DETERMINACIÓN DE MP SECUNDARIO EN LAS CONCENTRACIONES DE $MP_{1,0}$, $MP_{2,5}$ Y MP_{10}, APORTE DE PRECURSORES, EN LAS COMUNAS DE TALCA Y MAULE

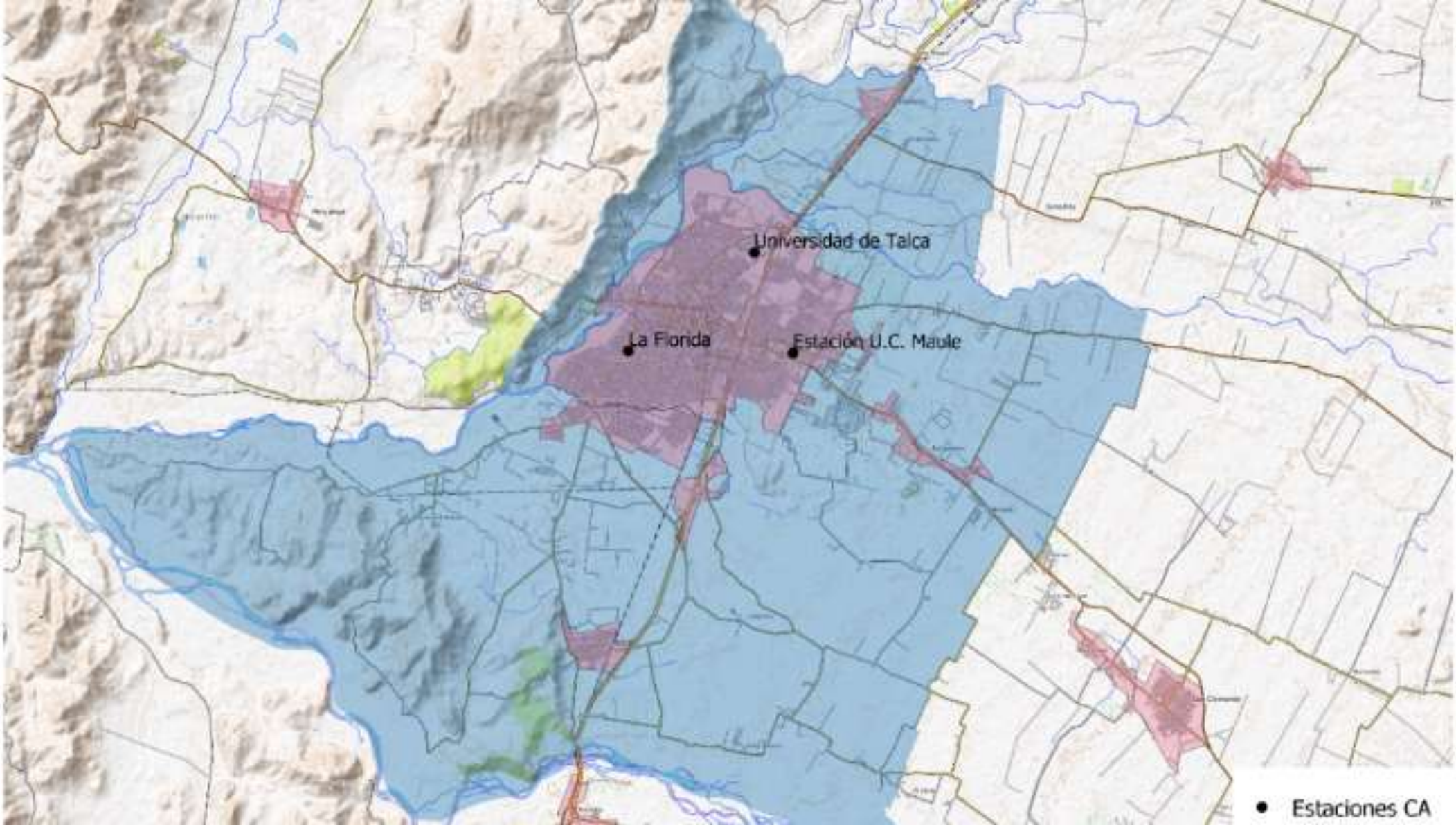
Centro Mario Molina
Research and Development

Licitación ID: ID 608897-72-LP19

Yeanice Vásquez (yvasquez@airflux.cl)
Felipe Reyes (freyes@cmmolina.cl)
Pedro Oyola (poyola@cmmolina.cl)

AIRFLUX

Miércoles 28 de abril 2021


Universidad de Talca
La Florida
Estación U.C. Maule
Estaciones CA

CONTEXTO

- PDA para MP_{10} (D.S. N°49/2016 del Ministerio del Medio Ambiente).

- "*…realización de estudios de caracterización de MP_{10}, incluyendo fracciones finas ($MP_{2,5}$) y ultrafinas ($MP_{1,0}$), según se priorice, en distintos lugares de la Región del Maule, atendidos los criterios de emplazamiento de estaciones en uso y de acuerdo con las recomendaciones de diseño de red disponible...*".

- "*…mejorar la caracterización de sitios urbanos de monitoreo y establecer sitios representativos de la situación de background regional y en sitios directamente afectados por actividades industriales, transporte y/o quemas agrícolas…*"

Objetivo General del Estudio

Realizar un monitoreo para $MP_{2.5}$ y MP_{10}, determinar la composición química y los factores que influyen en la formación de sus precursores, de manera de apoyar el seguimiento de la evolución de la calidad del aire por MP y evaluar y focalizar con mayor precisión las medidas del PDA.

Este estudio es una evaluación Ex-ante respecto de medidas del Plan aun no implementadas

DISTRIBUCIÓN DE PARTÍCULAS POR TAMAÑO

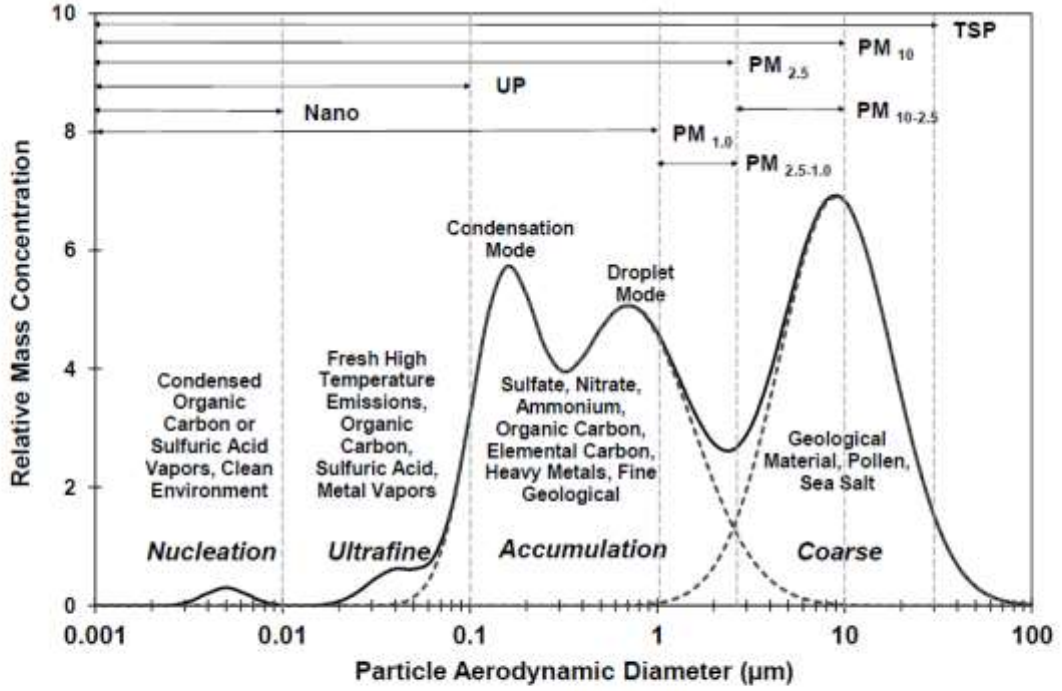
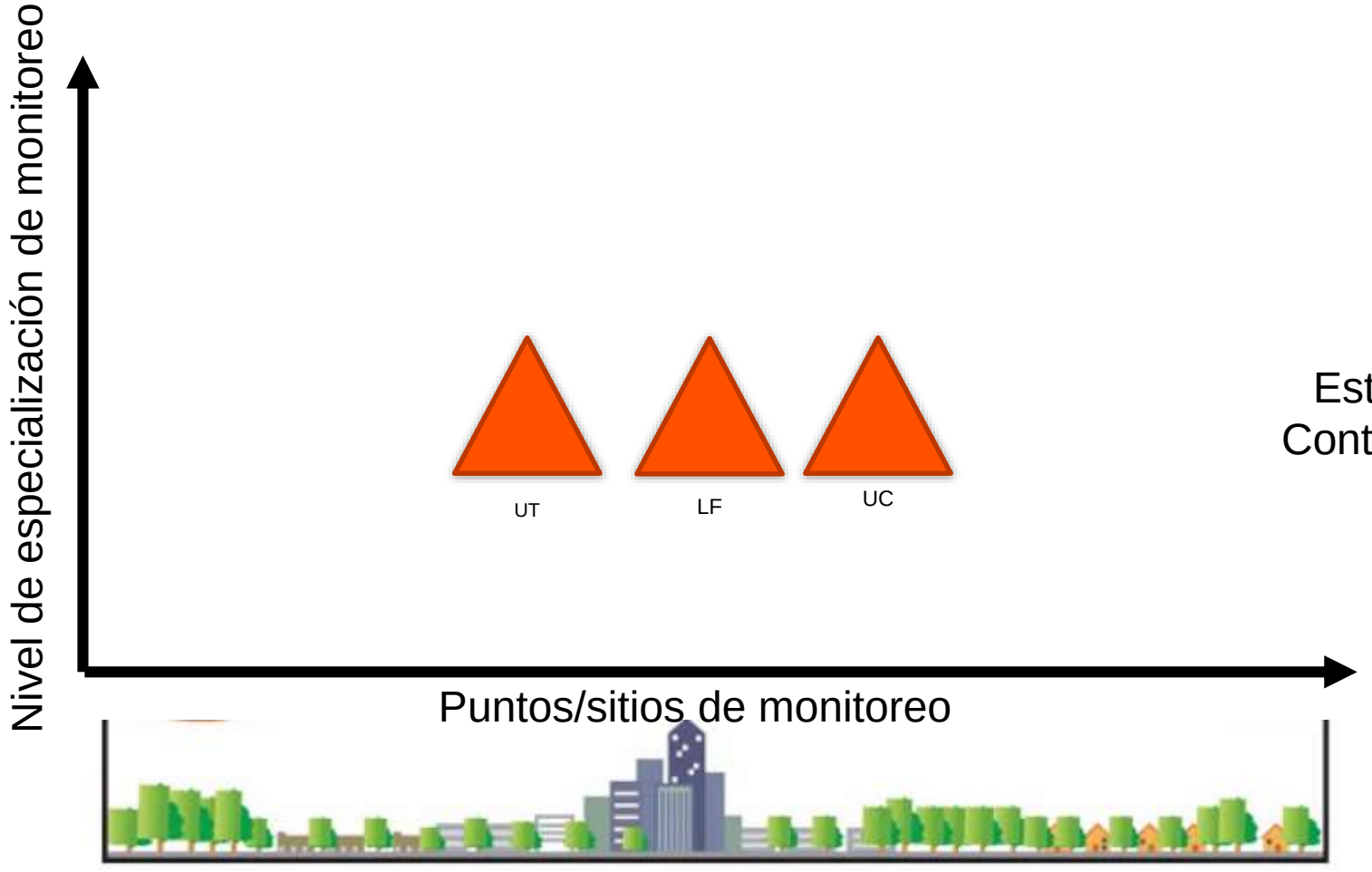


Fig. 1. Idealized example of an ambient particle size distribution, patterned after Chow (1995) and Watson (2002). TSP = Total Suspended as measured by a high-volume (hivol) sampler in the particle size range of 0 to ~30–50 µm. Nucleation and ultrafine modes denote particles less than 0.01 and 0.1 µm, respectively. The accumulation mode contains of most of the fine particles from ~0.1 to ~2 µm. The ~0.2 µm condensation mode results from gas phase reaction products while the ~0.7 µm droplet mode results from gas absorption and reactions in water droplets. The coarse mode extends from ~2 or 3 µm to 100 µm. UP = Ultrafine Particles. Nano = Nanoparticles.

USEPA, 1998

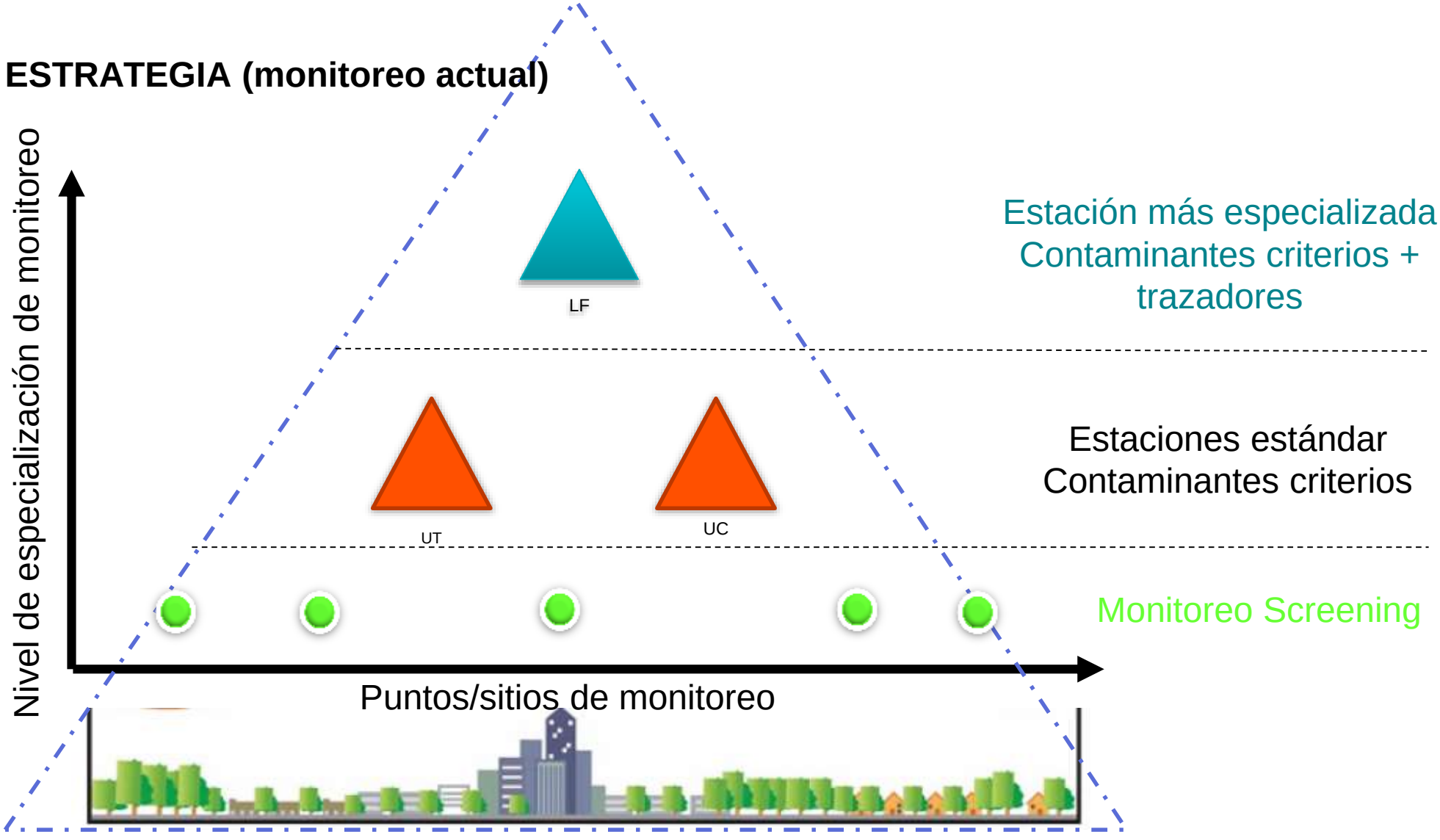
Campaña de Monitoreo 2020

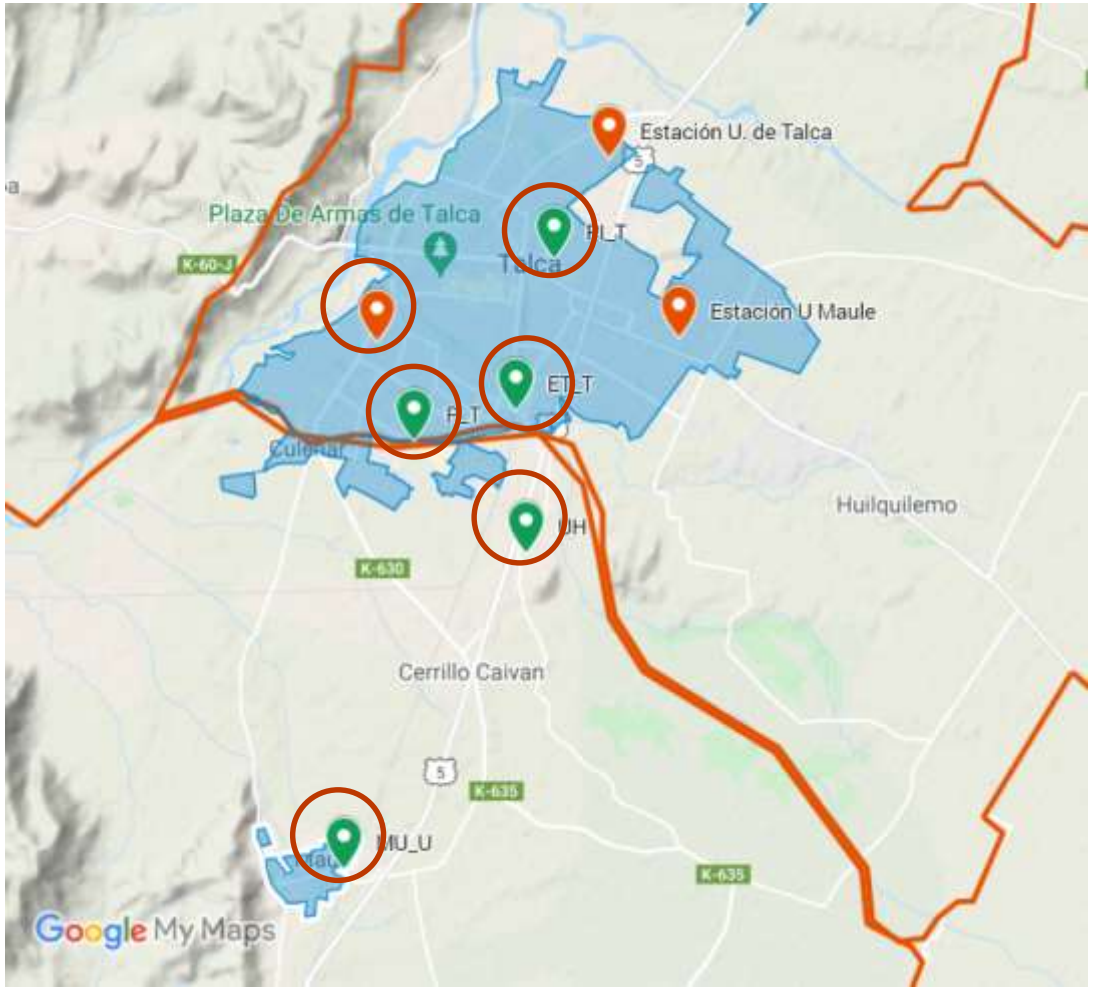
ESTRATEGIA (monitoreo actual)



Estaciones estándar
Contaminantes criterios

ESTRATEGIA (monitoreo actual)

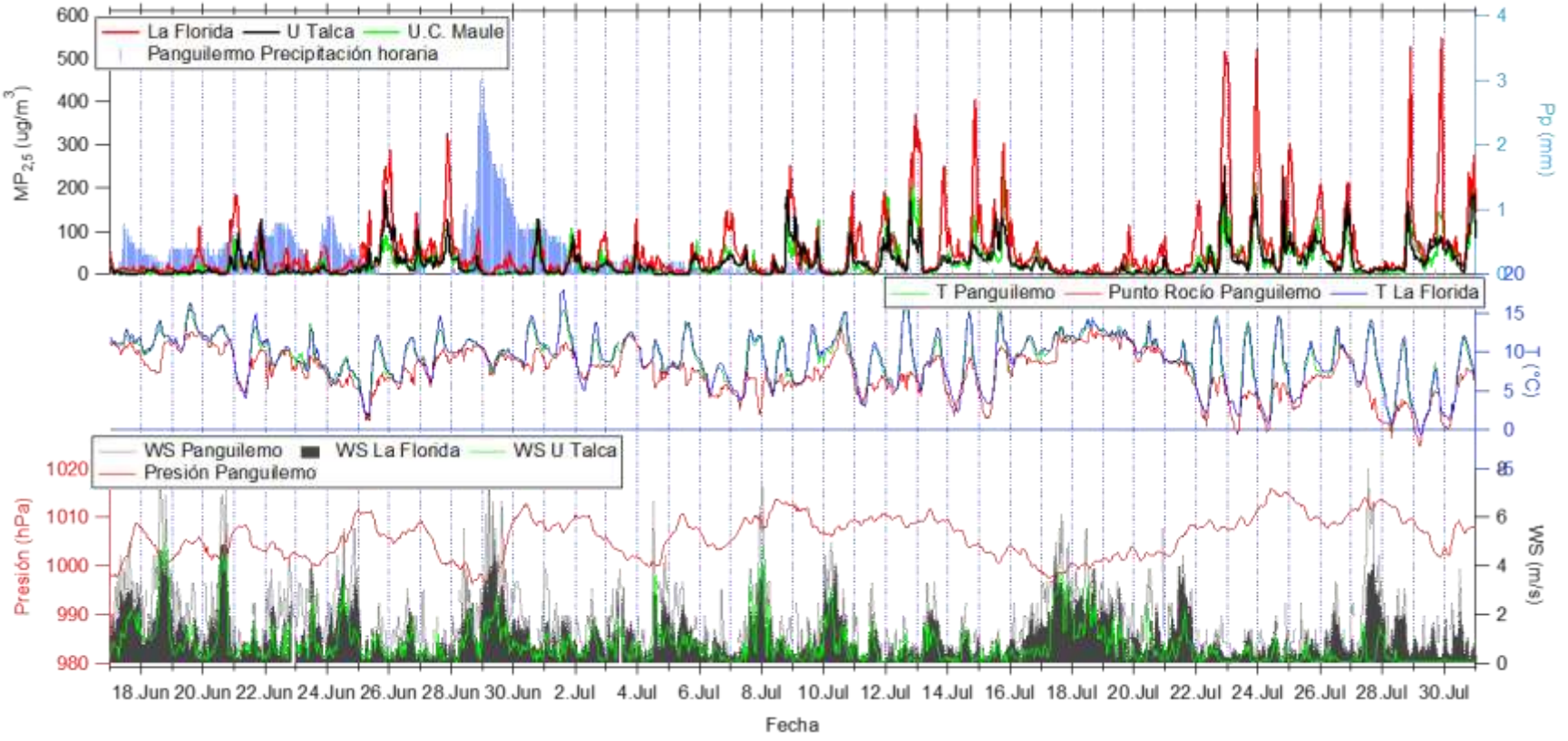




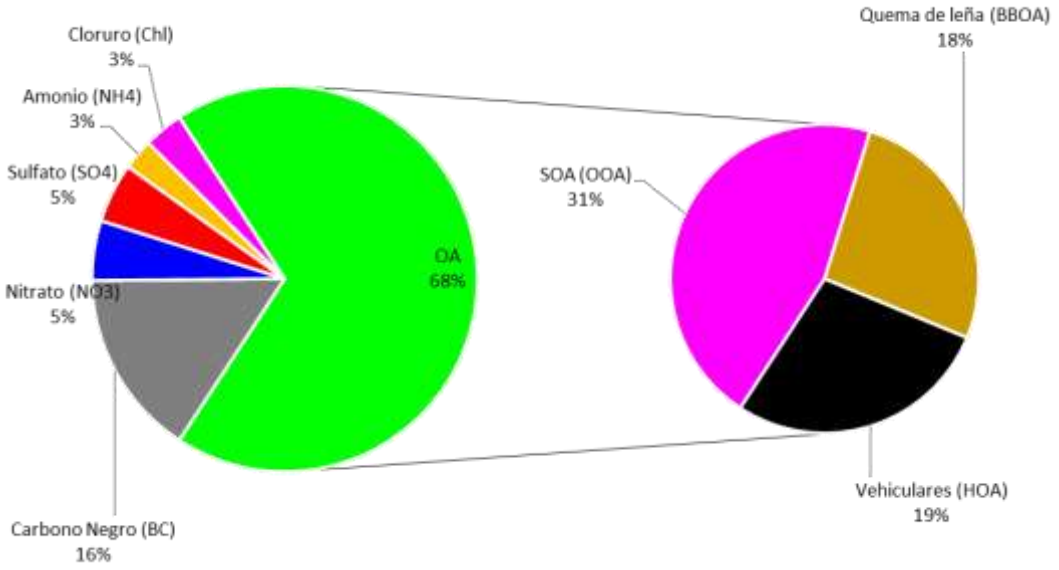
Caracterización Química de MP en tiempo real

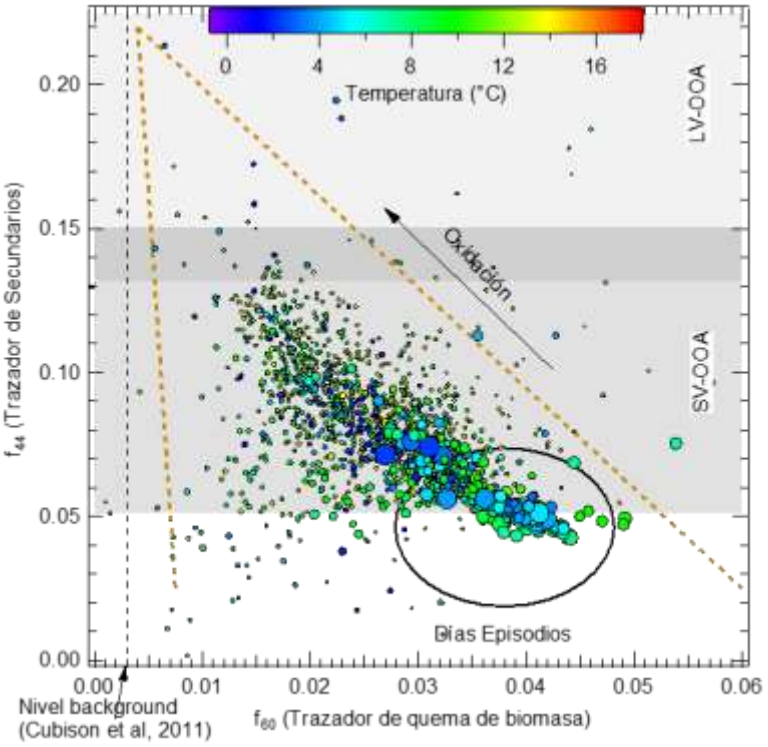
Sensores Ópticos (LoV-IoT)

Resumen Resultados


La Florida
U Talca
U.C. Maule
Panguilermo Precipitación horaria
MP2,5 (ug/m3)
Pp (mm)
T Panguilemo
Punto Rocío Panguilemo
T La Florida
T (°C)
WS Panguilemo
WS La Florida
WS U Talca
Presión Panguilemo
Presión (hPa)
WS (m/s)
18.Jun 20.Jun 22.Jun 24.Jun 26.Jun 28.Jun 30.Jun 2.Jul 4.Jul 6.Jul 8.Jul 10.Jul 12.Jul 14.Jul 16.Jul 18.Jul 20.Jul 22.Jul 24.Jul 26.Jul 28.Jul 30.Jul
Fecha

Principales fuentes emisoras.





Sensores

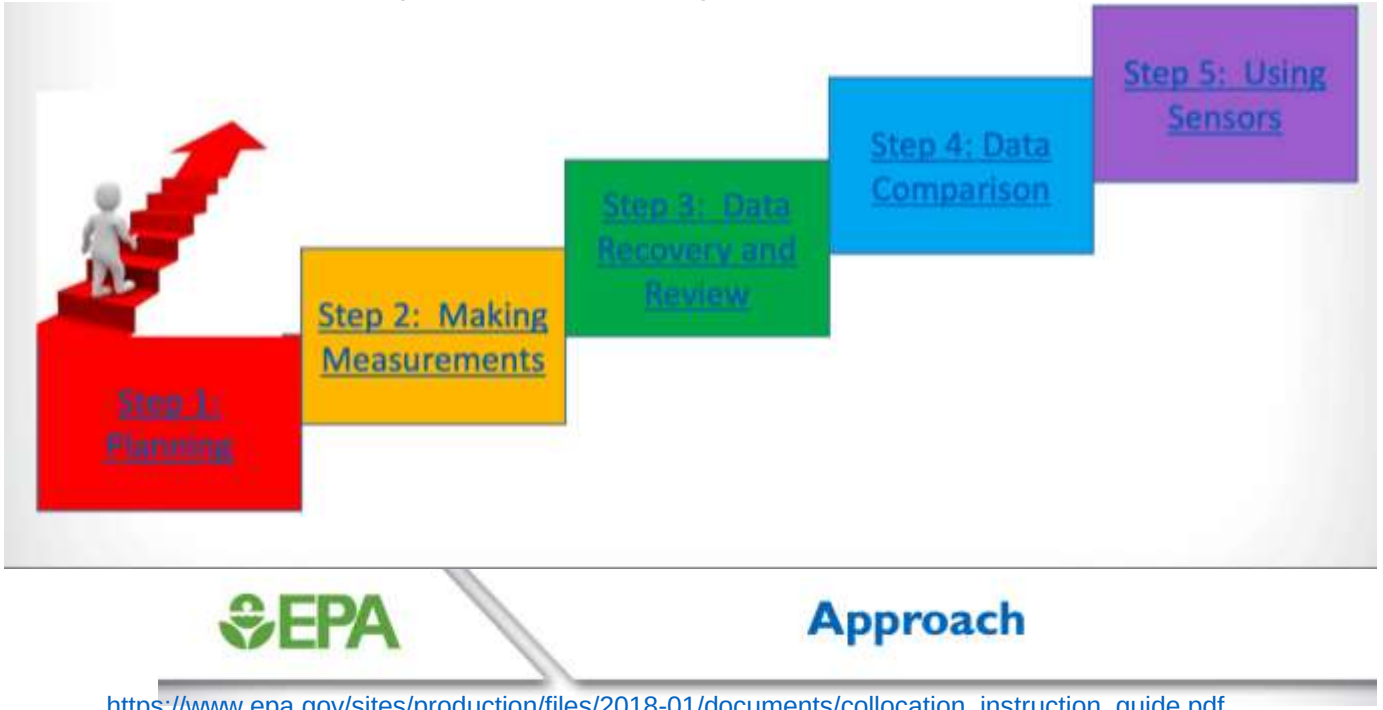
CONTEXTO

- El uso de sensores de aire ha crecido exponencialmente; sin embargo, la calidad de los datos es variable y representa un riesgo de información.
- No existen protocolos de prueba, métricas u objetivos estándar para evaluar el rendimiento del sensor.
- Si bien los sensores de aire no se pueden usar para el monitoreo regulatorio aún, son útiles para lo que la EPA denomina aplicaciones de 'monitoreo complementario e informativo no regulatorio (NSIM)'
- Se necesitan protocolos estándar para evaluar sensores para ayudar a brindar confianza en la calidad de los datos y ayudar a los consumidores (autoridad ambiental, empresas y ciudadanos) a seleccionar los sensores adecuados para su aplicación NSIM prevista.

Fuente: https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_Report.cfm?dirEntryId=350784&Lab=CEMM

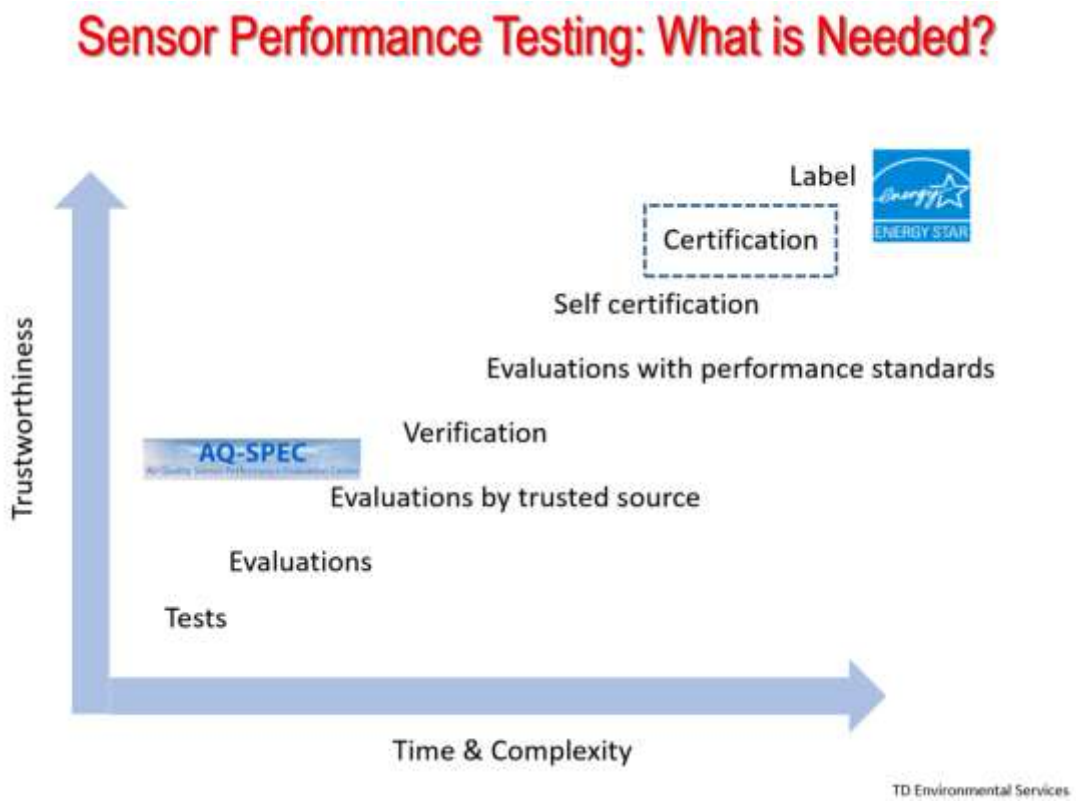
Pasos a seguir para el correcto testeo y uso de sensores según la US-EPA

- La instalación y evaluación de un sensor requiere una serie de pasos, muchas veces subestimado.



https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-01/documents/collocation_instruction_guide.pdf

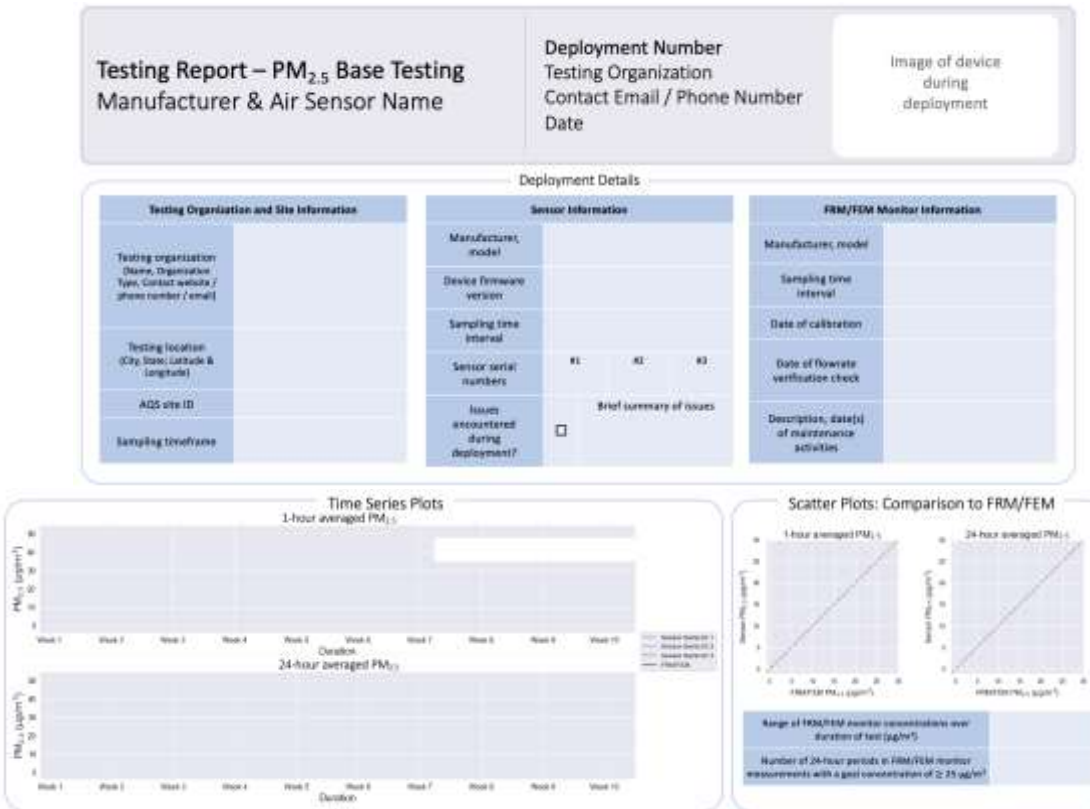
¿Qué se necesita para un correcto testeo y uso de sensores, según el SC-AQMD?

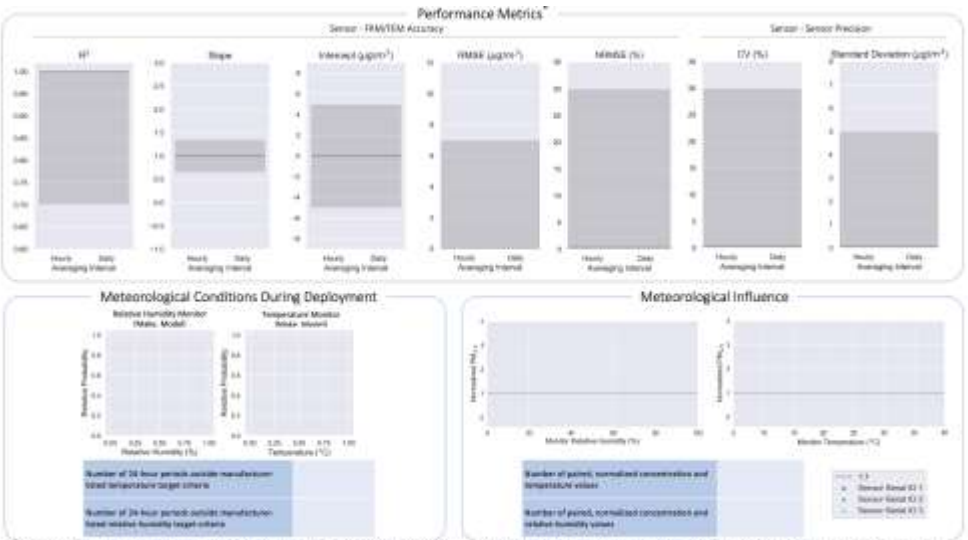


Fuente: http://www.carteeh.org/wp-content/uploads/2019/01/CARTEEH-121818-Andrea-Polidori-Seminar-Slides.pdf

Protocolos de prueba de rendimiento, métricas y valores objetivo para sensores.

- La EPA de EE. UU. Desarrolló un informe que describe los protocolos de prueba, las métricas y los valores objetivo para evaluar el rendimiento.
- Uso en aplicaciones de monitoreo ambiental, exterior, de sitio fijo, no reglamentario e informativo.





AIRFLUX

https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_Report.cfm?dirEntryId=350784&Lab=CEMM

Protocolos de prueba de rendimiento, métricas y valores objetivo para sensores.

Tabular Statistics

- Sensor – FRM/FEM Correlation

	Bias and Linearity						Data Quality			
	R^2		Slope		Intercept (b) (µg/m³)		Uptime (%)		Number of paired sensor and FRM/FEM concentration values	
	1-Hour ○○○	24-Hour ○○○	1-Hour ○○○	24-Hour ○○○	1-Hour ○○○	24-Hour ○○○	1-Hour ○○○	24-Hour ○○○	1-Hour	24-Hour
Metric Target Range	≥ 0.70	≥ 0.70	1.0 ± 0.35	1.0 ± 0.35	-5 ≤ b ≤ 5	-5 ≤ b ≤ 5	90%*	90%*		
Sensor Serial #1										
Sensor Serial #2										
Sensor Serial #3										
Mean										

	Error			
	RMSE (µg/m³)		NRMSE (%)	
	1-Hour ○	24-Hour ○	1-Hour ○	24-Hour ○
Metric Target Range	≤ 7	≤ 7	≤ 30	≤ 30
Deployment Value				

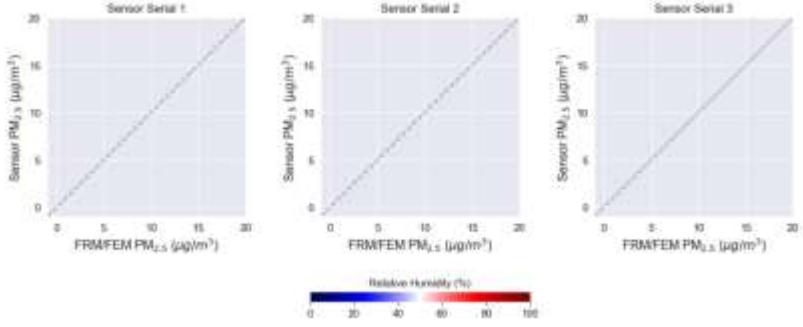
Device-specific metrics (computed for each sensor in evaluation)
- ○○○ Metric value for none of devices tested falls within the target range
- ●○○ Metric value for one of devices tested falls within the target range
- ●●○ Metric value for two of devices tested falls within the target range
- ●●● Metric value for three of devices tested falls within the target range

Single-valued metrics (computed via entire evaluation dataset)
- ○ Indicates that the metric value is not within the target range
- ● Indicates that the metric value is within the target range

- Sensor – Sensor Precision

	Precision (between collocated sensors)				Data Quality			
	CV (%)		SD (µg/m³)		Uptime (%)		Number of concurrently reported sensor concentration values	
	1-Hour ○	24-Hour ○	1-Hour ○	24-Hour ○	1-Hour ○	24-Hour ○	1-Hour	24-Hour
Metric Target Range	≤ 30	≤ 30	≤ 5	≤ 5	90%*	90%*		
Deployment Value								

Individual Sensor – FRM/FEM Scatter Plots



Normas estatales y locales en US a cargo del SC-AQMD

Rule 1180 - Refinery Community and Fenceline Air Monitoring-

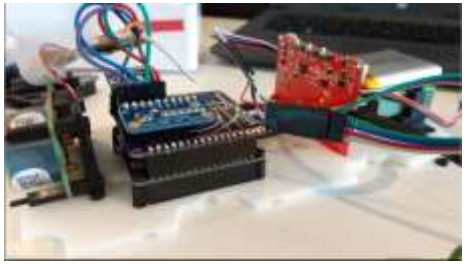
Monitoreo del aire cercanos a refinería y del tipo fenceline

- Implementar una red de monitoreo del aire comunitario, en tiempo real cerca de todas las refinerías de la Cuenca;
- Proporcionar información sobre la calidad del aire en tiempo real a través de un sitio web dedicado para informar al público sobre las condiciones actuales de la calidad del aire en su comunidad;
- Notificar al público en caso de superar los umbrales predeterminados.
- Proporcionar datos actualizados sobre la calidad del aire de la comunidad;
- Promover la conciencia sobre el impacto potencial de las emisiones de las refinerías en la calidad del aire a través de la educación pública;
- Seguimiento del progreso en la mejora de la calidad del aire de la comunidad

AB 617 Community Air Monitoring –

Plan de Monitoreo del Aire de la Comunidad (CAMP)

- Mejorar la calidad del aire y la salud pública en las comunidades de justicia ambiental.
- Proporcionará nueva información sobre la contaminación del aire a nivel comunitario.
- El monitoreo se realizará en áreas de interés identificadas por las comunidades seleccionadas.
- Las áreas de monitoreo reflejan las prioridades de calidad del aire en las comunidades AB 617
- Se utilizarán muchos tipos de equipos de monitoreo, desde técnicas avanzadas hasta sensores de bajo costo.



¿Qué hacemos?

AIRFLUX, spin off del CMM que brinda Servicios de monitoreo ambiental inteligente y predictivo en tiempo real usando tecnología IoT y algoritmos de machine learning

AIRFLUX

Campañas realizadas a lo largo de todo Chile

- Ejecución del 2017-2020
- Testeo de Nodo- sensores en triplicados
- Objetivos del testeo:
  - *Determinar su rendimiento en comparación con FRM/FEM*
  - *Promover una utilización exitosa de estas tecnologías*
- Desde un mes de monitoreo
- Métodos de detección
  - MP: Ópticos
  - Gases: Electroquímicos
- Medición en tiempo real
- Contaminantes criterios
- 〉 $2000 USD

Área urbana
Santiago de Chile

Alta montaña,
Coordillera de Los Andes

Área urbana, residencia
Sur de Chile Talca.

Área urbana –
industrial
Quintero

Área urbana,
residencial.
Sur de Chile
Temuco.

Antártica Chilena
Continente Antártico

Obs. ALMA
5.000
m.s.n.m,
Desierto de
Atacama

Evidencia de validación: Calibración In-situ

Springer Link

Open Access | Published: 10 February 2020

Field performance of a low-cost sensor in the monitoring of particulate matter in Santiago, Chile

Matías Tagle, Francisca Rojas, Felipe Reyes, Yeanice Vásquez, Fredrik Hallgren, Jenny Lindén, Dimitar Kolev, Ågot K. Watne & Pedro Oyola

Environmental Monitoring and Assessment 192, Article number: 171 (2020) | Cite this article

2055 Accesses | 2 Citations | Metrics

Abstract

Integration of low-cost air quality sensors with the internet of things (IoT) has become a feasible approach towards the development of smart cities. Several studies have assessed the performance of low-cost air quality sensors by comparing their measurements with reference instruments. We examined the performance of a low-cost IoT particulate matter (PM_{10} and $PM_{2.5}$) sensor in the urban environment of Santiago, Chile. The prototype was assembled from a PM_{10}–$PM_{2.5}$ sensor (SDS011), a temperature and relative humidity sensor (BME280) and an IoT board (ESP8266/Node MCU). Field tests were conducted at three regulatory monitoring stations during the 2018 austral winter and spring seasons. The sensors at each site were operated in parallel with continuous reference air quality monitors (BAM 1020 and TEOM

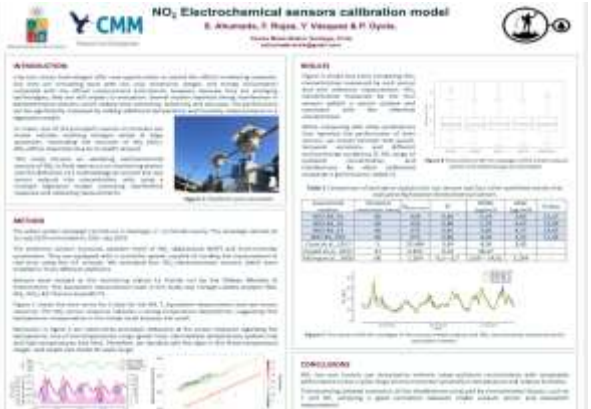
Centro Mario Molina Research and Development

PM Low-cost Sensor in mining and remote areas in Chile and Finland

Finnish Meteorological Institute: Adj. Prof. Hilkka Timonen, Joel Kuula, Minna Aurela, Kimmo Teinilä, Sanna Saarikoski

Centro Mario Molina Chile: Prof. Pedro Oyola, Felipe Reyes, Francisca Rojas Martínez, Yeanice Vásquez Pino

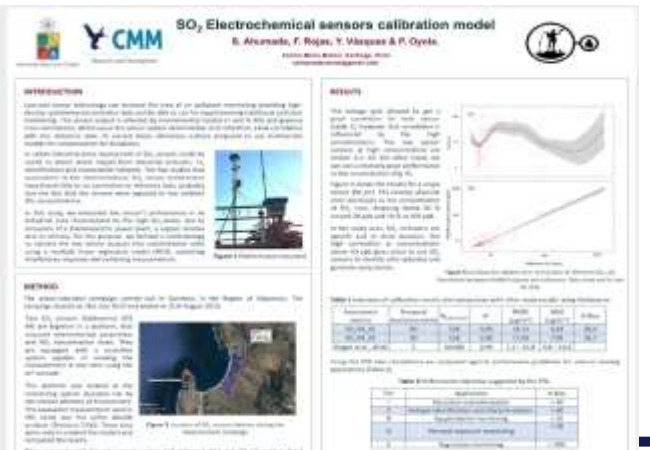
Funded by: ACADEMY OF FINLAND, BUSINESS FINLAND, CONICYT



CMM

NO_2 Electrochemical sensors calibration model

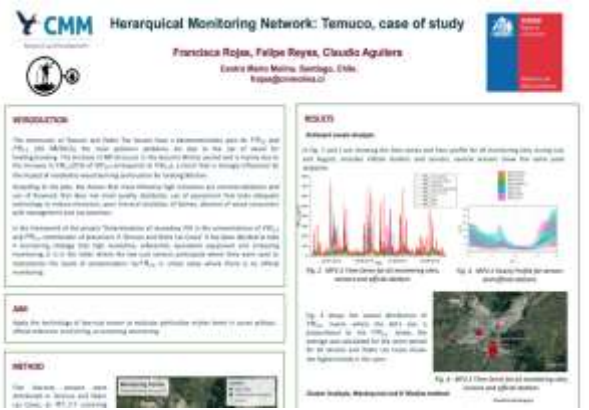
E. Arcuriado, F. Rojas, Y. Vásquez & P. Oyola



CMM

SO_2 Electrochemical sensors calibration model

E. Arcuriado, F. Rojas, Y. Vásquez & P. Oyola



CMM

Herarquical Monitoring Network: Temuco, case of study

Francisca Rojas, Felipe Reyes, Claudio Aguilera

HARVARD T.H. CHAN SCHOOL OF PUBLIC HEALTH

ivl Swedish Environmental Research Institute

CMM Research and Development

CMM Research and Development

Resultado de la evaluación de sensores, por AQMD y AirFlux

Tier	Uses	Pollutants	Precision	Accuracy	Sensitivity
I	Regulatory or compliance monitoring	ozone, $PM_{2.5}$			
II	Fenceline and community monitoring	ozone, $PM_{2.5}$, VOC			
III	Area or source characterization; supplement monitoring networks	ozone, $PM_{2.5}$, NO2, VOC			
IV	Information, personal monitoring, and education	ozone, $PM_{2.5}$, NO2, CO, VOC and others			

Fuente: http://www.carteeh.org/wp-content/uploads/2019/01/CARTEEH-121818-Andrea-Polidori-Seminar-Slides.pdf

Resumen: Sensores y redes de sensores

- Excelentes herramientas para la identificación de hot spot y para comprender mejor el espacio y variaciones temporales de MP y gases como O_3, NO_2, SO_2 y COV.
- Aunque no producen datos procesables, sus mediciones pueden conducir a la acción. Puede usarse para apoyar el monitoreo de la comunidad
- Se puede utilizar sensores para normativa ambiental(por ejemplo, AB617 y Ley 1180)
- Muchos desafíos por delante, sin embargo, los sensores se vislumbran si o si, como integrantes en redes de monitoreo.
- Variados usos para evaluar medidas de descontaminación, ej; aplicación de supresores de polvo, entre otros.

DETERMINACIÓN DE MP SECUNDARIO EN LAS CONCENTRACIONES DE $MP_{1,0}$, $MP_{2,5}$ Y MP_{10}, APORTE DE PRECURSORES, EN LAS COMUNAS DE TALCA Y MAULE

Centro Mario Molina
Research and Development

Licitación ID: ID 608897-72-LP19

Yeanice Vásquez (yvasquez@airflux.cl)
Felipe Reyes (freyes@cmmolina.cl)
Pedro Oyola (poyola@cmmolina.cl)

AIRFLUX

Miércoles 28 de abril 2021