



CENTRO DE
MODELAMIENTO
MATEMÁTICO
UMI U. DE CHILE-CNRS



Sistema de Monitoreo con Sensores Móviles usando Tecnología de Arquitectura Modular

Centro de Modelamiento Matemático
Universidad de Chile

Julio, 2012



Agenda

- Introducción
- Etapa previa: Conceptualización Tecnológica
- Etapa actual: Experimentación
- Conclusiones

Contexto

La **salud de los trabajadores** es de importancia primordial para Codelco.

En una mina subterránea, la **calidad del aire** es crítica debido a las distintas fuentes de material particulado y su efecto en la salud de las personas.



Necesidad

Pequeña cantidad de sensores de material particulado en la zona subterránea de la división Andina. **Estos son fijos, por lo que la cobertura del muestreo es limitada.**

Alto costo de los sensores (~USD10k) impide instalación de grandes cantidades para mejorar la **resolución**. Se requiere de una alternativa que permita realizar un monitoreo permanente y preciso.



Solución

El proyecto “Sistema de Monitoreo con Sensores Móviles usando Tecnología de Arquitectura Modular”, busca mejorar el monitoreo ambiental.

La propuesta se basa en la tecnología BUG: computadores de arquitectura abierta (HW y SW), modular y compacta.



bug labs



CENTRO DE
MODELAMIENTO
MATEMÁTICO
UMI U. DE CHILE-CNRS





Diseño conceptual

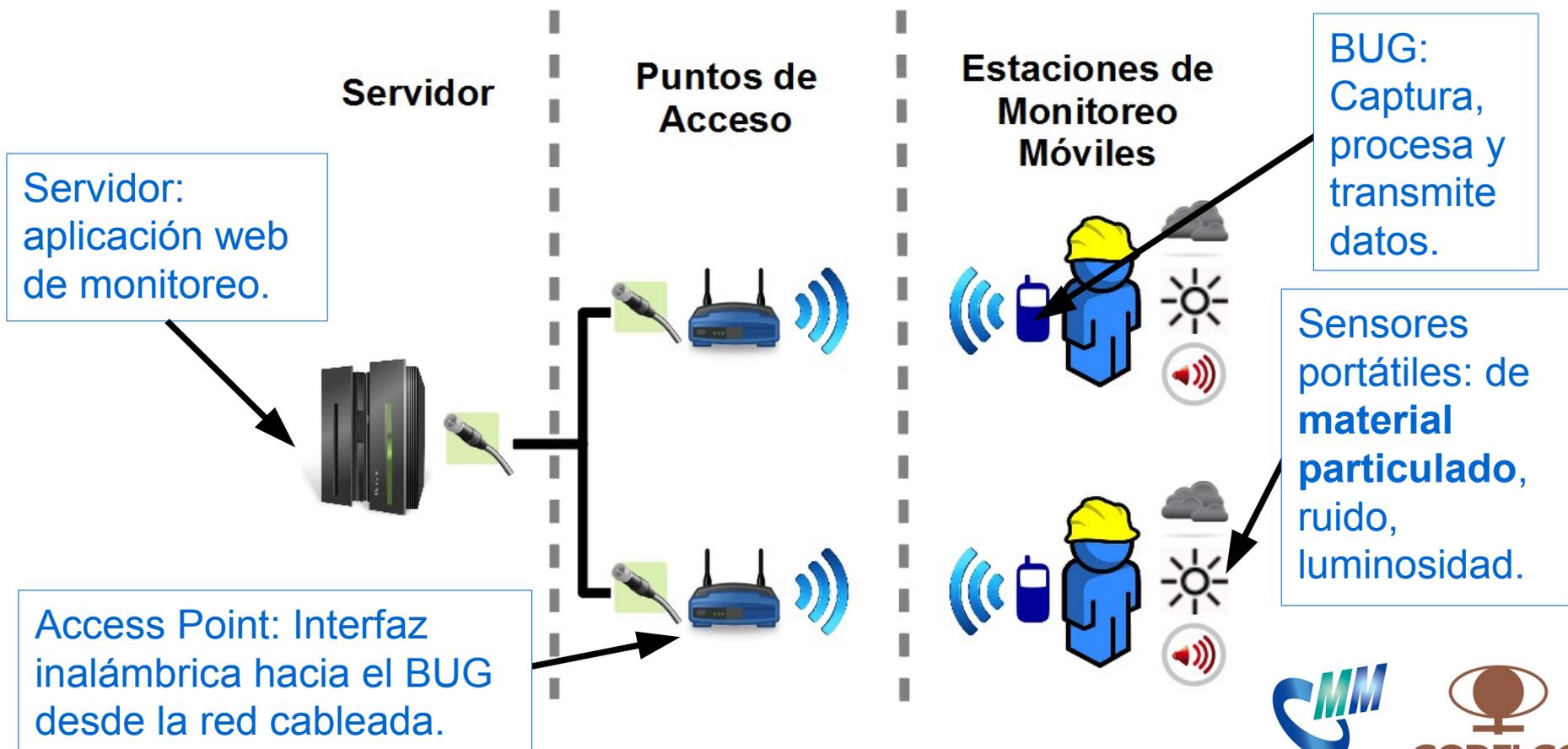
Objetivo:

Diseño teórico de una **Estación de Monitoreo Móvil** (EMM): integrar la tecnología BUG con distintos sensores en forma inalámbrica para crear un equipo **portátil**.

Requerimientos:

Movilidad, conectividad, robustez, autonomía energética, capacidad de procesamiento, gestión de los datos.

Diseño conceptual EMM



Ventajas

- Posibilidad de realizar medición del material particulado en cualquier punto accesible a un operario.
- Transmisión automática y en tiempo real desde la zona iluminada (ej. chancado fino)
- Permite la obtención de un mapa preciso de las condiciones ambientales.
- Permite al operario tomar decisiones en terreno (ej. valores sobre límites permitidos)
- Permite al supervisor monitorear las condiciones ambientales que enfrenta el operario y tomar decisiones en forma remota.



Beneficios del proyecto: Cuantificables

Disminución de:

- Visitas y gastos médicos.
- Días perdidos por enfermedades.
- Enfermedades profesionales (ej. silicosis).

Beneficios del proyecto: No Cuantificables (1)

- Toma de conciencia por parte del operario del peligro sanitario al no utilizar los EPP, a través de alarmas y detección de fallas.
- Identificación de agentes que provocan la contaminación (ej. compuertas abiertas).





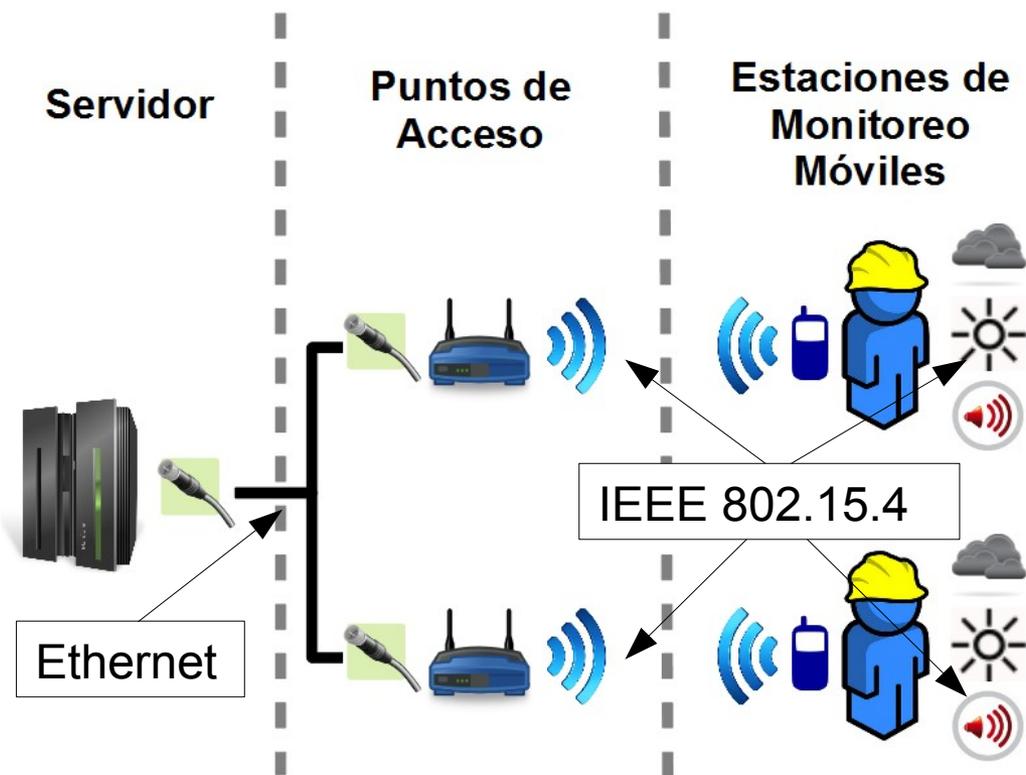
Beneficios del proyecto: No Cuantificables (2)

- Detección de otras condiciones anomalías (ruido excesivo, iluminación deficiente).
- Apoyo a la toma de acciones para mejorar las condiciones ambientales, mantención de equipos, etc.
- Posible existencia de un mercado para la EMM.

Desarrollo de la EMM: Wireless (1)

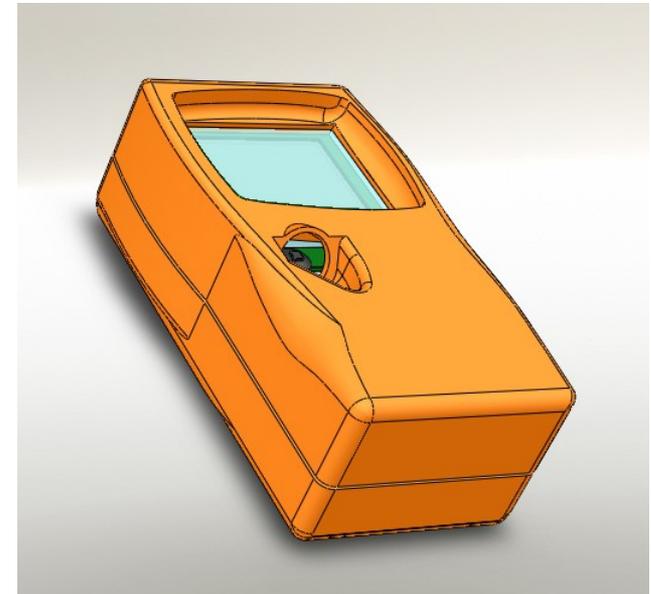
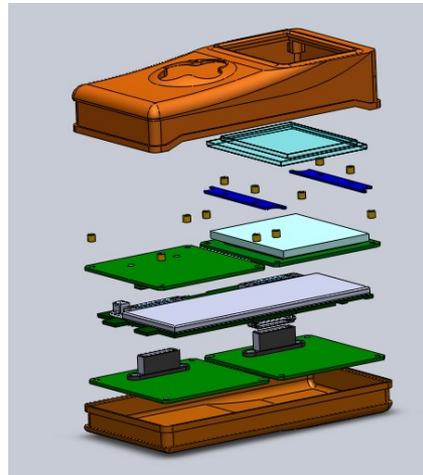
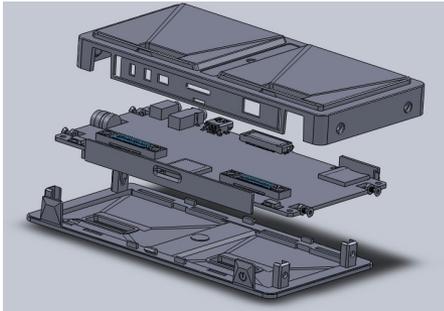
- Además de WiFi, se experimentó con el estándar IEEE 802.15.4 (bajo consumo de potencia, buen alcance, menor tasa de datos).
- Se determinó que IEEE 802.15.4 era adecuado para la conexión BUG-sensores y también una mejor alternativa entre el BUG y la red fija, a través de un access point inalámbrico.

Desarrollo de la EMM: Wireless (2)



Desarrollo de la EMM: Diseño Físico (1)

Se realizaron modificaciones al BUG de tal manera de robustecerlo.



Desarrollo de la EMM: Diseño Físico (2)

Diagnóstico en terreno y criterio ergonómico

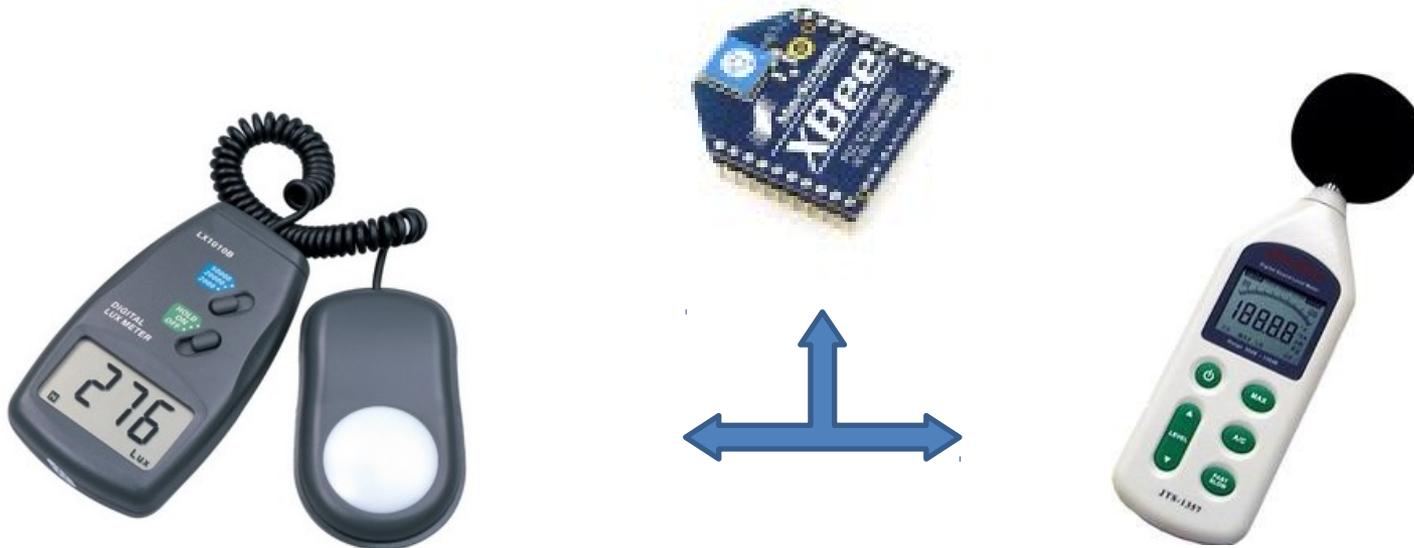


Desarrollo de la EMM: Diseño Físico (3)

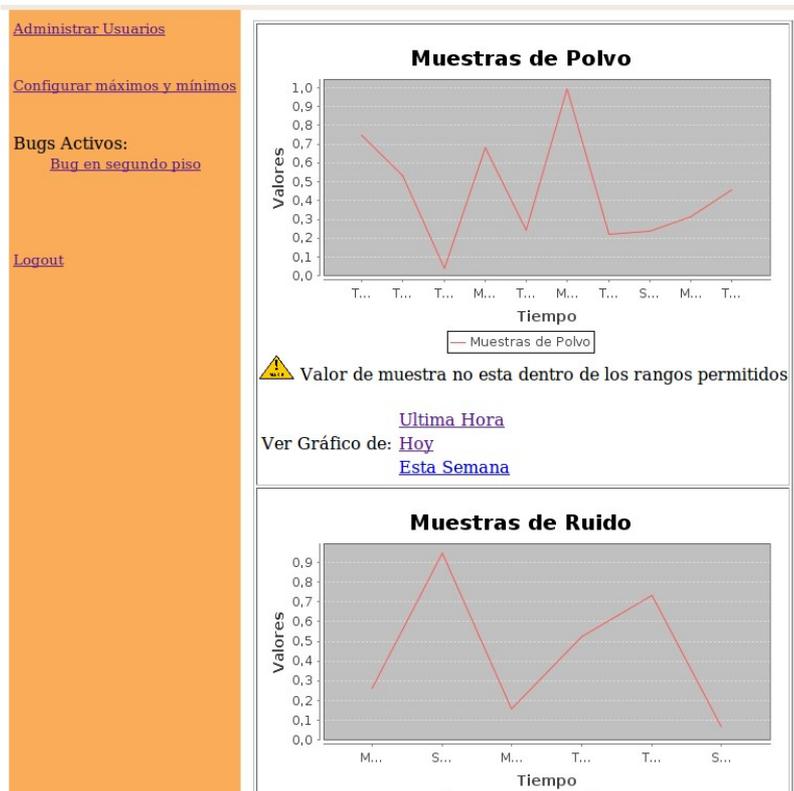


Desarrollo de la EMM: Sensores

Se adaptaron sensores sin interfaz de datos para comunicarse de manera inalámbrica.



Desarrollo de la EMM: Software



Interfaz web que administra los datos enviados por el BUG.

Estado actual del prototipo



Sistema probado en terreno, cada una de las sub-redes funciona OK:

- Sensores – BUG
- BUG – Access Point
- Access Point – Servidor

Prueba global pendiente

Conclusiones (1)

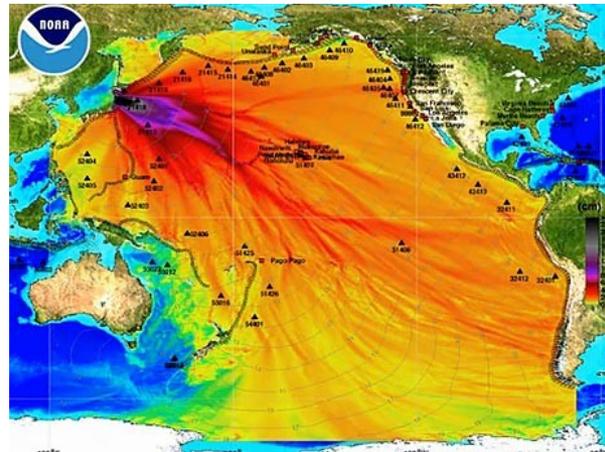
- El uso de una unidad personal como interfaz unificada hacia la data de todos los sensores portados se ha percibido como muy positivo.
- Sin embargo, como ya se usan muchos equipos en terreno, es indeseable aumentar esta cantidad.
- => Agregador e interfaz de datos podrían ser radios digitales.

Conclusiones (2)

- Sensores comercialmente disponibles son poco amistosos para integración por terceros. Esto revela una carencia en el mercado que dificulta la innovación en esta área.
- Aplicaciones prácticas requerirán diseño customizado de prendas para diferentes tareas, mejor autonomía y menor costo del hardware.

Pasos a futuro

- Es muy importante complementar el sistema con metodologías inteligentes: un modelamiento diagnóstico y PREVENTIVO de la operación, que reciba todos los datos disponibles en tiempo real.



Validación Industrial:

Propuestas (1)

- Modificar a la carcasa, sensores y accesorios para mejorar su usabilidad y adaptación al ambiente.
- Modificar software, tanto móvil (BUGs) como fijo (servidor web), para incluir funcionalidades adicionales.
- Ampliar cobertura del sistema de comunicación (ej. utilizar protocolo enmallado como ZigBee)

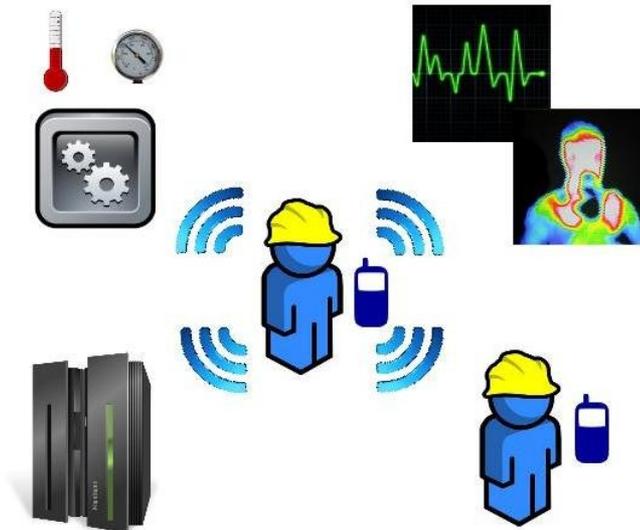


Validación Industrial: Propuestas (2)

- Mejorar performance, autonomía y reducir costo del hardware.
- Elaborar un plan de producción de acuerdo al volumen de dispositivos esperados.
- Estimar la demanda de mercado por estos sistemas móviles.

Potencial (1)

Realizar monitoreo de otras variables (ej. signos vitales del operario y parametros de maquinarias, apuntando a un monitoreo permanente, distribuido y a tiempo real del **riesgo total**).



Potencial (2)

Evolucionar a un sistema de captura transparente, que apoye en todo momento al operario y los equipos en forma ubicua, donde quiera que estos se encuentren.

