

# Segundo Seminario Internacional Online sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes

*Experiencias en mejores técnicas disponibles y mejores prácticas ambientales*



**El ambiente  
es de todos**

Minambiente

# Experiencias en el monitoreo de Dioxinas y Furanos

**Beatriz Helena Aristizábal Zuluaga**  
[bharistizabalz@unal.edu.co](mailto:bharistizabalz@unal.edu.co)



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE COLOMBIA  
SEDE MANIZALES

**Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales**

1. Estrategias y planes de monitoreo, objetivo del monitoreo, monitoreo a largo plazo
2. Emisiones e inmisiones
3. Técnicas de monitoreo ambiental: Activo, pasivo
4. Redes de monitoreo: Global, Regional, Local
5. Participación de Colombia en redes de monitoreo y estudios locales
6. Retos del monitoreo

# Estrategias y Planes de Monitoreo



MINAMBIENTE



P.N.  
UID

Al servicio  
de las personas  
y las instituciones



GEF



TODOS POR UN  
NUEVO PAÍS  
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

# Convenio de Estocolmo



MINAMBIENTE



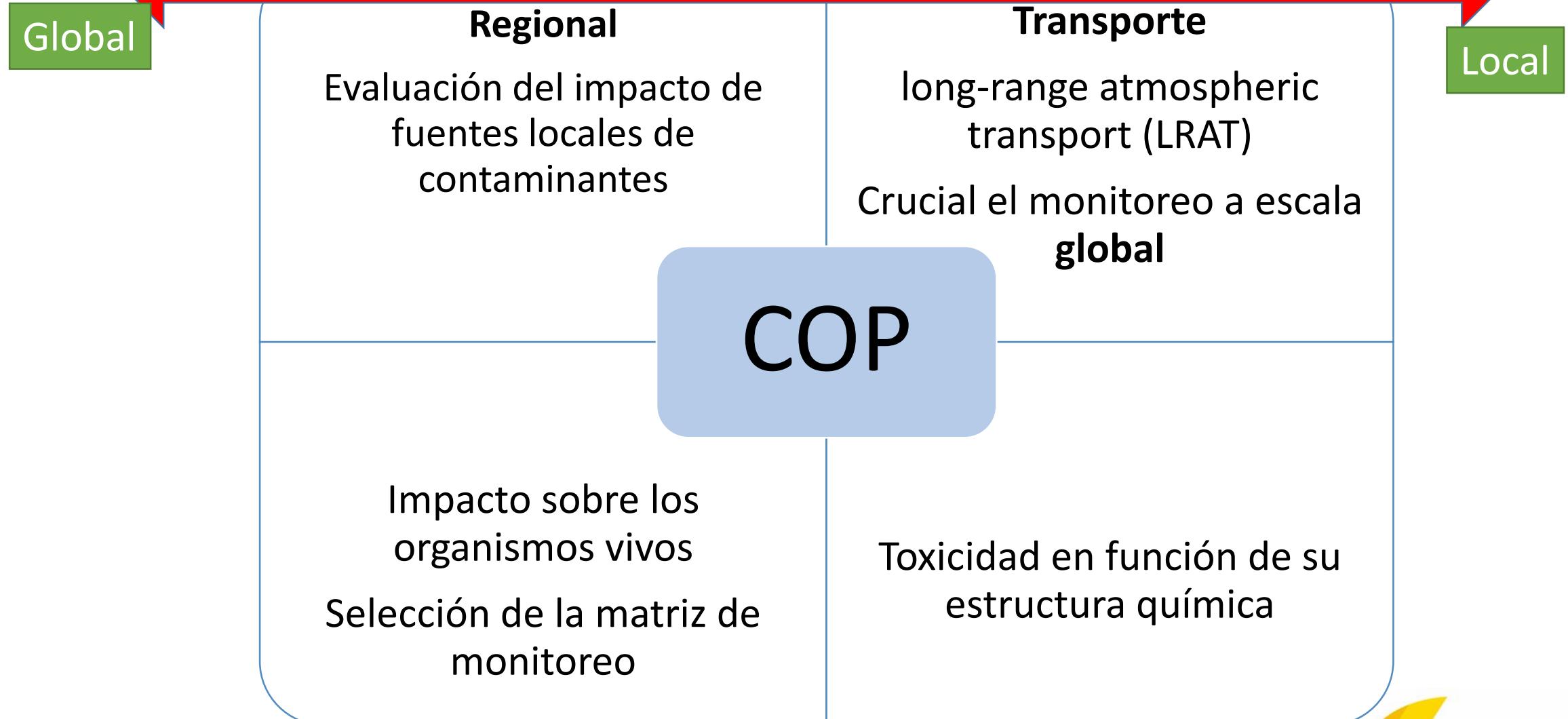
PNUD

Al servicio  
de las personas  
y las naciones



TODOS POR UN  
NUEVO PAÍS  
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

# Objetivos del monitoreo



MINAMBIENTE



PNUD  
Al servicio  
de las personas  
y las naciones



GEF

# Planificación del Monitoreo

## Etapa Inicial

- Selección Analitos
- Sitios de Monitoreo
- Número de muestras
- Frecuencia de monitoreo
- Selección método

## Calidad

- Muestras representativas
- Tamaño
- Estabilidad
- Transporte y almacenamiento

## Costo-#Muestras

- Relación costo y número de datos óptimos
- Análisis depende del compuesto

Modificado de J. Klanova 2015, RECETOX

# Convenio de Estocolmo sobre COPs

## Pesticides

Heptachlor	Endrin
Toxaphene	Dieldrin
Mirex	Chlordane
Aldrin	DDT
Pentachlorophenol (salts/esters)	
	Chlordecone
Lindane (and $\alpha$ -/ $\beta$ -HCH)	
Technical endosulfan & isomers	
Dicofol	

Originally 12 chemicals  
listed (Dirty Dozen)

Currently 23 chemical  
groups listed

More chemicals under  
consideration

Hexachlorobenzene

## Industrial/Domestic Use

Hexabromocyclododecane
Hexabromodiphenyl
Perfluorooctane sulfonic acid, its salts and perfluorooctane sulfonyl fluoride
Hexachlorobutadiene
Polybrominated diphenyl ethers (4-7 brominated BDEs)
Pentadecafluorooctanoic acid (PFOA, salts and related products)
Short-chained chlorinated paraffin
Deca-BDE

Pentachlorobenzene

Polychlorinated biphenyls (PCBs)

Polychlorinated naphthalenes

Polychlorinated dibenzodioxins

Polychlorinated dibenzofurans

Unintentional Production

Tomado de J.  
Schuster, 2016,  
Env Canada

# I-TEF, WHO-TEF

## COP no intencionales Equivalencia Tóxica

PCDFs	I-TEF 2003	WHO- TEF 2005	PCDDs	I-TEF 2003	WHO-TEF 2005
2,3,7,8-TCDF	0.1	0.1	2,3,7,8-TCDD	1	1
1,2,3,7,8-PeCDF	0.05		1,2,3,7,8-PeCDD	0.5	1
2,3,4,7,8-PeCDF	0.5	0.03			
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1	0.1	1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1	1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1	0.1	1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1	0.1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1			
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01	0.01	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01	0.01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01	0.01			
OCDF	0.001	0.0003	OCDD	0.001	0.0003
<b>PCBs</b>					
Non – ortho sustituidos		Mono-ortho sustituidos			
Compuesto	WHO-TEF 2005	Compuesto	WHO-TEF 2005		
PCB-77	0.0001	PCB-105	0.00003		
PCB-81	0.0003	PCB-114	0.00003		
PCB-126	0.1	PCB-118	0.00003		
PCB-169	0.03	PCB-123	0.00003		
		PCB-156	0.00003		
		PCB-157	0.00003		
		PCB-167	0.00003		
		PCB-189	0.00003		



MINAMBIENTE



PNUD

Al servicio  
de las personas  
y las naciones



# Emisiones e Inmisiones



## Matriz: Aire

- ⊕ El aire es un medio clave para evaluar la contaminación: Tiene una **respuesta rápida** a las fuentes de emisión
- ⊕ La concentración de contaminantes en el aire permite evaluar espacio y tiempo
- ⊕ Dispersión de contaminantes
- ⊕ La concentración varía en la **fase gas/partícula**, importancia del tiempo de monitoreo, volumen y la técnica
  - **Aire ambiente** - **Gases**
    - **Medio Adsorbente: Compuestos volátiles, semivolátiles**
    - **particulas**
  - **Aire interior**
  - **Ambiente laboral**
  - **Emisiones puntuales**

# Emisión

- ❖ El monitoreo lo hace la empresa cumpliendo con la resolución 909 de 2008. Debe cumplir límites establecidos y número de monitoreos por año.
- ❖ Es puntual en chimenea, monitoreo isocinético. Representa las condiciones del momento de toma de muestra.

# Inmisión

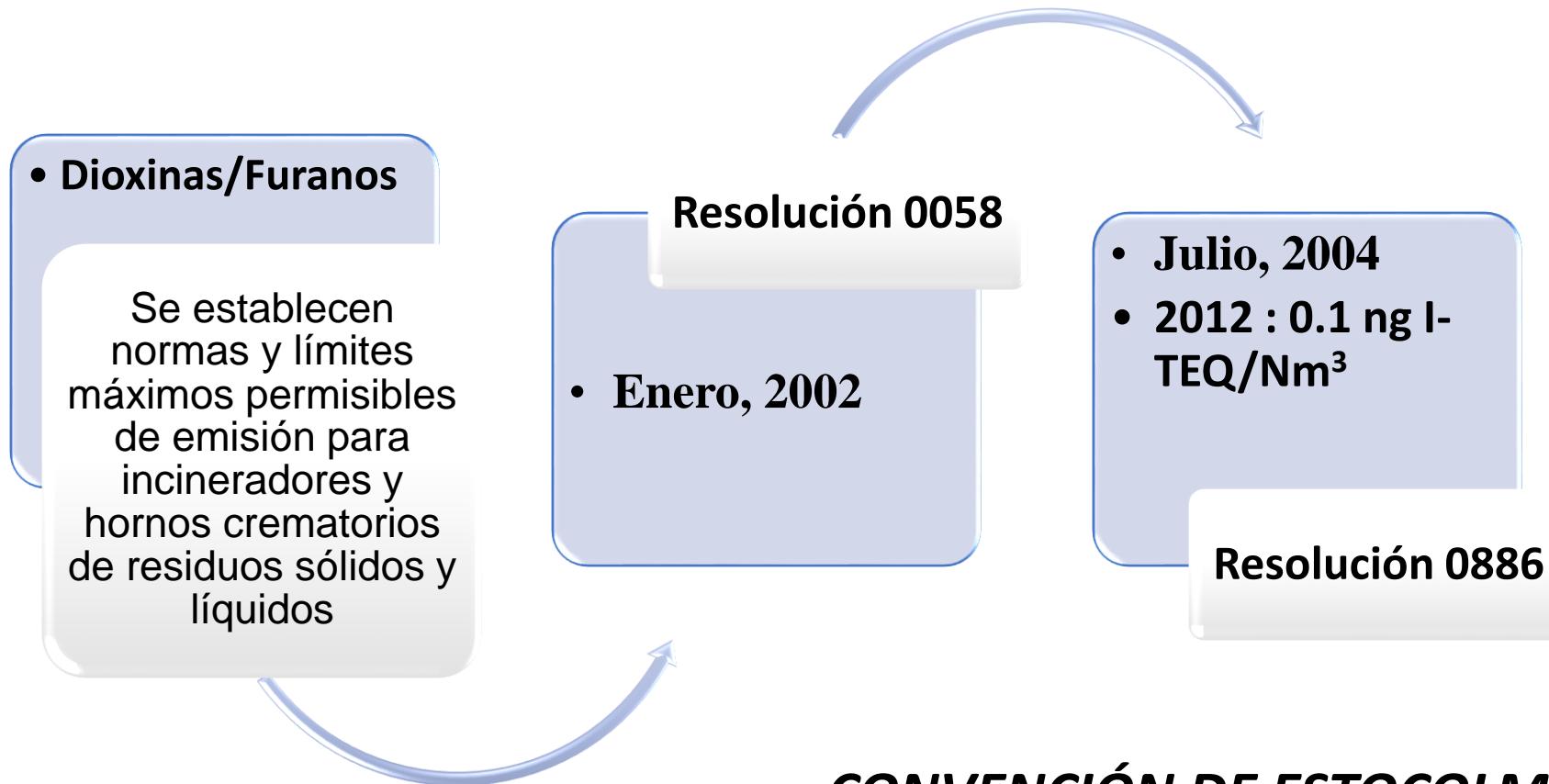
- ✓ Se siguen protocolos internacionales de acuerdo al método activo o pasivo.
- ✓ No hay límites establecidos. Se hacen comparaciones



MEDIDAS COMPLEMENTARIAS

# Legislación Colombiana COP no intencionales

Resolución para fuentes fijas en Colombia: Por la cual se establecen normas y límites máximos permisibles de emisión para dioxinas y furanos

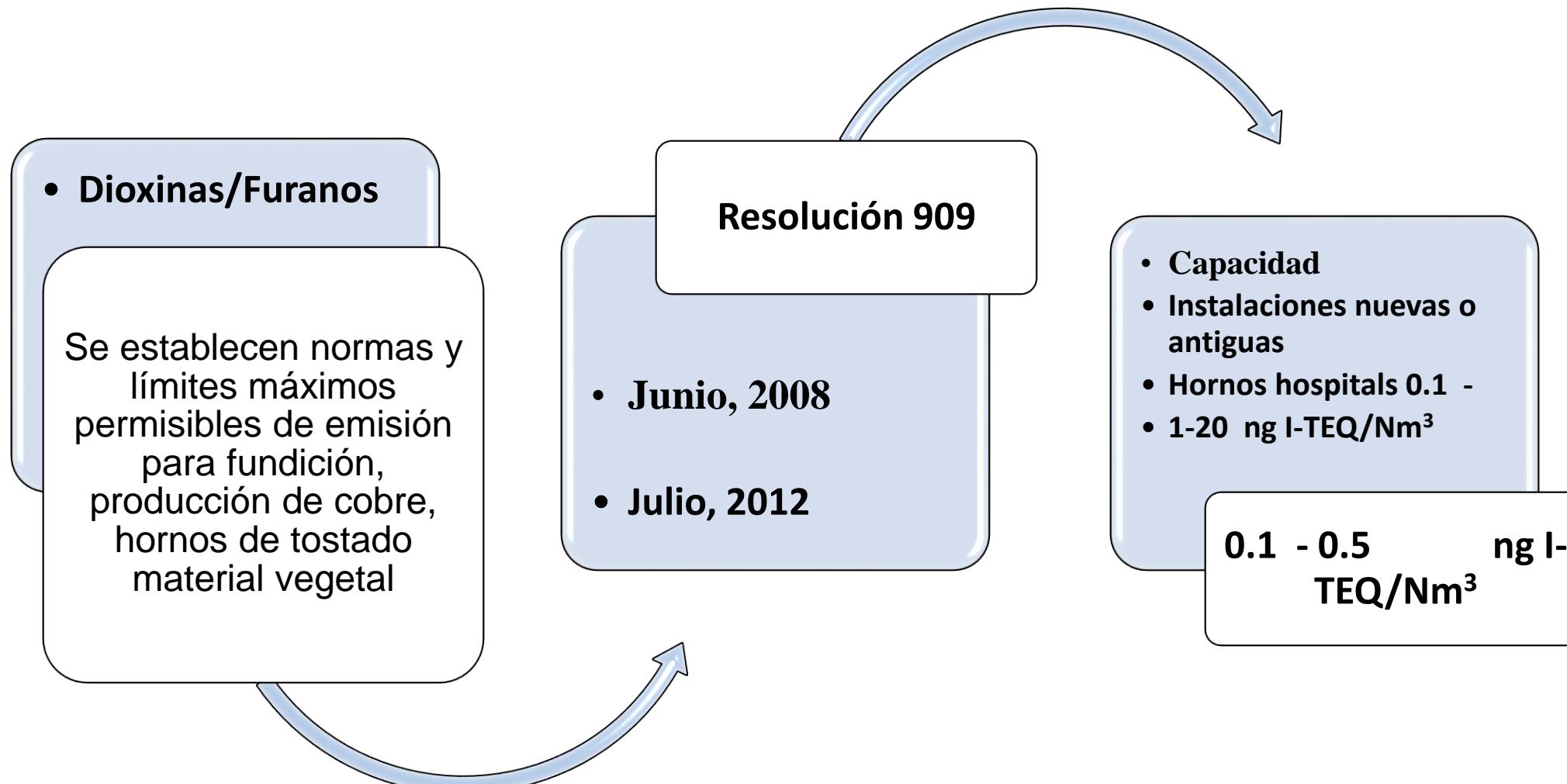


## CONVENCIÓN DE ESTOCOLMO

•Resolución 0058, 2002, Ministerio del Medio Ambiente Colombia

•Resolución 0886, 2004, Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial Colombia

# Legislación Colombiana COP no intencionales



•Resolución 909, 2008, Ministerio del Medio Ambiente Colombia

# Legislación Colombiana COP no intencionales otras matrices

Resolución 122 de 2012 Modifica la 776 de 2008

**Tabla 4. Umbral de intervención para dioxinas, furanos y policlorobifenilos – PCB en carne de pescado, productos de la pesca y productos derivados, excepto la anguila.**

Alimento	Contenido máximo (pg/g)	Anguila
Suma de Dioxinas + furanos (EQT - OMS)	4.0 pg/g en fresco	4.0 pg/g en fresco
Suma de Dioxinas y PCB similares a las dioxinas (EQT - OMS)	8.0 pg/g en fresco	12.0 pg/g en fresco

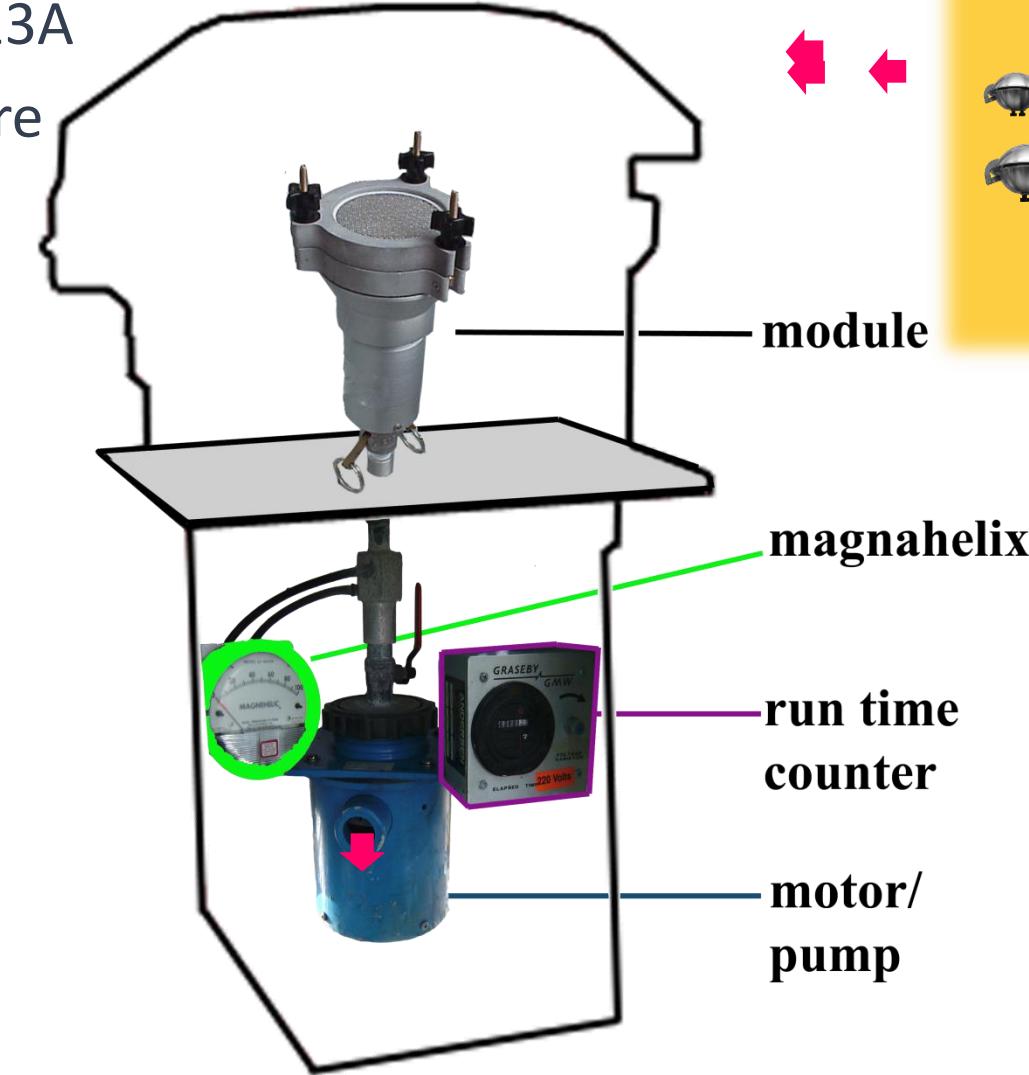
Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos que deben cumplir los productos de la pesca, en particular pescados, moluscos y crustáceos para consumo humano

# Inmisión - Aire ambiente: Monitoreo Activo y Pasivo

# Monitoreo Aire Activo

## Pro

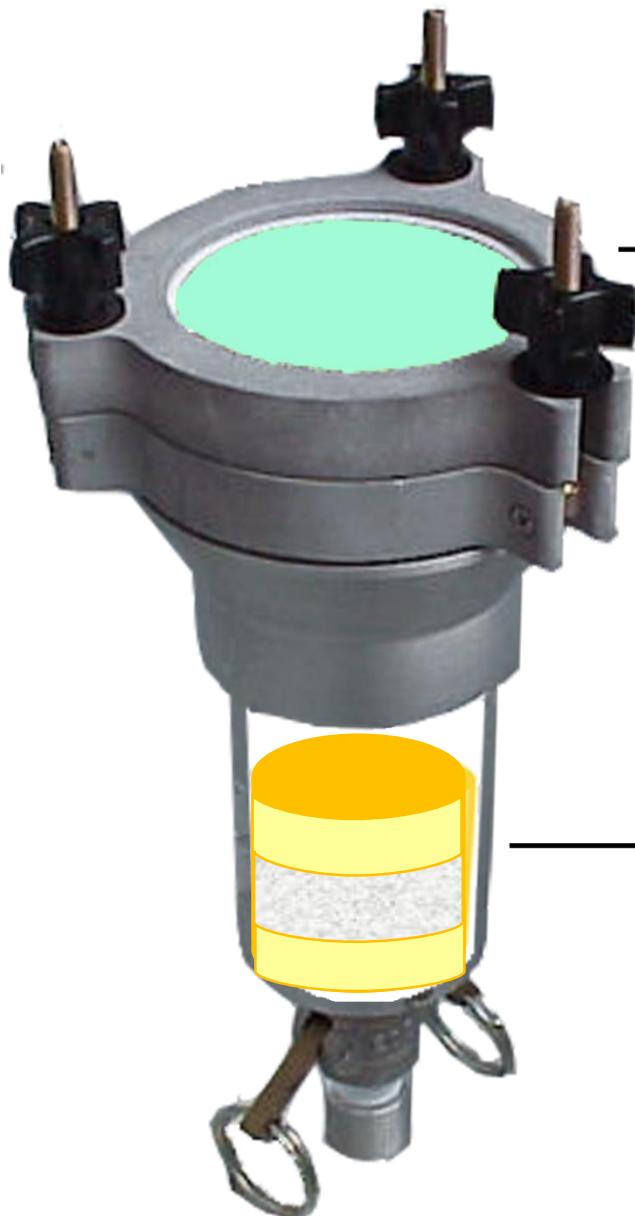
- Volumen de muestreo.
- Tiempo horas EPA TO-13A
- Altos Volúmenes de aire



## Contra

- Fuente electricidad
- Costos
- Periodos cortos de monitoreo. Puntual

# Monitoreo Aire Activo



— glass fibre filter  
for collecting the  
particle phase

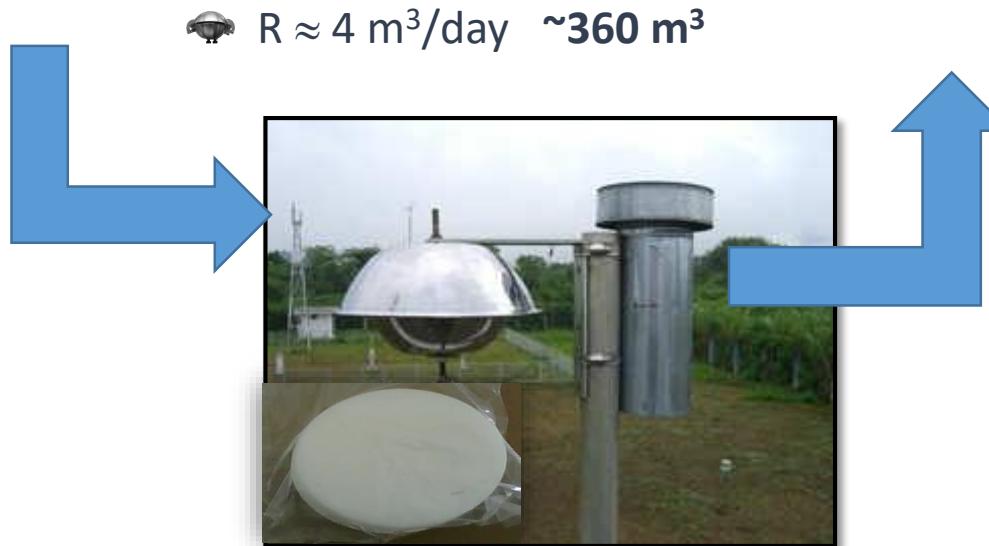
— PUF plugs for  
collecting the  
gaseous phase

PUF – XAD-2 sandwich to  
capture more volatile  
compounds

# Monitoreo Aire Pasivo – Passive Atmospheric Sampler PAS

## • Polyurethane foam (PUF) disk

Alrededor de 90 días de monitoreo depende del compuesto

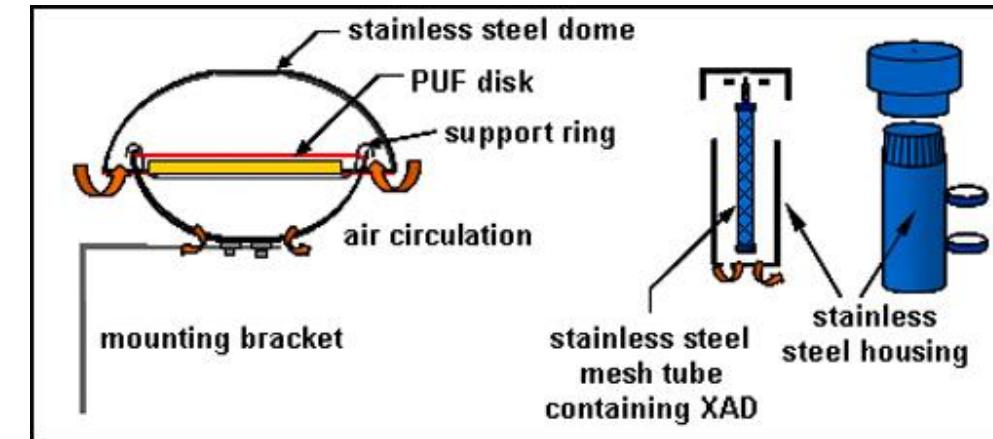


$$\text{• } R \approx 4 \text{ m}^3/\text{day} \text{ } \sim 360 \text{ m}^3$$



## XAD-2 Amberlite

Alrededor de 1 año de monitoreo XAD-2



## Pro

- No electricidad
- Bajo costo
- Fácil instalación
- Muestras integradas por periodos mas largos

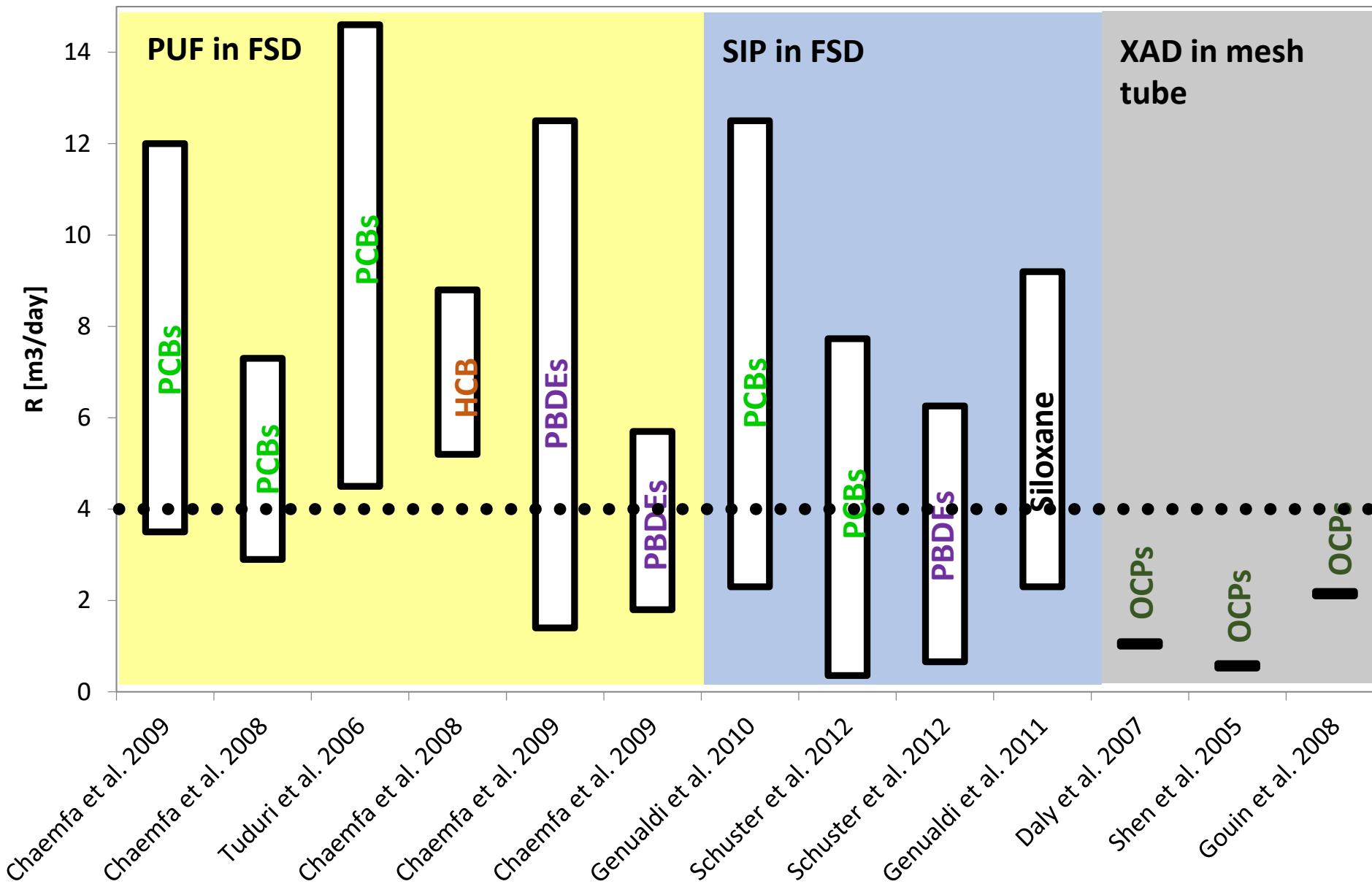
## Contra

- Baja velocidad de muestreo comparada con los activos
- Volumen de aire es aproximado

# Installation of XAD2 Passive Samplers



# Velocidades de muestreo

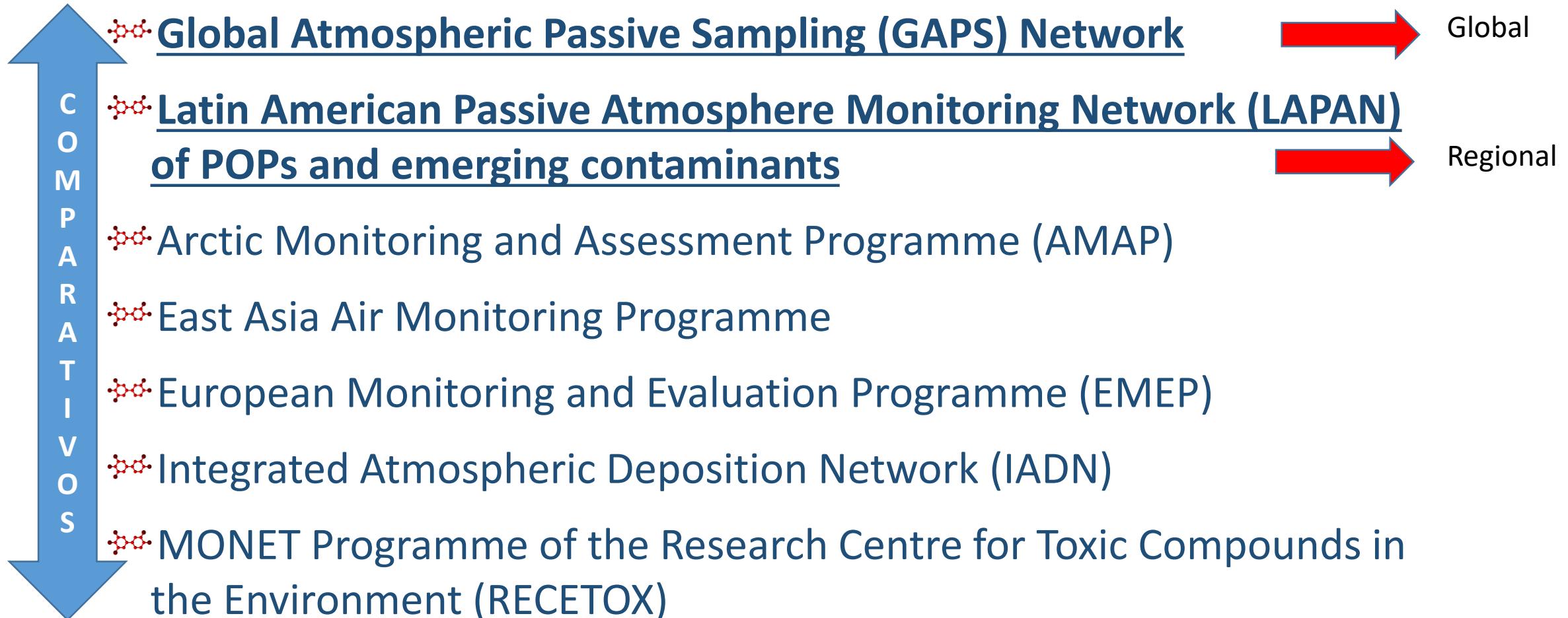


Depende de la  
Temperatura

Tomado de J.  
Schuster, 2016,  
Env Canada

# Redes de Monitoreo





**Tom Harner**



Environment and  
Climate Change Canada

Environnement et  
Changement climatique Canada

**Gilberto Fillmann**

Universidade Federal do Rio Grande, Brazil



# Plan de Monitoreo Global - GMP

## El Plan de Monitoreo Global de COP (GMP – Global Monitoring Plan)



❖ Evalúa la eficacia del Convenio de Estocolmo para establecer la organización de recolección de datos sobre COP comparables en todas las regiones

❖ Identifica los cambios en los niveles de COP en el tiempo

❖ Proporciona información sobre su transporte en el medio ambiente regional y mundial.

# Red de Monitoreo Pasivo Atmosférico Global (GAPS Network – Global Atmospheric Passive Sampling)

Es un programa clave para la producción de datos comparables a escala global para diferentes COP.

Emplea muestreadores pasivos.

Inició en Diciembre de 2004.

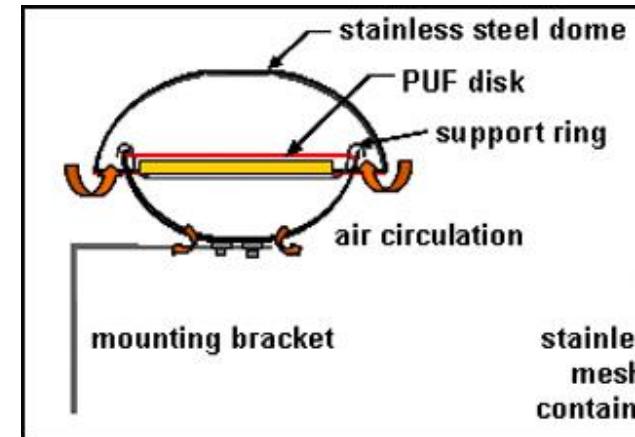
Cuenta con 50 puntos alrededor del mundo. Dos en Colombia gestionados UN de Colombia



**Muestreador de Aire Pasivo - PAS**



**PUF**



# LAPAN Objetivos

1. Evaluar la efectividad del Convenio de Estocolmo específicamente para la región GRULAC
2. Mejorar la resolución espacial y temporal aportando nuevos datos a la red GAPS
3. Revisar el impacto de fuentes locales y globales considerando sitios agricultura, industrial, urbano y background
4. Generar estudios temporales a largo plazo
5. Consolidar y fortalecer la investigación de la red
6. Mejorar la capacidad local y regional para análisis en aire

Modificado de  
G. Fillmann,  
2017,  
Universidade  
Federal do Rio  
Grande, Brazil

GRULAC - Group of Latin American and Caribbean Countries in the United Nations

GAPS - Global Passive Atmospheric Sampling network

PAS – Passive Atmospheric Sampler

# Participación de Colombia en redes de Monitoreo y Estudios Locales



MINAMBIENTE



SINER  
Al servicio  
de las personas  
y las decisiones



GEF



# Location of monitoring stations



# Regional passive air sampling networks

## GAPS

Global Atmospheric  
Passive Sampling  
Network

GAPS is operated by Environment and Climate Change Canada (ECCC), established in 2004/2005 to support the needs of the Global Monitoring Plan (GMP) of the Stockholm Convention on persistent organic pollutants (POPs).

## LAPAN

Latin American Passive Atmospheric Sampling Network

LAPAN is operating since 2010 at more than 70 sites across the region and employs XAD-tube samplers. It is operated by Universidade Federal do Rio Grande.

Tom Harner  
[tom.harner@canada.ca](mailto:tom.harner@canada.ca)

Gilberto Fillmann  
[gfillmann@gmail.com](mailto:gfillmann@gmail.com)

# Regional passive air sampling networks

**GMC**

Gaseous Mercury  
Canada

GMC is a project by Environment Canada and University of Toronto, operated during 2018.(one year)

Frank Wania  
[frank.wania@utoronto.ca](mailto:frank.wania@utoronto.ca)

**MPS**

Mercury Pilot Study

MPS is a pilot study by Environment Canada for the monitoring of gaseous mercury. MPS is operating since 2019 (July 17)

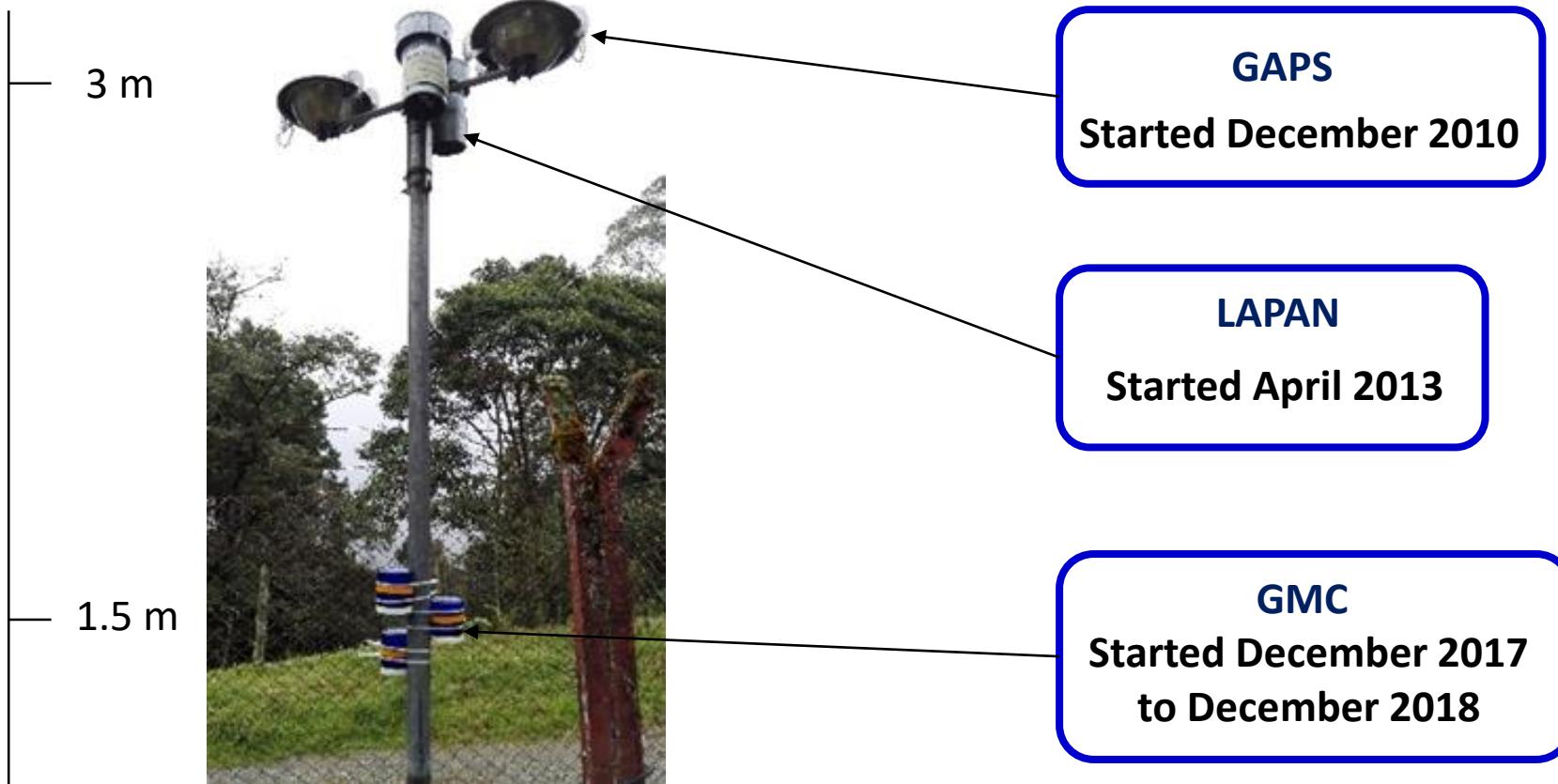
Geoff Stupple  
[geoff.stupple@canada.ca](mailto:geoff.stupple@canada.ca)

Alexandra Steffen  
[alexandra.steffen@canada.ca](mailto:alexandra.steffen@canada.ca)

# Monitoring stations

Satation	Location	Type	Latitude	Longitude	Elevation (masl)
Rio Blanco	Manizales Background	5° 04' 33" N	75° 26' 13" W		2670

Contact: Beatriz H. Aristizábal: bharistizabalz@unal.edu.co



# Global Atmospheric Passive Sampling Network

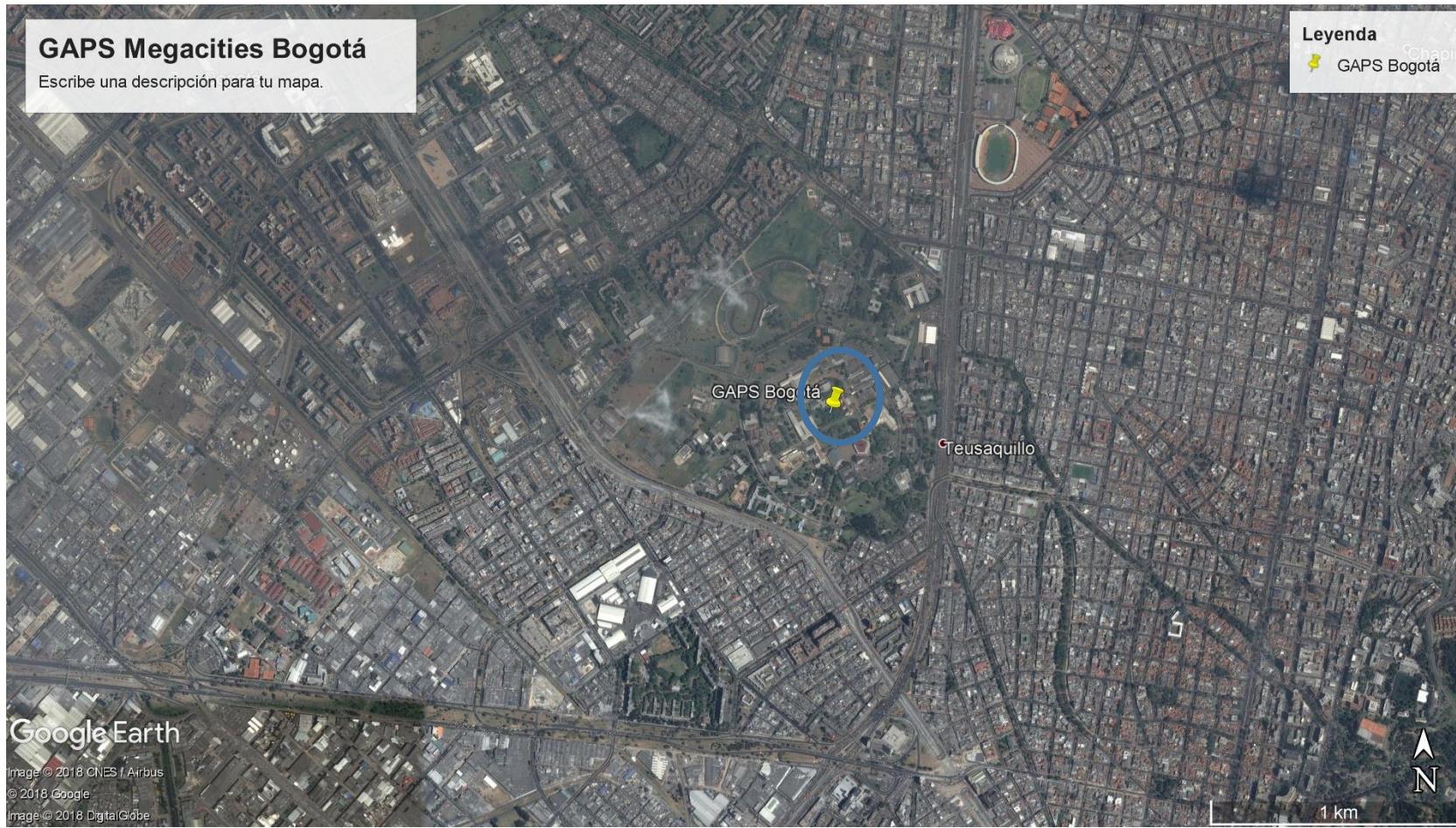
## GAPS: Megacities

GAPS is operated by Environment and Climate Change Canada (ECCC), established in 2004/2005 to support the needs of the Global Monitoring Plan (GMP) of the Stockholm Convention on persistent organic pollutants (POPs).

Tom Harner  
[tom.harner@canada.ca](mailto:tom.harner@canada.ca)

Amandeep Saini, PhD  
[amandeep.saini2@canada.ca](mailto:amandeep.saini2@canada.ca)

# Location of monitoring station in Bogotá



# Bogota monitoring station

Satation	Location	Type	Latitude	Longitude	Elevation (masl)
Unal-Bogota	Bogota	Megacity	4° 38' 12.60" N	75° 5' 0.40" W	2630

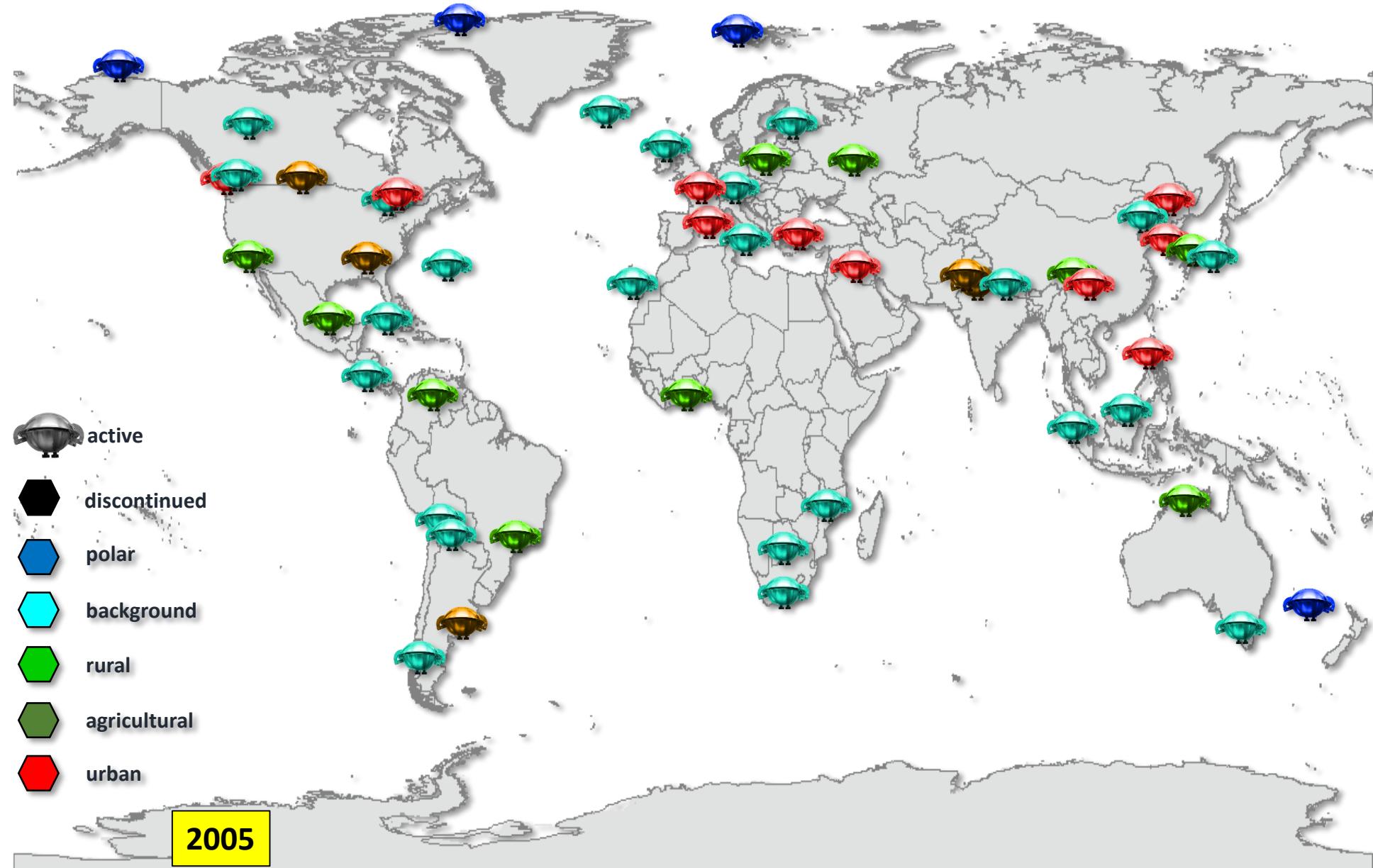
Contact: Nestor Yesid Rojas: nyrojasr@unal.edu.co

**GAPS Megacities**  
Started on april 4  
2018 at 10:45 am



# GAPS Network Sites

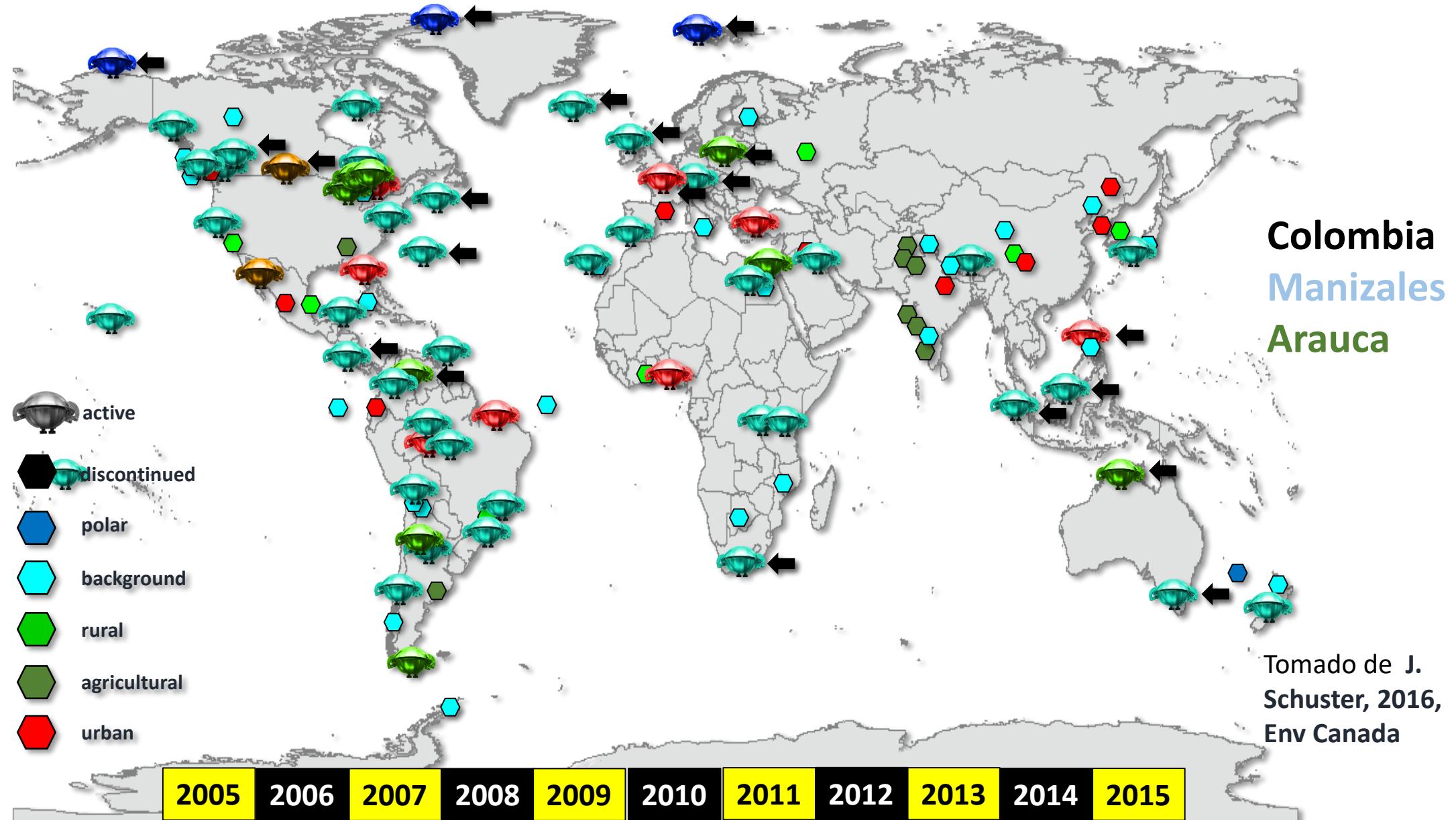
54 original sites classified as urban, rural, agricultural, background and polar



Tomado de J.  
Schuster, 2016,  
Env Canada

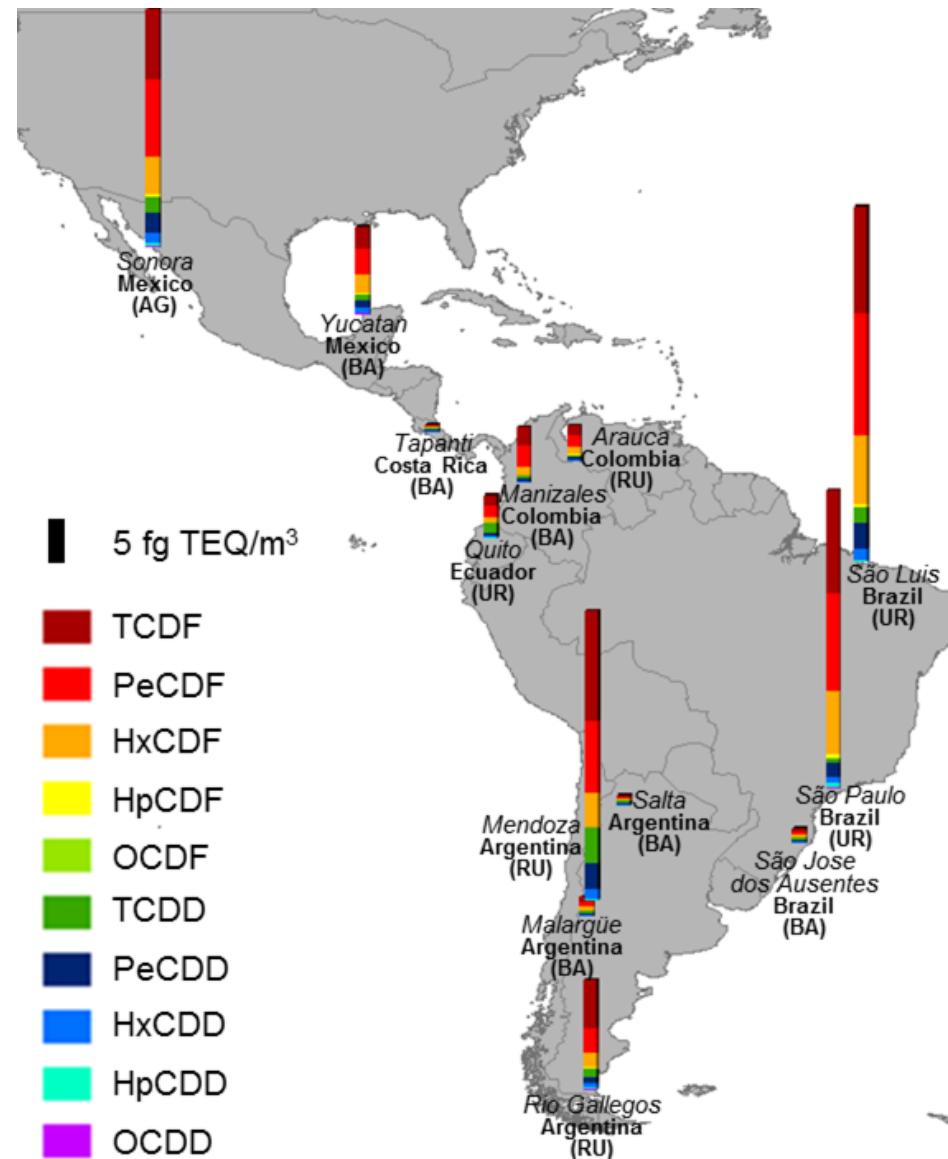
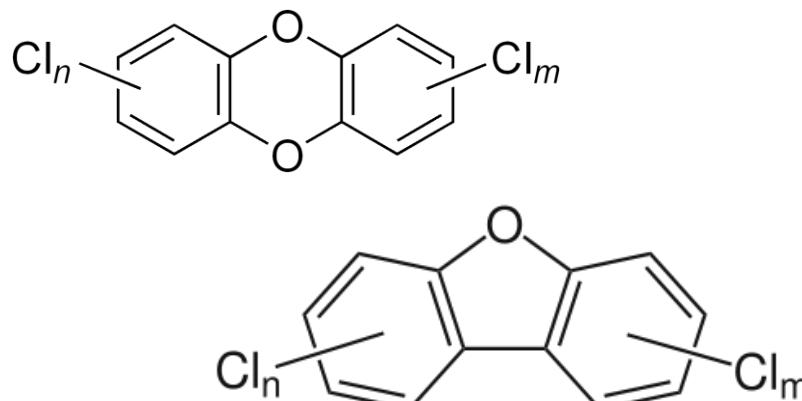
# GAPS Network Sites

21 of the original sites still active



# GRULAC – PCDD/Fs Profiles for 2012

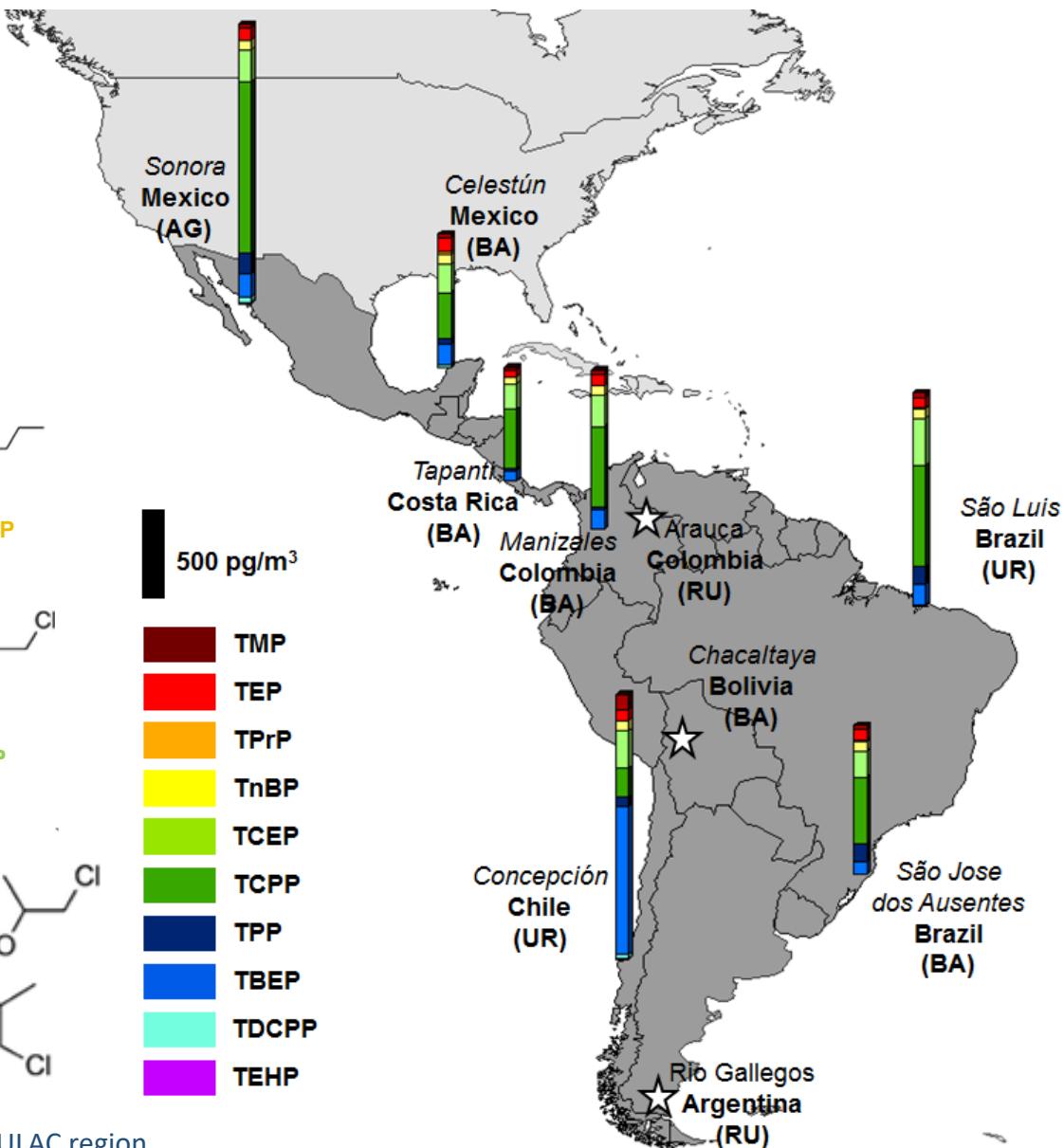
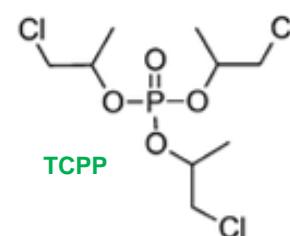
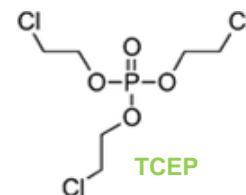
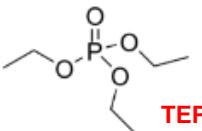
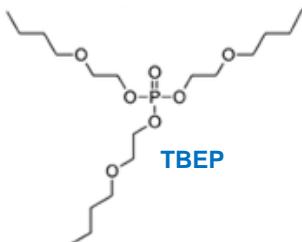
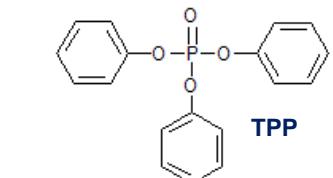
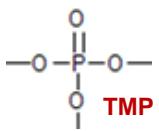
- ☒ Listed under the Stockholm Convention under the original “Dirty Dozen”
- ☒ Accidental release as by-products of chemical manufacturing, incineration and other combustion-related activities



# GRULAC - OPE Profiles for 2014

❖ Used as flame retardants, plasticizer, intermediates in pesticide production

❖ Listed under the Chemicals Management Plan





Contents lists available at ScienceDirect

## Environmental Pollution

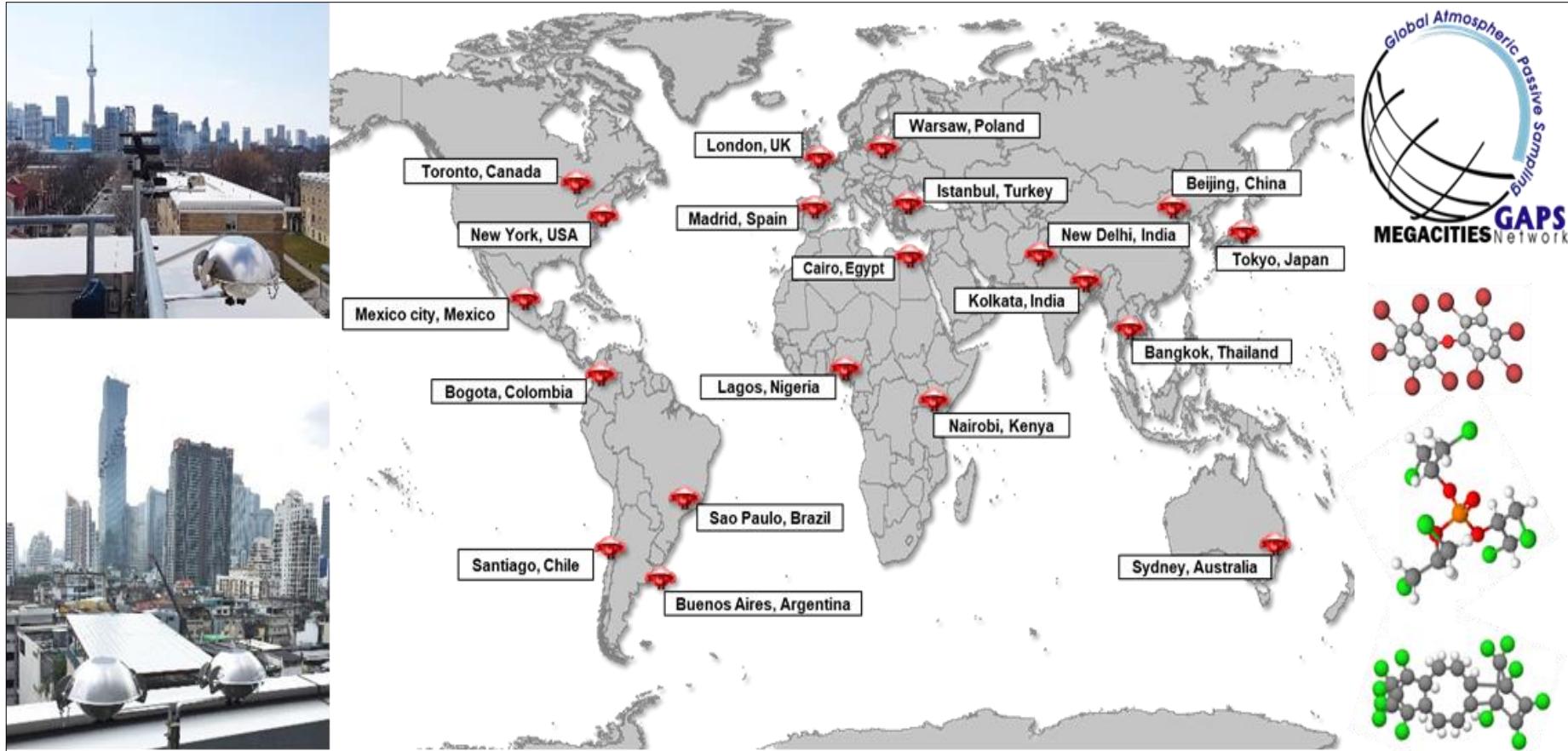
journal homepage: [www.elsevier.com/locate/envpol](http://www.elsevier.com/locate/envpol)

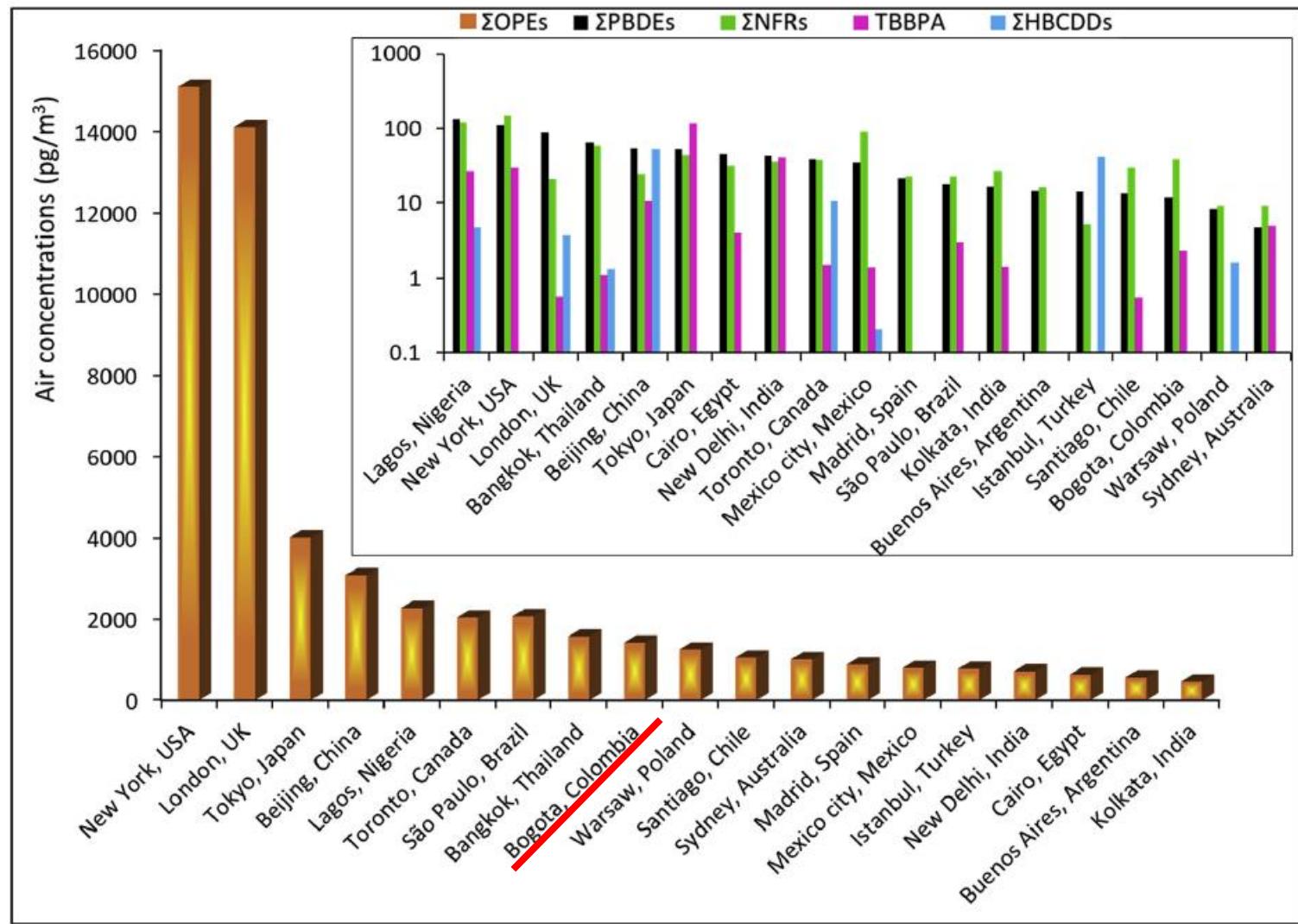


# GAPS-megacities: A new global platform for investigating persistent organic pollutants and chemicals of emerging concern in urban air<sup>☆</sup>



Amandeep Saini <sup>a,\*</sup>, Tom Harner <sup>a</sup>, Sita Chinnadurai <sup>a</sup>, Jasmin K. Schuster <sup>a</sup>, Alan Yates <sup>b</sup>, Andrew Sweetman <sup>c</sup>, Beatriz H. Aristizabal-Zuluaga <sup>d</sup>, Begoña Jiménez <sup>e</sup>, Carlos A. Manzano <sup>f</sup>, Eftade O. Gaga <sup>g</sup>, Gavin Stevenson <sup>b</sup>, Jerzy Falandysz <sup>h</sup>, Jianmin Ma <sup>i</sup>, Karina S.B. Miglioranza <sup>j</sup>, Kurunthachalam Kannan <sup>k</sup>, Maria Tominaga <sup>l</sup>, Narumol Jariyasopit <sup>m</sup>, Nestor Y. Rojas <sup>d</sup>, Omar Amador-Muñoz <sup>n</sup>, Ravindra Sinha <sup>o</sup>, Rose Alani <sup>p</sup>, R. Suresh <sup>q</sup>, Takahiro Nishino <sup>r</sup>, Tamer Shoeib <sup>s</sup>





organophosphate esters (OPEs)

new flame retardants (NFRs), tetrabromobisphenol A (TBBPA) and hexabromocyclododecane (HBCDD)

polybrominated diphenyl ethers (PBDEs)



Tomado de G.  
Fillmann, 2017,  
Universidade  
Federal do Rio  
Grande, Brazil

# Compuestos Objetivos

1. Chlorinated Pesticides
2. PCBs
3. PBDEs
4. Currently-Used Pesticides (CUPs)
5. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs)

## En un futuro

1. PBBs
2. HBCD
3. Novel Br Flame Retardants
4. Non-Br Flame Retardants (OPFRs)
5. Perfluorinated Compounds
6. Siloxanes



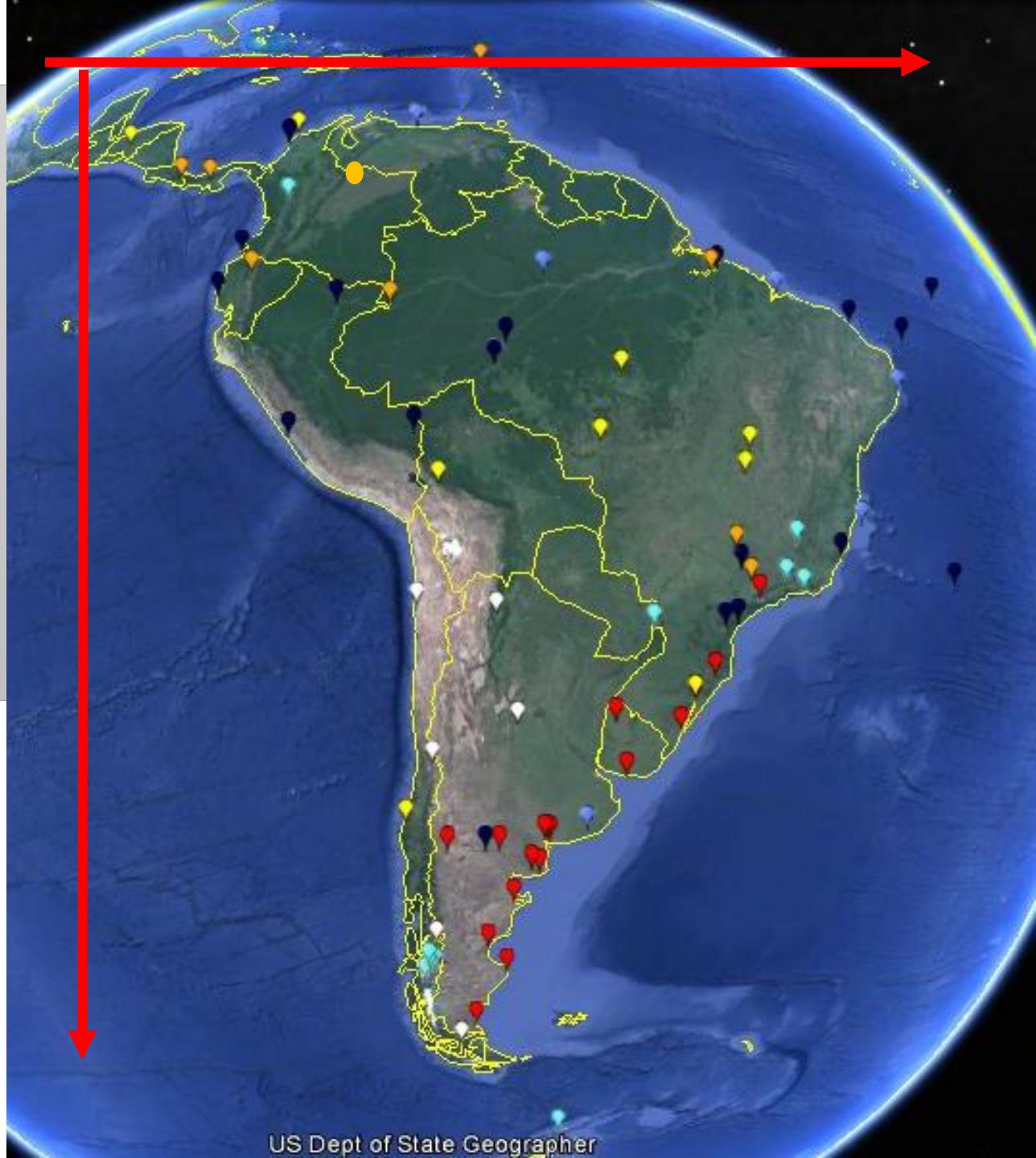
Tomado de G.  
Fillmann, 2017,  
Universidade  
Federal do Rio  
Grande, Brazil

# LAPAN Network

## Installed PAS

(65 running sites)

- **sixth year of sampling**
- **fifth year of sampling**
- **fourth year of sampling**
- **third year of sampling**
- **second year of sampling**
- **first year of sampling**
- **to be installed**



Colombia  
Manizales  
Arauca  
Leticia

Modificado de  
G. Fillmann,  
2017,  
Universidade  
Federal do Rio  
Grande, Brazil

## ESTUDIOS LOCALES DIOXINAS, FURANOS Y DI-PCBs

# Estudio Atmosférico de una ciudad Andina: Captadores pasivos y activos PM<sub>10</sub>



Contents lists available at ScienceDirect

Chemosphere

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/chemosphere](http://www.elsevier.com/locate/chemosphere)



Polychlorinated dibenzo-*p*-dioxin and dibenzofuran in urban air of an Andean city

B.H. Aristizábal <sup>a,\*</sup>, C.M. Gonzalez <sup>a</sup>, L. Morales <sup>b</sup>, M. Abalos <sup>b</sup>, E. Abad <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Hydraulic Engineering and Environmental Research Group, Cra 27 64-60, Bloque H Palogrande, Manizales, Colombia

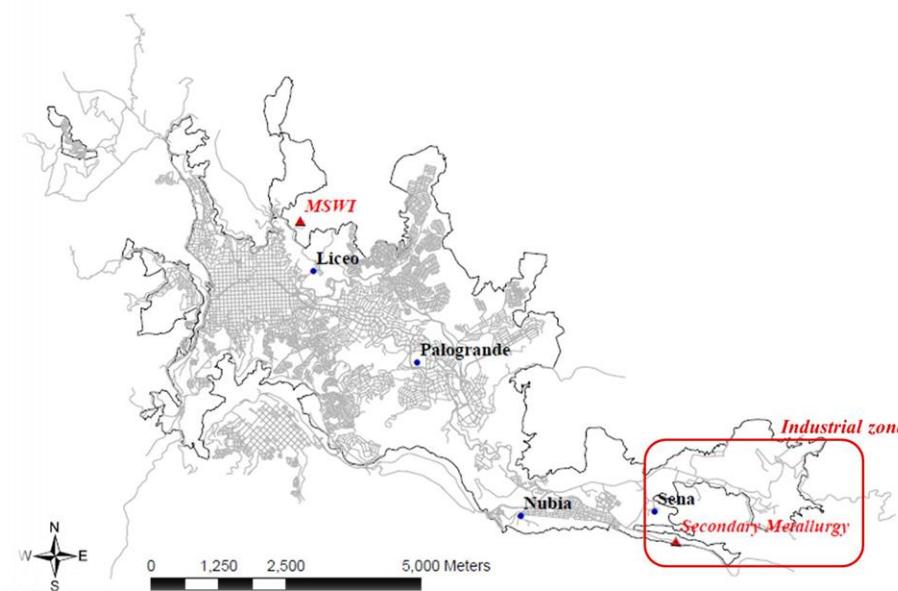
<sup>b</sup> Laboratory of Dioxins, Environmental Chemistry Department, IDAEA-CSIC, J. Girona 18-26, Barcelona 08034, Spain



B. Aristizabal



Laboratorio  
de dioxinas,  
E. Abad





Contents lists available at ScienceDirect

## Science of the Total Environment

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/scitotenv](http://www.elsevier.com/locate/scitotenv)



# PCDD/PCDF and dl-PCB in the ambient air of a tropical Andean city: Passive and active sampling measurements near industrial and vehicular pollution sources



J. Cortés <sup>a,\*</sup>, C.M. González <sup>a</sup>, L. Morales <sup>b</sup>, M. Abalos <sup>b</sup>, E. Abad <sup>b</sup>, B.H. Aristizábal <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Hydraulic Engineering and Environmental Research Group, Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Cra 27 64-60 Bloque H Palogrande, Manizales, Colombia

<sup>b</sup> Laboratory of Dioxins, Environmental Chemistry Department, IDAEA-CSIC, Jordi Girona 18-26, Barcelona 08034, Spain

Cortés J., González C. M., Morales L., Abalos M., Abad E., and Aristizábal B. H. (2014) Sci Total Environ. 491-492, 67-74.

# Líneas de trabajo prioritarias

Medición a nivel  
de país en aire  
ambiente

Epidemiología

Valoración  
económica de  
impactos

Fortalecimiento  
capacidad  
Análisis

Toxicología

Dispersión

Alexandra Steffen  
[alexandra.steffen@canada.ca](mailto:alexandra.steffen@canada.ca)  
Environment Canada for the  
monitoring of gaseous mercury

Pasivos  
Determinación  
Hg aire

University of Toronto  
Frank Wania et al.



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE COLOMBIA  
SEDE MANIZALES

**GRACIAS POR LA INVITACIÓN Y  
POR SU ATENCIÓN**

**Beatriz Helena Aristizábal Zuluaga**

**[bharistizabalz@unal.edu.co](mailto:bharistizabalz@unal.edu.co)**

**Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales**



**MINAMBIENTE**



PNUD

Al servicio  
de las personas  
y las instituciones



**TODOS POR UN  
NUEVO PAÍS**  
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN  
49