



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO



# Internet de las Cosas: presente, futuro y sus aplicaciones

---

Dr. Rodrigo López Farías.

Ciencias de la Computación e Ingeniería

20 de Enero 2020

1. Introducción
2. Presente
3. Futuro y retos
4. Aplicaciones
5. Industria 4.0 y Logística
6. Logistica
7. Conclusiones

- **Investigador en el Sistema Nacional de Investigadores**  
Nivel Candidato.
- **PhD en Ciencias de la Computación e Ingeniería.**  
School of Advanced Studies Lucca. Italia.
- **Maestro en Ciencias en Ingeniería Eléctrica**  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
- **Ingeniería en Sistemas computacionales.**  
Instituto Tecnológico de Morelia. Morelia, Michoacán.
- **Perteneciente a la Red Temática de Inteligencia Artificial Aplicada**

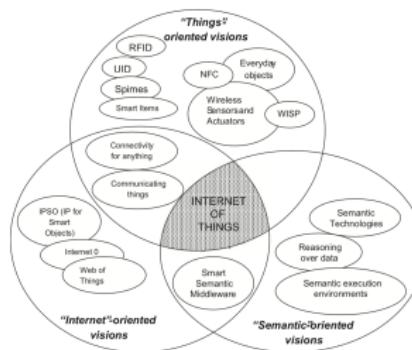
# **Introducción**

---

# Introducción. Que es "Internet de las cosas"?

Es la interconexión de objetos cotidianos vía internet, habilitados para enviar y recibir datos con mínima intervención de las personas.

Se ha propuesto como un paradigma que interseca e incluye 3 visiones, Cosas-Internet-Semántica <sup>1</sup>.

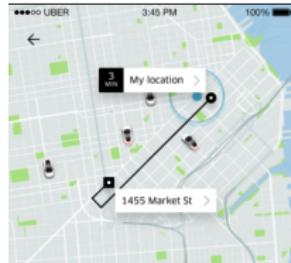


---

<sup>1</sup>L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito, "The Internet of Things: A survey," Comput. Networks, 2010

# Características de IdC

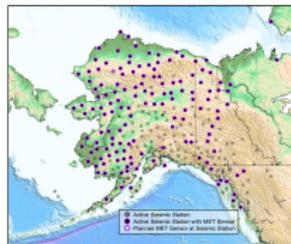
- Gran Escala y complejos
- Capacidad de aprendizaje
- Sensibles al entorno
- Ambientes dinámicos
- Datos masivos
- heterogeneidad
- Bajo consumo energético
- Autoconfigurables.



Transporte: Uber  
[www.uber.com](http://www.uber.com)



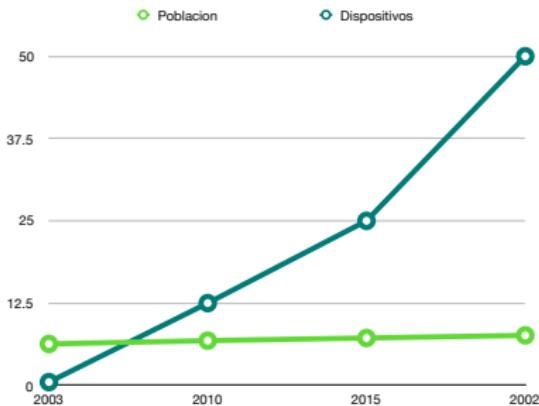
Industria.  
<https://openledger.info/insights/blockchain-and-iot/>



Ciencia: Meteorología  
<http://www.usarray.org/alaska/met-sensors>

## Crecimiento del mercado potencial

Se estima que en 2007 las cosas conectadas a internet superaron a las personas.



Crecimiento de dispositivos conectados vs Personas conectadas en Millones <sup>2</sup>

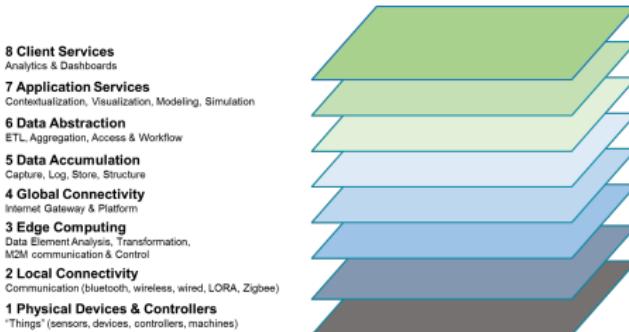
<sup>2</sup>Atlan et al., International Journal of Intelligent Computing Research (IJICR), Volume 9, Issue 3, September 2018

# Modelo de referencia IdC

IOT adopta una colección de protocolos, servicios, tecnologías de almacenamiento para lidiar con esta proliferación de dispositivos y datos generados.

Carece de una tecnología estandarizada que unifique todos los servicios.

Se ha propuesto un modelo de referencia de Internet de las cosas<sup>3</sup>.



---

<sup>3</sup><http://blog.mesa.org/2019/08/iiot-platforms-not-all-created-equal.html>

# **Presente**

---

# Tecnologías implementadas en el Presente

Protocol	PHY	Band	Data rates	Coverage	Max num. devices	Topology	Notes
ZigBee	IEEE	2.4 GHz ISM	250 Kbps	20 m	65,000	Star, mesh and cluster-tree	Radio modules widely available
	802.15.4	868–915 MHz ISM					
BLE	BSIG proprietary	2.4 GHz ISM	1 Mbps	10 m	unlimited	Mesh	Not compatible with normal BT <sup>1</sup>
Z-Wave	ITU 9959	868–915 MHz ISM	100 Kbps	100 m	232	Mesh	Proprietary

## Tecnologías comunicación de corto alcance

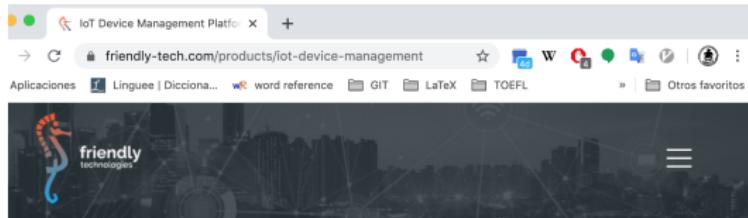
Protocol	Packet size	Data rates	Coverage	Topology	Notes
SigFox	12 bytes defined by user	100 bps <sup>1</sup>	3–10 km (urban); 30–50 km (rural)	Star	Networks managed by SigFox
LoRa/ LoRaWAN	–	0.25–50 Kbps	2–5 km (urban); 15 km (rural)	Star of star	Network can be created and maintained privately
LTE-M	Defined by user	1 Mbps	2.5–5 km	Cellular	Network access regulated by contracts with MNOs
Nb-IoT	Defined by user	250 Kbps	15–30 km	Cellular	Network access regulated by contracts with MNOs

# Protocolos de comunicación

Protocol	Type	Pros	Cons
HTTP/1.1	Generic	Widely available Easy interoperability with web applications	Uses TCP Bandwidth overhead because of headers
HTTP/2	Generic	More efficient than HTTP/1.x Maintains interoperability with web applications	Uses TCP Headers compression requires computational power
CoAP	Messaging	Compatible with constrained devices Can use UDP or other lower transmission protocols Specific for IoT	Security not included in the standard
MQTT	Messaging	Compatible with constrained devices Specific for IoT	Security not included in the standard Several different implementations may cause interoperability issues
MQTT-SN	Messaging	Compatible with constrained devices Specific for IoT Can use UDP or other transport protocols	Uses TCP Security not included in the standard Several different implementations may cause interoperability issues
XMPP	Generic	Extensible XML allows for more complex data management	Overhead introduced by XML More complex w.r.t. other protocols

# Plataformas IOT

Casi todas las plataformas ofrecen servicios integrales "básicos" como sensar, transmitir, y guardar datos en la nube así como herramientas de predicción y análisis dependiendo de la orientación.



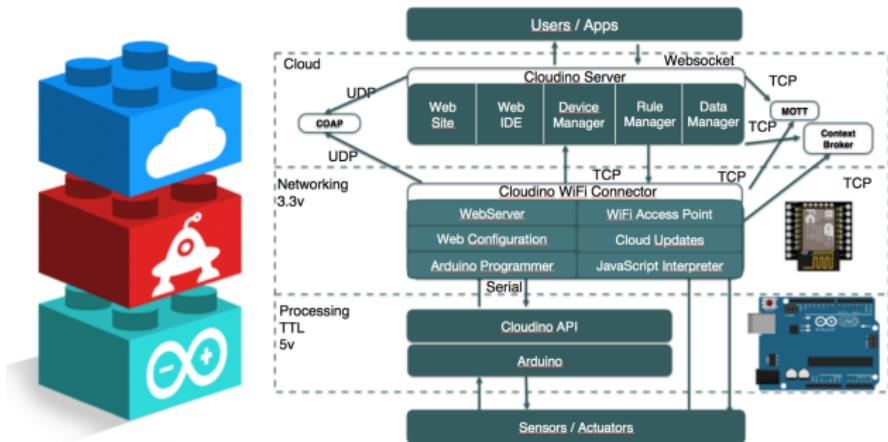
Device Management a MUST component of an IoT Platform

Features	Friendly's Device Management	Generic IoT Platform
Provisioning	✓ Fully Automated	✗ Minimal Capability
Management of Devices with Complex Data Models	✓ Yes	✗ No
Types of Managed Devices	✓ Any type of device	✗ MQTT Devices Only
Remote Configuration	✓ Fully Automated	✗ Minimal Capability
Monitoring & Event Triggering	✓ Yes	✓ Yes
Data Collection	✓ Yes	✓ Yes
Group Update	✓ Yes	✗ No
Firmware Upgrade	✓ Yes	✗ No
Device Diagnostics & Repair	✓ Yes	✗ No
Application	✓ Integration with 3rd Party	✓ Yes

# Ejemplo plataforma abierta: Cloudino

## Cloudino Architecture

The Cloudino Platform proposes to add a new IoT Chip (Cloudino WiFi Connector) that works like a configurable Network Layer between the sensors, actuators or existent hardware solutions like Arduino and the Cloud Services, for a simple and fast start to IoT World.



You can find more information about Cloudino Architecture [here](#)

# Otras plataformas

## Plataformas propietarias.

- Amazon Web Services
- Cloud IoT (Google)
- SAP Leonardo's IoT portfolio
- Azure IoT Suite (Microsoft)

## Plataformas Abiertas.

- Cloudino
- Devicehub.net (Colecta de datos y análisis, control y alertas basados en eventos. Panel para controlar dispositivos)
- IoT Toolkit
- Open WSN
- Particle
- ThinkSpeak. Orientada a colección y procesamiento de datos de dispositivos remotos.
- Webinos
- Zetta

## **Futuro y retos**

---

- Edge Computing. El procesamiento se genera en los dispositivos IdC, y el canal de comunicación está restringido.
- Comunicaciónes de baja latencia Ultra confiables e internet tactil.
- Inteligencia Artificial Embebida
- Comunicaciones Seguras
- Mejorar autonomia y eficiencia.
- Big Stream Analytics

- Aprendizaje Incremental
- Simplificación de redes neuronales.
- Aprendizaje transferido.
- Aprendizaje con restricciones de recursos computacionales y energéticos.

## **Aplicaciones**

---

# Alliance For Internet Of Things Innovation

Creado en Mayo 2015 para contribuir en convergencia e inter-operabilidad entre estandards. Facilitar la creación de Ecosistemas de Innovación y comunicación entre los diferentes grupos de trabajo <sup>4</sup>.

WG 01	IoT Research												
WG 02	Innovation Ecosystems		Smart Living Environment for Ageing Well		Smart Farming and Food Security								
WG 03	IoT Standardisation												
WG 04	IoT Policy				Wearables		Smart Cities		Smart Mobility		Smart Water Management		
	SME Interests	WG 05	WG 06	WG 07	WG 08	WG 09	WG 10	WG 11	WG 12	WG 13	Smart Manufacturing	Smart Energy	Smart Buildings and Architecture

<sup>4</sup><https://aioti.eu/working-groups/>

## Alianza para la innovación de Internet de las Cosas (AIOTI)

- WG01: Se enfoca a definir una visión en común de IdC y abordar retos de investigación en Europa
- WG02: Incentiva el uso de IdC y crea ecosistemas para apoyar startups.
- WG03: Consolidación de frameworks, interoperabilidad, Estandarización.. Protección de datos.
- WG04: Hace recomendaciones considerando las barreras legales que pueden dificultar la Implementación de IdC en el Mercado Digital Unico. (Se encarga de dar acceso a productos y servicios en linea, Condiciones para que las redes y servicios digitales crezcan y prosperen. Crecimiento de la economía digital europea)

## Alianza para la innovación de Internet de las Cosas (AIOTI)

- WG05: Ambientes Inteligentes para el envejecimiento digno. Hogares que asisten a gente vulnerable.
- WG06: Granjas inteligentes y seguridad alimentaria. Control de plantas y animales desde su cultivo/crianza hasta su consumo.
- WG07: Artículos de vestir inteligentes (*Weareables*): Tecnología conectada a internet que da funcionalidad a la ropa.
- WG08: Ciudades Inteligentes. Hacer más eficiente, mas seguro el transporte, electricidad, salud, iluminación, agua, manejo de residuos entre otros.
- WG09 Movilidad Inteligente.

- WG10 Manejo de Agua.
- WG11 Manufactura inteligente.
- wG12 Energía Inteligente. Optimizar plantas de energía renovable, optimizar su uso, "prosumer demand responsive".
- WG13 Edificios inteligentes: mejorar la calidad de vida de sus ocupantes. Optimización de recursos.

## **Industria 4.0 y Logística**

---

# Internet de las Cosas Industriales (IIOT)

El IdC junto con la automatización y digitalización de la manufactura han detonado la 4ta revolución industrial.

Combina manufactura tradicional con prácticas industriales, con tecnologías innovadoras para proveer de mantenimiento automatizado, optimización auto adaptación en la industria.

Las aplicaciones en este campo involucran transacciones financieras entre entidades asociadas a la manufactura, logística y bancos.

## Tecnologías en la Industria 4.0

Se caracteriza por aplicaciones innovadoras y servicios, dispositivos interconectadas, operaciones de manufactura novedosas.

Wee et al. (2015) “ Es la digitalización del sector manufacturero, con sensores embebidos en todos los componentes del producto y equipo de manufacturas, ubicuidad en en sistemas ciber físicos y análisis de datos relevantes”

1. Datos, poder de computo, y conectividad
2. Analytics e inteligencia
3. Interacción hombre máquina
4. conversión Física a digital (Wee et al)

Según Schmidt et al. (2015) debe combinar la industria tradicional con tecnologías de punta para conectar procesos digitales y físicos derribando la barrera geográfica.

1. Integración de cadenas de producción verticales y horizontales.
2. Digitalización de los productos y servicios
3. Modelos de negocios digitales y acceso del cliente.

# Tecnologías que habilitan la Industria 4.0

- IdC
- robótica flexible, autónoma y cooperativa.
- Simulaciones con modelos que reflejen una abstracción del mundo real
- Analítica de grandes cúmulos de datos (Big Data). Detección de fallos, toma de decisiones.
- Manufactura Aditiva
- ITICS
- Cómputo en la nube.
- Capaz de adaptación a un mercado dinámico y emergente para competir.

## Internet de las cosas Industrial

Servicios, redes, aplicaciones, sensores, software, middleware y sistemas de almacenamiento que mejoran la capacidad de monitoreo y control de los procesos industriales (Control Predictivo basado en modelo, Control Inteligente, toma de decisiones).

## Sistemas Ciber-físicos

Son servicios entrelazados de control y capacidades computacionales (Zhong et al., 2017).

## Cómputo en la Nube

Es un tipo de "outsourcing", donde se contrata poder de computo y configuración personalizada de servidores remotos.

Procesamiento de grandes cúmulos de datos y analítica de datos.

Optimizar operaciones, calidad, eficiencia y reducir costes operacionales y mejorar el mantenimiento.

Se requiere un cambio de mentalidad en la industria.

## manufactura Inteligente en la Industria 4.0

Manufactura es el corazón de la economía de una nación y con mas impacto en la calidad de vida de las personas. Da o aumenta el valor agregado de la empresa.

Es uno de los mercados mas interconectadas.

IdC ofrece monitoreo avanzado y rastreo, optimización de desempeño y mantenibilidad.

La arquitectura orientada a servicios, es un modelo de manufactura novedosa que utiliza técnicas computacionales y de manufactura enfocadas a convertir empresas tradicionales a inteligentes.

Manufactura inteligente se enfoca en desarrollar sistemas de tomas de decisiones, automaticos y en tiempo real.

La inteligencia artificial es clave:

- Aprendizaje automático
- Algoritmos de optimización. (Algoritmos, Genéticos, basados en gradiente estocásticos )
- Técnicas de Investigación de operaciones avanzadas.  
(Optimización multiobjetivo)

Uno de los temas clave es la modelización (aproximada) de los requerimientos de los cliente y mercado para maximizar y predecir las ganancias.

# Problemas de Investigación

- Interoperabilidad y escalabilidad (Reducción de los tiempos de respuesta).
- Estandarización de protocolos y actividades.
- Confidencialidad de la información. (Encriptación, privacidad). \*
- Tecnologías distribuidas.
- Calidad de Servicio (QoS). (Disponibilidad, confiabilidad, movilidad...)
- Comunicación Maquina - Máquina (M2M)
- Tolerancia a fallos.
- Identificación de las redes.
- Manejo de operaciones, recursos, energía y datos.

## Problemas de Implementación

- Faltan talentos necesarios para hacer un cambio sustancial.
- No hay un caso claro que justifique la inversión en Industria 4.
- Pobre interacción entre grupos de investigación y desarrollo, manufactura, ventas, finanzas.
- No se sabe si es mejor el "outsourcing" o "insourcing" en la adopción de tecnología computacional.
- Preocupaciones en ciber seguridad cuando se involucran proveedores externos (third party).
- Retos con la integración de los datos de diferentes fuentes.

# **Logistica**

---

Las aplicaciones en Logística surgen de la demanda de las empresas que conocen bien sus propias necesidades. Hablaremos del caso DHL.

IdC podrán resolver problemas operacionales complicados y preguntas de negocios.

- Manejo de Tráfico y flota.
- Eficiencia Operacional de vehículos
- Monitoreo de Recursos y Energía
- Piso de Producción conectado
- Monitoreo de equipo y empleados
- Monitoreo de Salud
- Mejorar la experiencia a Minoristas

## Beneficios Generales

- Conexión de diferentes bienes a lo largo de la cadena de suministro.
- Servicio adaptado al cliente.

## Casos

- Operaciones de almacén
- Transporte de Carga
- Entrega de último kilometro.

## Operaciones de almacén

Son parte vital de la logística, por lo tanto es crítico mejorar la eficiencia de este.

- Cada metro cúbico debe ser óptimamente utilizado
- Uso de RFID sirven para el manejo de inventario inteligente.  
(Detección de daños, conteo automático de productos)
- Visibilidad den tiempo real una vez acomodados los productos.
- Utilización optima del espacio.
- Mantenimiento Predictivo.
- Seguridad (80% de accidentes involucran peatones)
- Sensores de peso para prevenir montajes excesivos.
- Chequedo de acomodos.

## Operaciones de almacén

Son parte vital de la logística, por lo tanto es crítico mejorar la eficiencia de este.

- Cada metro cúbico debe ser óptimamente utilizado
- Uso de RFID sirven para el manejo de inventario inteligente.  
(Detección de daños, conteo automático de productos)
- Visibilidad den tiempo real una vez acomodados los productos.
- Utilización optima del espacio.
- Mantenimiento Predictivo.
- Seguridad (80% de accidentes involucran peatones)
- Sensores de peso para prevenir montajes excesivos.
- Chequedo de acomodos.
- Fuerza de trabajo conectada. (Medir la fatiga de los empleados, mejorar rutas)
- Energía eficiente.

## Transporte de carga

- Locación y monitoreo de las condiciones climatológicas.
- Detección de paquetes abiertos.
- Gestión de flotas. (detección de espacios sin utilizar)
- Detectar la capacidad de cada carga, reducir kms muertos (10% de distancia recorrida).
- Sensores para cuidar la salud y estado del conductor.
- Cálculo en tiempo real del riesgo en la cadena de suministro.

## Entrega último kilómetro

- Recolección optimizada con incorporación de sensores.
- Abasto automático

- Entender la convergencia de los diferentes casos de uso
- Estandarizar la interconexión de dispositivos heterogéneos.
- Garantizar la veracidad y la pertenencia de los datos.
- Cambiar mentalidad de negocio.

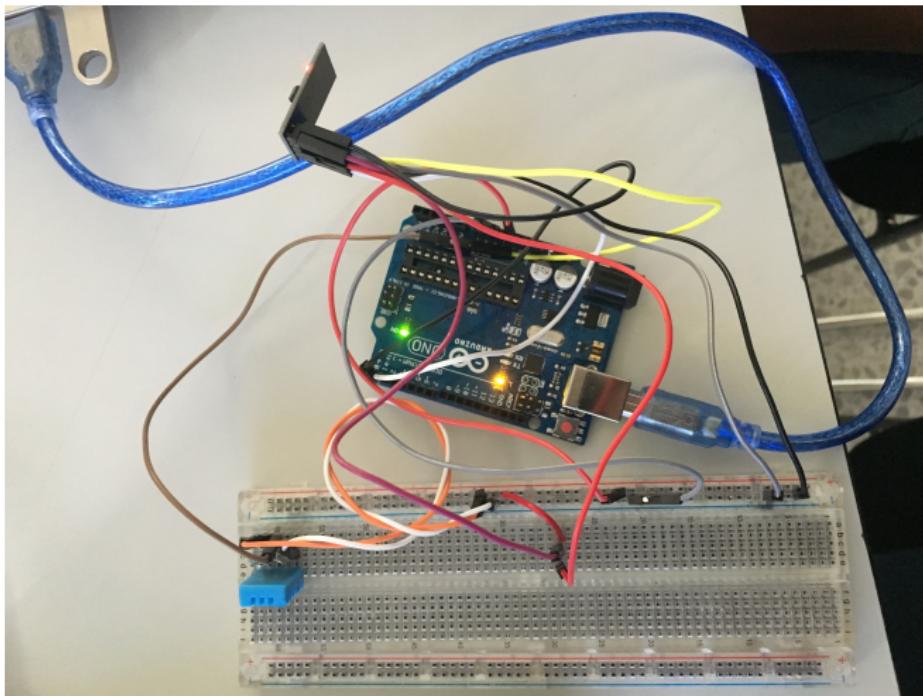
## **Conclusiones**

---

## Conclusiones

- IdC es el siguiente paso en la evolución de Internet.
- Es un área multi-disciplinaria.
- Es un área muy fértil de desarrollo tecnológico para generar valor agregado en las empresas.
- Aplicaciones para estudios Científicos.

# Ejercicios



Identificar en qué capa del modelo IdC se ubica cada componente del circuito presentado en la clase.

Basado en el área de cobertura. Que protocolo de comunicación sería ideal si queremos monitorear los contaminantes del centro histórico de Querétaro y transmitirlos en "tiempo real" a la capa de acumulación de datos?

## Ciudades Inteligentes y movilidad

Son aquellas que usan la tecnología para el bienestar de la población, representan la sociedad del futuro. Una Ciudad "Inteligente" debe contar con al menos:

- Gobierno: Transparencia, Servicios, fiscalidad,
- Movilidad: Seguridad y eficiencia de sistemas de transporte e infraestructuras, accesibilidad local, nacional e internacional.
- Sostenibilidad:
- Movilidad: Implantación de modos de transporte que hagan compatibles el crecimiento económico, la cohesión social y la defensa del medio ambiente, garantizando así una mejor calidad de vida para los ciudadanos.

## **Ejemplo Proyecto**

---

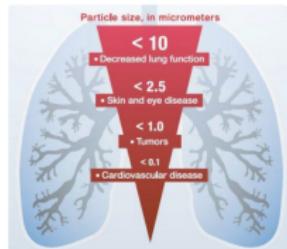
# Proyecto Propuesto

Objetivo: Crear una herramienta que facilite el estudio de la exposición ambiental de las personas a contaminante Pm2.5 en ciudades Mexicanas con tecnología basada en IdC.

## Emisión de contaminantes



Efectos negativos



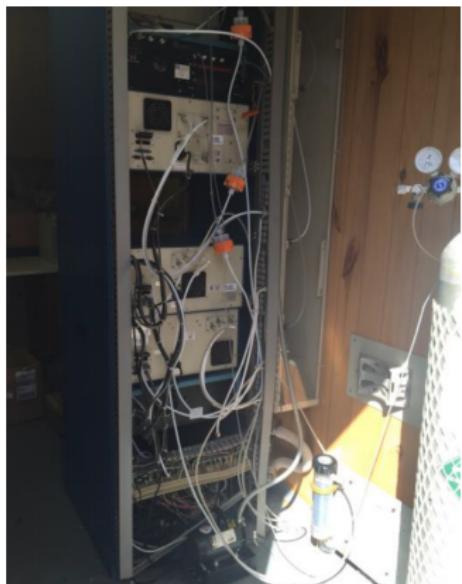
# Descripción General de la ejecución de Investigación en campo

Estos estudios están apoyados por instrumentos de medición que registran las concentraciones PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, O<sub>3</sub>.

Sitios fijos de monitoreo.



Figure 1. The Mexico City (MCMA), Guadalajara (GMA), and Monterrey (MMA) metropolitan areas in the national context and the monitoring sites in relation to each metropolitan area. The red arrows show the predominant wind direction at each site throughout the year.



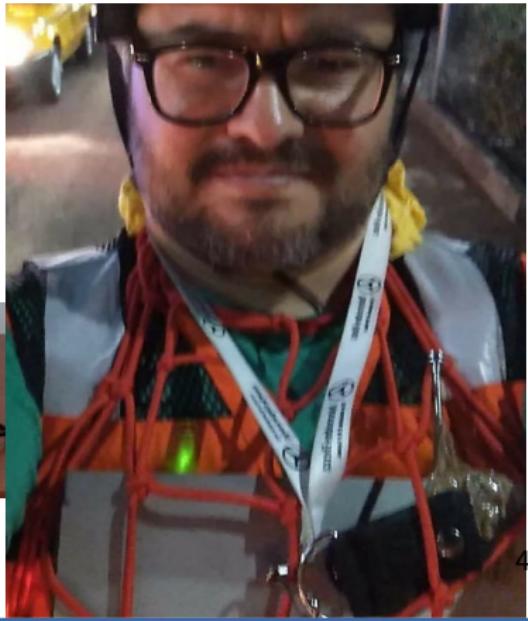
# Tipos de investigación en campo

## Monitoreo Móvil.



# Motivación

Los instrumentos existentes para monitoreo móvil son precisos pero muy complicados de utilizar. (Capacidad de almacenamiento, batería de poca duración, pesados, poco portátiles), costosos, (Monitores personales 50,000 MXN -250,000 pesos. Estaciones de monitoreo 5 millones MXN). No georeferencian los datos.



# Objetivo

Crear y diseñar un instrumento de medición de contaminantes basado en IdC que nos permita hacer mediciones a nivel de calle, georeferenciarlas y automatizar su almacenamiento con una aplicación web.

Automatizar y acelerar parte del proceso de investigación y estudios científicos en campo.

Validar la precisión de sensores de bajo costo con aquellos de gama alta debidamente calibrados.

Identificar y justificar los componentes utilizados en su diseño y ubicarlos en el modelo de referencia.



# Esquema Básico Sitio de Monitoreo

- Servidor - Raspberry Pi B (700MHZ, 8GB, 512MB RAM)
  - Raspbian 9.8
  - mysql Ver 15.1 Distrib 10.1.37-MariaDB, for debian-linux-gnueabihf (armv8l) using readline 5.2
  - Python 2.7.13
  - PHP 7.0.33-0+deb9u1
- Sensor de Prueba Humedad y Temperatura DHT11



# Esquema sensor - computadora

