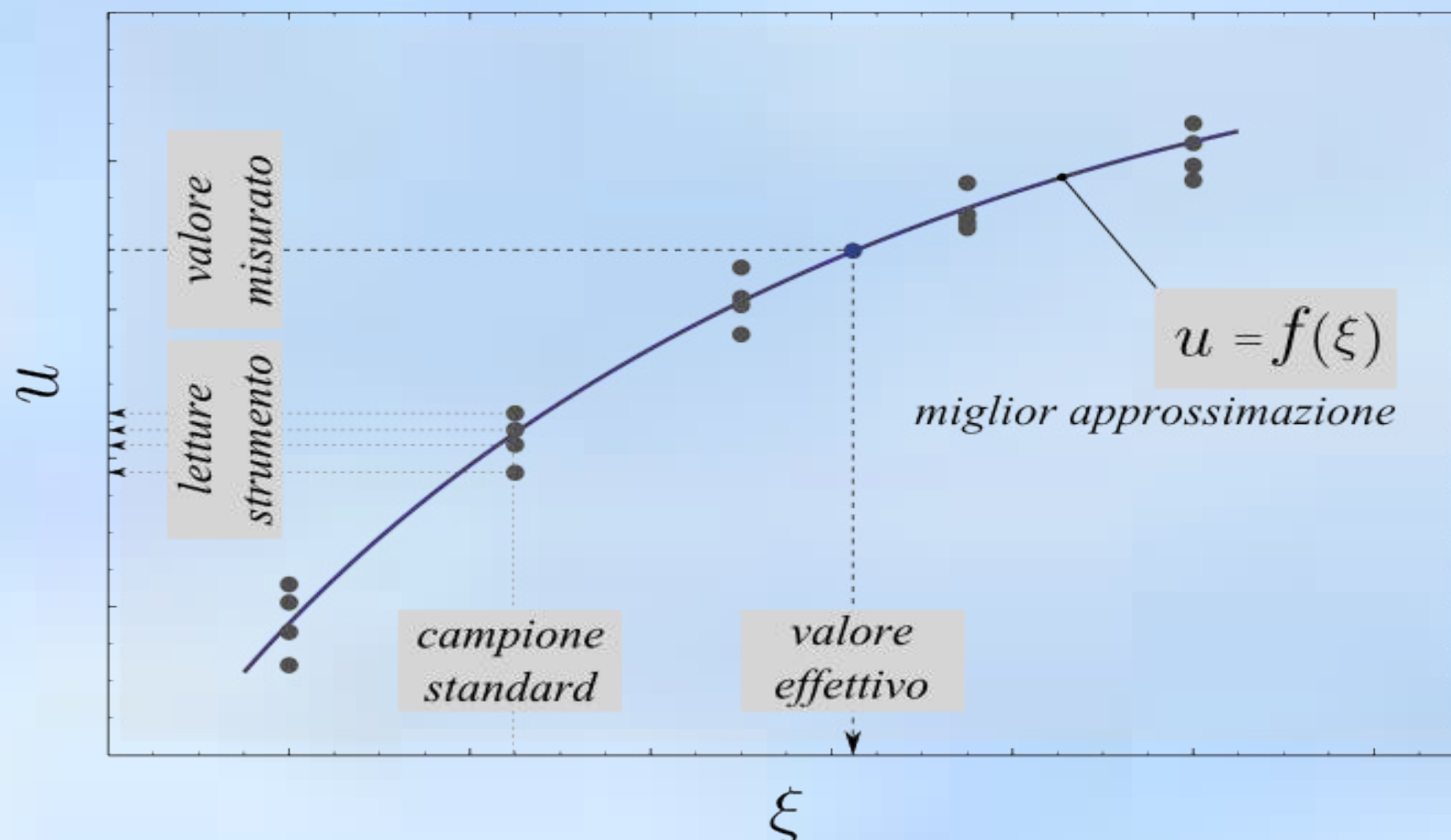
Calibrazione

- La calibrazione consiste nel confrontare i valori ottenuti da uno strumento di misura con la corrispondente misura di uno strumento di riferimento (o standard). Secondo l'Ufficio internazionale dei pesi e delle misure, la calibrazione è "un'operazione che, in condizioni specifiche, stabilisce in una prima fase una relazione tra i valori e le incertezze di misura provviste di standard e indicazioni corrispondenti alle incertezze di misura associate e in una seconda fase, utilizza queste informazioni per stabilire un rapporto per ottenere un risultato di misura da un'indicazione".
- Da questa definizione si può dedurre che per calibrare uno strumento o uno standard è necessario uno strumento con una maggiore precisione (riferimento) che fornisca il valore convenzionale (misure di riferimento)



Curva di taratura

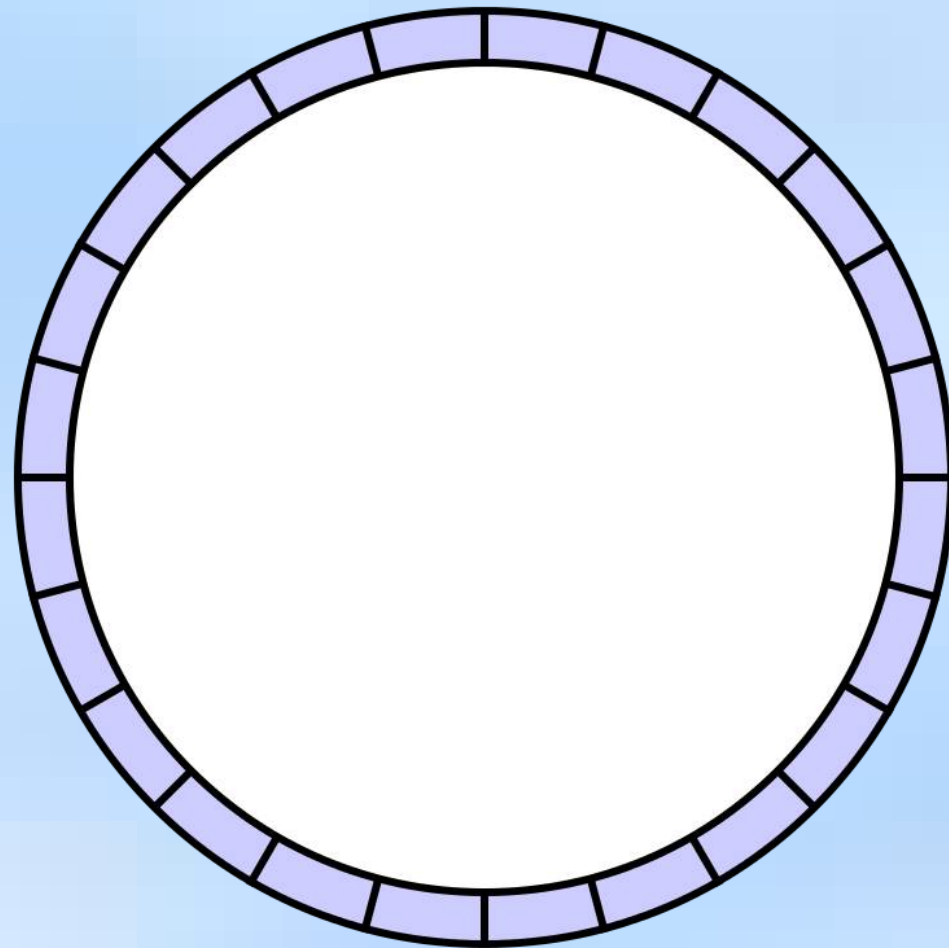
- Una curva di taratura è una funzione di trasferimento che collega l'ingresso all'uscita. Il metodo si basa sul rapporto proporzionale tra la concentrazione e un dato segnale analitico (proprietà).





Buffer circolare

Un buffer circolare, buffer ciclico o buffer ad anello è una struttura di dati che utilizza un buffer singolo o array ordinario e che prende il suo nome dal modo in cui i suoi elementi sono messi o estratti. Questi buffer sono di dimensioni fisse, internamente è come se fossero collegati da un'estremità all'altra.





Prontezza del sensore di temperatura

- La temperatura dell'aria fluttua costantemente fino a uno o due gradi in pochi secondi. Pertanto, per ottenere una lettura rappresentativa con termometri “pronti” si dovrebbe calcolare la media di diverse letture, mentre i termometri con una costante di tempo maggiore tendono ad attenuare le fluttuazioni rapide. Tuttavia, una costante di tempo troppo grande può causare errori se le variazioni di temperatura durano lunghi periodi.
- Si raccomanda che la costante di tempo, definita come il tempo necessario al termometro per registrare il 63,2% di una variazione discreta della temperatura dell'aria, sia di 20 secondi. La costante di tempo dipende dal flusso d'aria sul sensore



Il codice passo passo

<https://github.com/senamhi-bolivia/taller>

- Calibracion
- circularbuffer
- encoder
- interrupt
- logging
- oop
- oop_interrupt
- tmp102
- tmp102_sensordriver
- sensor_driver



Specifiche Rmap



Campionamento di variabili meteorologiche

- Campionamento è il processo per ottenere una discretizzata sequenza di misure di una quantità.
- Campione è una singola misura, tipicamente una di una serie di letture “spot” di un sistema di sensoristica.
- Una osservazione (misurazione) è il risultato del processo di campionamento. Nel contesto di analisi di serie, un'osservazione è derivato da un numero di campioni.
- Variabili atmosferiche come la velocità del vento, temperatura, pressione e umidità sono funzioni di quattro dimensioni - due orizzontali, una verticale e una temporale. Esse variano irregolarmente in tutte e quattro, e lo scopo dello studio del campionamento è quello di definire le procedure di misura pratiche per ottenere osservazioni rappresentative con incertezze accettabili nelle stime delle medie e variabilità.



Data Level

- Dati **Level I** , sono le letture dirette degli strumenti espresse in appropriate unità fisiche e georeferenziate
- Dati **Level II**, dati riconosciuti come variabili meteorologiche; possono essere ottenuti direttamente da strumenti o derivati dai dati Level I
- Dati **Level III** sono quelli contenuti in dataset internamente consistenti, generalmente su grigliato.
- I dati scambiati a livello internazionale sono livello II o livello III



Disciplinare per il rilevamento di dati

Per ora una proposta per:

- **Schermi dalla radiazione**
- **Temperatura**
- **umidità**

Prima prebozza disponibile a:

- http://www.raspibo.org/wiki/index.php/Gruppo_Meteo/DisciplinareStazione