



Mayo de 2020
Santiago, Chile.

Estación de monitoreo remoto para pacientes

Ángel Jiménez, Richard Weber, Francisco Díaz , Cristian Retamal

Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería (ISCI)

Ingeniería Industrial, FCFM – U.de Chile.



INTRODUCCIÓN

Entendiendo el contexto

Dada la emergencia sanitaria vigente, se ha pensado en un sistema de monitoreo a distancia de pacientes diagnosticados con Covid-19.

▶ La idea original corresponde a un **monitoreo del paciente en su domicilio**, a partir de un dispositivo con biosensores conectado a internet (**IoT**).

Debido al alto requerimiento de personal médico en los recintos de salud, esta solución también puede ser adaptada para el apoyo en ambientes clínicos (cuidados intermedios, triage, etc.)

¿Qué veremos en esta presentación ?

El desafío

Idea General

Indicadores

Biosensores y operación

Usos futuros y adaptaciones

ENTENDIENDO EL DESAFÍO Y LA SOLUCIÓN



Disponibilidad hospitalaria

La pandemia causada por el COVID19, genera un estrés importante en la capacidad hospitalaria. Cuando ésta se supera, los efectos negativos del virus se multiplican. Pero ¿cómo se podría aumentar la capacidad de los hospitales? Una forma es liberar camas; sin embargo, es muchas veces complejo dar el alta médica a pacientes por la posibilidad de un empeoramiento en el hogar.



Monitoreo remoto

Una alternativa que permite liberar camas y controlar adecuadamente al paciente es el monitoreo remoto. Este proyecto busca posibilitar este monitoreo:

- 1. Facilitando que el paciente mismo capture sus signos vitales y ambientales relevantes.**
- 2. Disponiendo de los datos y alertas de manera remota pero sencilla para los equipos médicos.**

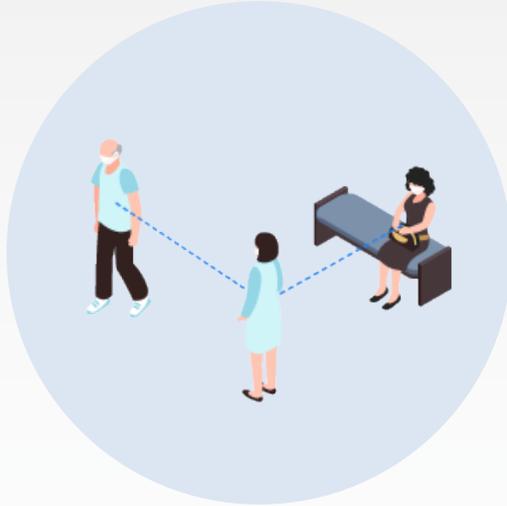


Factibilidad económica y operacional

Actualmente existen alternativas de monitoreo en el mercado. Sin embargo,

- (i) dar de alta a un paciente con dichas alternativas es sumamente costoso,
- (ii) no es siempre el equipo médico que da el alta quién monitorea, lo que dificulta además la coordinación de las visitas a domicilio por el equipo clínico del hospital.

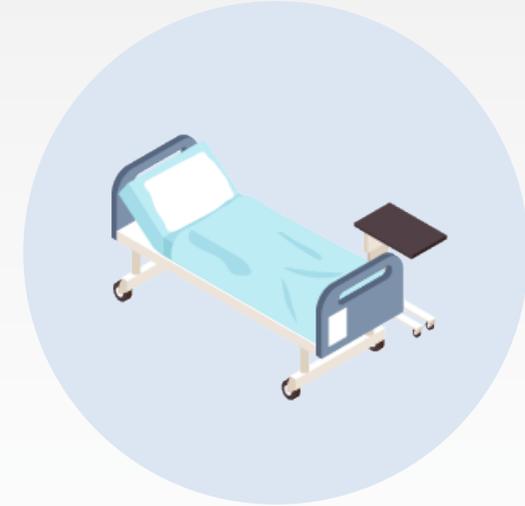
REQUERIMIENTOS



Evitar contacto con pacientes infectados y optimizar las visitas de los equipos clínicos.

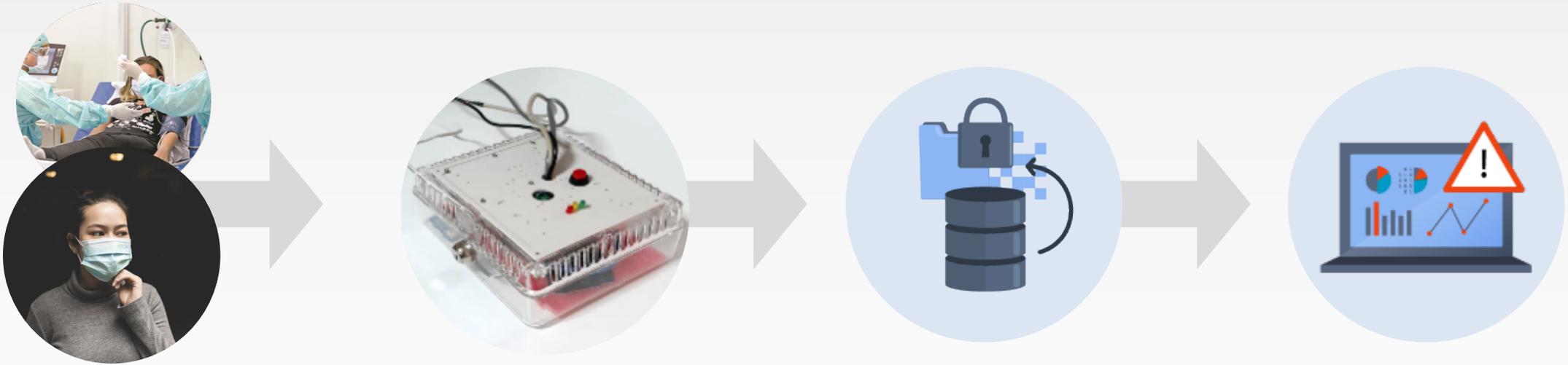


Dar seguridad al paciente que se encuentre en su hogar de que está siendo controlado y se le avisará si requiriese volver al hospital.



Liberar espacio para el tratamiento de nuevos pacientes.

IDEA GENERAL DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO



Los pacientes detectados son puestos en cuarentena en sus hogares o en salas de observación.

El dispositivo desarrollado permite capturar señales vitales del paciente y del ambiente de manera continua, de acuerdo a protocolos adaptables de medición.

Las señales son limpiadas y procesadas mediante algoritmos desarrollados específicamente, y enviadas de forma segura (con cifrado extremo a extremo) a los servidores.

Las señales son transformadas en indicadores, con los cuales se pueden generar tableros de indicadores y alarmas.

¿QUÉ TIPO DE INDICADORES?

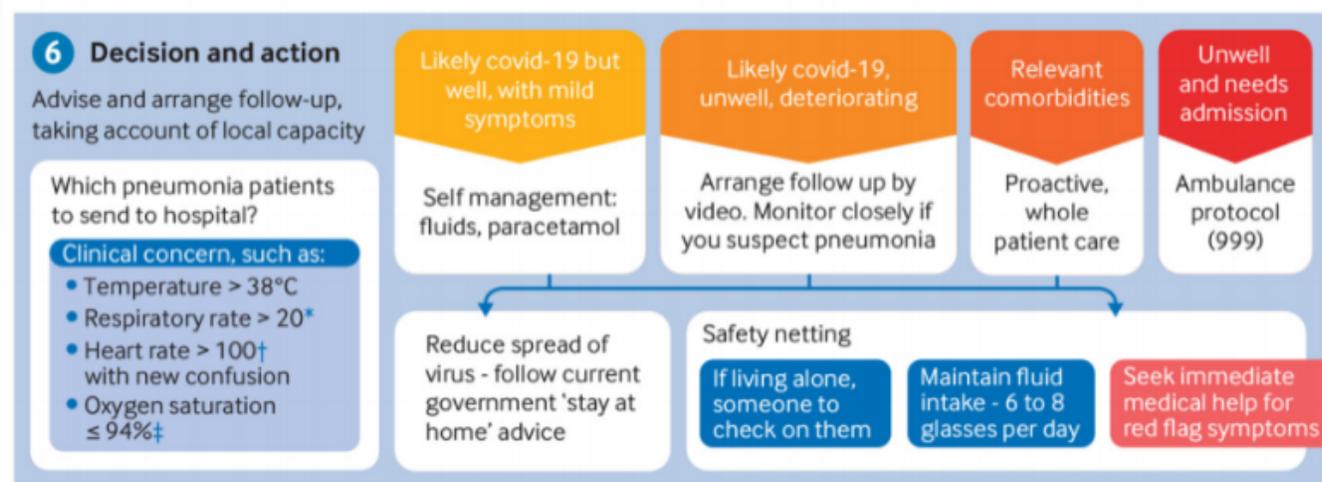
Con la asesoría de expertos médicos y literatura clínica se identificó como relevantes a los siguientes indicadores:

PACIENTE

Frecuencia cardíaca
Saturación de oxígeno
Temperatura corporal
Frecuencia respiratoria

AMBIENTE

Temperatura
Humedad



CONEXIÓN DE LOS SENSORES



El **sensor de ppg** (fotopletismografía) se conecta en el dedo índice. Éste permite calcular las señales de frecuencia cardíaca y saturación de oxígeno.



El **acelerómetro** se conecta mediante un cinturón ubicado a la altura del ombligo. Éste captura una señal que se utiliza para calcular la frecuencia respiratoria.



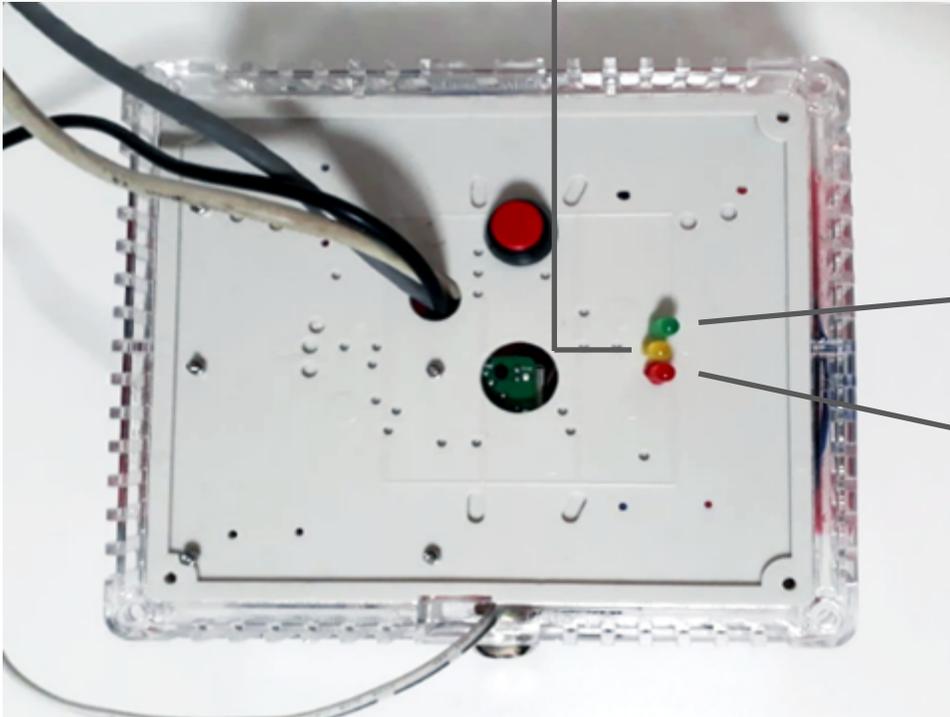
El **termómetro** debe ser ubicado debajo de la axila. Éste captura la temperatura del paciente.



Una vez que están instalados todos los sensores, el paciente debe presionar el botón rojo. La luz amarilla pestaña y la luz verde indica el fin del procedimiento.

OPERACIÓN DEL DISPOSITIVO

El dispositivo posee tres luces que guían al paciente por las etapas de medición.



● La **luz amarilla** se enciende para indicar que el paciente se debe conectar los sensores, disponerse en estado de reposo y dar la señal de que está preparado presionando el botón rojo. La luz amarilla parpadeante permite saber que la captura de señales se está desarrollando correctamente.

● La **luz verde** se ilumina cuando todo el procedimiento se llevó a cabo correctamente.

● La **luz roja** permite conocer el estado de la conexión a internet (aspecto crucial en dispositivos IoT)

VALIDACIÓN, ADAPTACIÓN Y ESCALABILIDAD



- La fase de factibilidad técnica ha sido superada exitosamente.
- Estamos en la búsqueda de una alianza y entorno médico para realizar una prueba de concepto y un estudio de validación clínica expedito.



- El desarrollo ha considerado el fácil uso por parte del paciente y por lo tanto ha facilitado el autorreporte de las señales vitales y del entorno.

COVID19

- El sistema se ha desarrollado de acuerdo a los requerimientos específicos para un paciente diagnosticado con Covid-19.
- Permite adaptar fácilmente los tiempos de monitoreo y los tipos de alarmas según el estado de salud específico de cada paciente y los criterios clínicos del médico.
- Los datos recolectados permiten ir desarrollando progresivamente investigación clínica sobre la enfermedad.



Este desarrollo puede ser escalado a otras enfermedades o tratamientos post operatorios, reduciendo el uso de días camas de cada paciente. Su aplicación a las campañas de invierno cuando recrudecen las enfermedades respiratorias es directo.

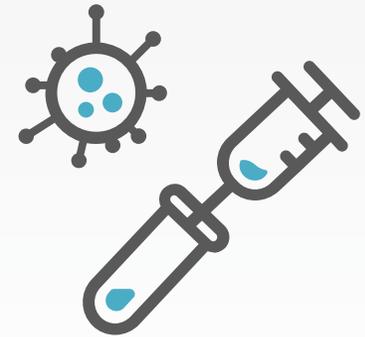
CONCLUSIÓN

Solución **económica y confiable**.

Buscamos una solución **escalable** a una gran cantidad de pacientes.

Utilizamos herramientas de **ciencia de los datos** para conectar la **reducción de costos en el desarrollo de hardware, comunicación y software**, con la **alta confianza en las mediciones** registradas, a partir de algoritmos de procesamiento de señales seguros y eficientes.

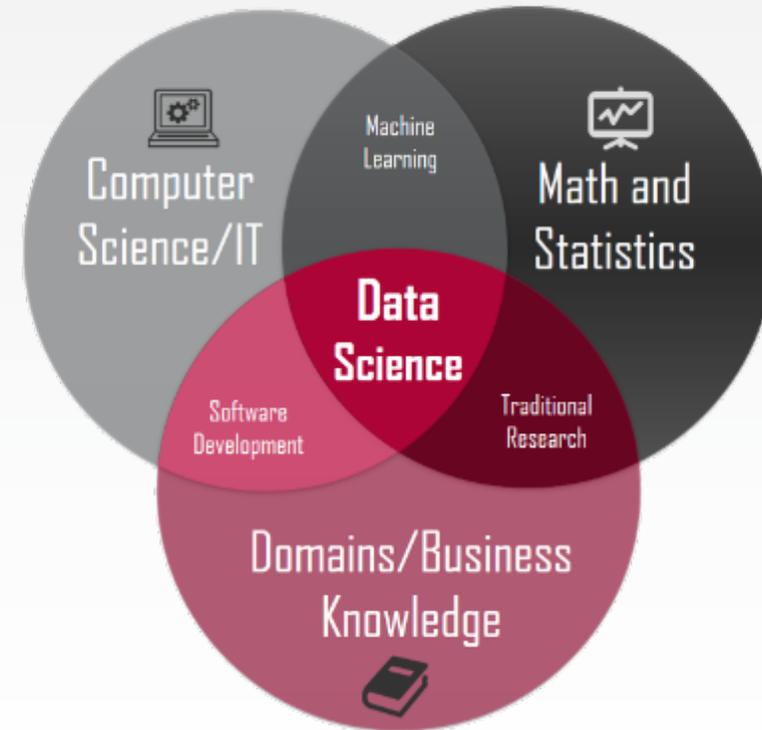
Buscamos alianza para **validación clínica**.



TRABAJO FUTURO

Utilizando ciencia de datos este sistema tecnológico permitirá implementar nuevas mejoras, por ejemplo:

- Modelos de predicción de acontecimientos de riesgo.
- Predicción y/o clasificación de la evolución de cada paciente.
- Investigación clínica progresiva sobre el coronavirus.



CONTACTO

Web Science and Smart Technology Lab

wesstlab.dii.uchile.cl

Investigadores:

Ángel Jiménez - ajimenez@dii.uchile.cl

Richard Weber - rweber@dii.uchile.cl

Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería (ISCI)

contacto@isci.cl

www.isci.cl