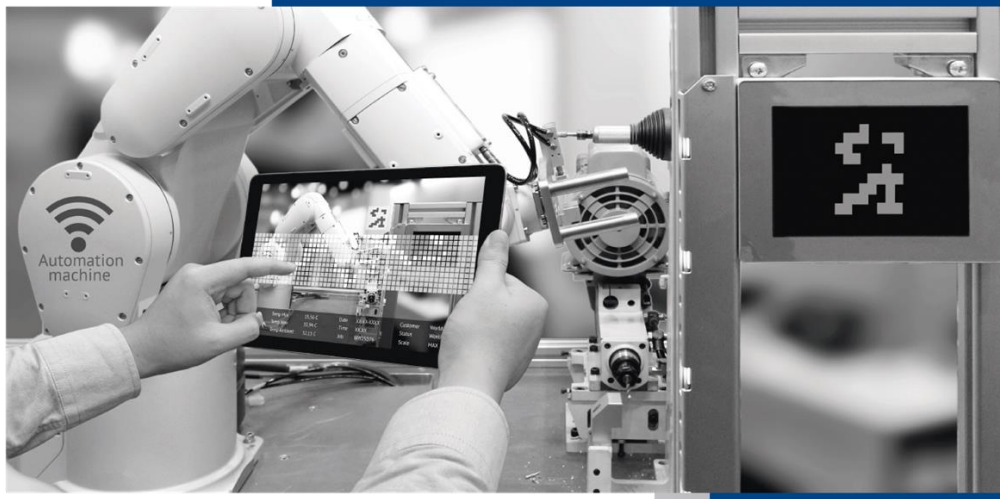
METODOLOGÍA PARA EL PRONÓSTICO DE FATIGA LABORAL EN BASE A BIOSENSORES

Proyecto apoyado por CORFO
Gobierno de Chile
gob.cl



INNOVACIÓN EN MANUFACTURA AVANZADA

UNIVERSIDAD DE CHILE
ASIMET
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA

1. PARTICIPANTES

Co-Ejecutores

UTEM
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA
del Estado de Chile

UNIVERSIDAD DE CHILE

ASIMET
ASOCIACIÓN DE INDUSTRIAS METALÚRGICAS Y METALMECÁNICAS A.G.

SR

Empresas Asociadas

GHH FAHRZEUGE

MCM INGENIERÍA

alaya digital solutions

Thecne

HunterDouglas Architectural

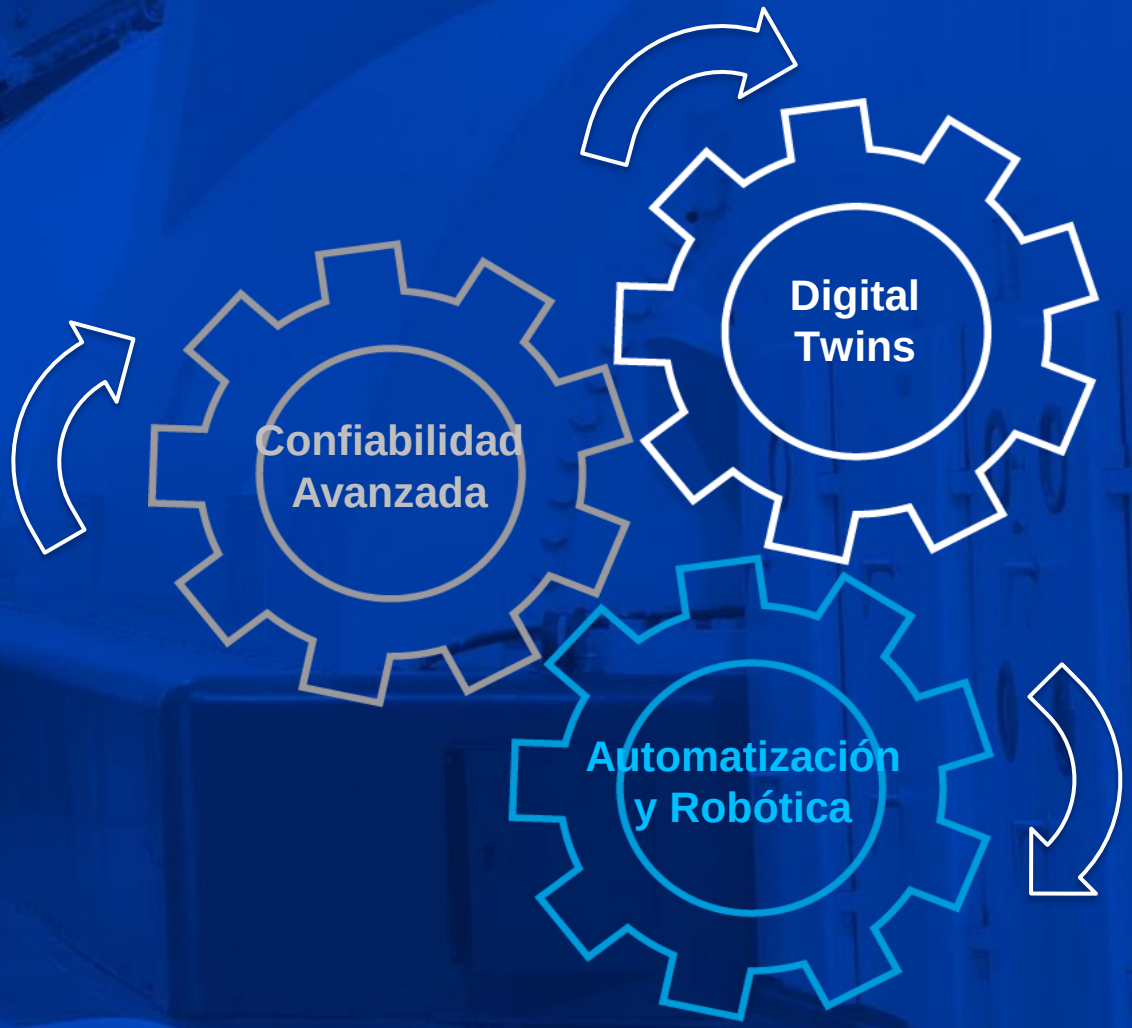
SANDMAN Tecnologías Innovadoras

MISIÓN

Generación continua de soluciones digitales personalizadas, asequibles e interoperables de Manufactura Avanzada para los problemas específicos de la Industria Chilena.

INNOVACIÓN EN MANUFACTURA AVANZADA

Generación continua de soluciones digitales personalizadas, asequibles e interoperables de Manufactura Avanzada para los problemas específicos de la Industria Chilena.



INNOVACIÓN EN MANUFACTURA AVANZADA

dvf@programaima.cl

www.programaima.cl

+569 9778 0498

INNOVACIÓN EN MANUFACTURA AVANZADA

UNIVERSIDAD DE CHILE

ASIMET

UTEM UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA del Estado de Chile

Proyecto apoyado por CORFO

Gobierno de Chile gob.cl

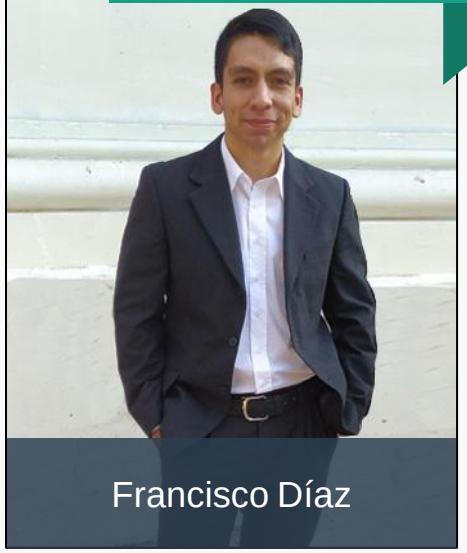
GRACIAS!

Proyecto apoyado por CORFO

Gobierno de Chile gob.cl

2. EQUIPO

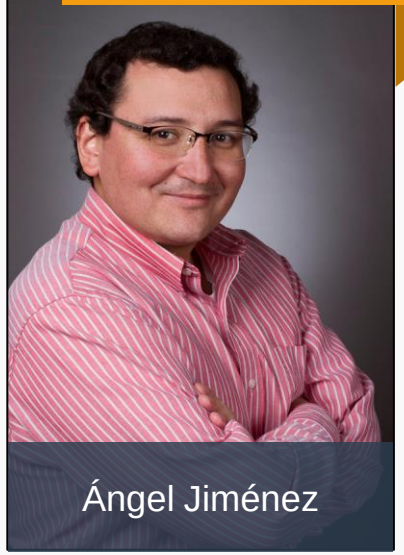
CIENTÍFICO DE DATOS



Francisco Díaz

Ingeniero Civil Industrial y Magíster en Gestión de Operaciones U. de Chile

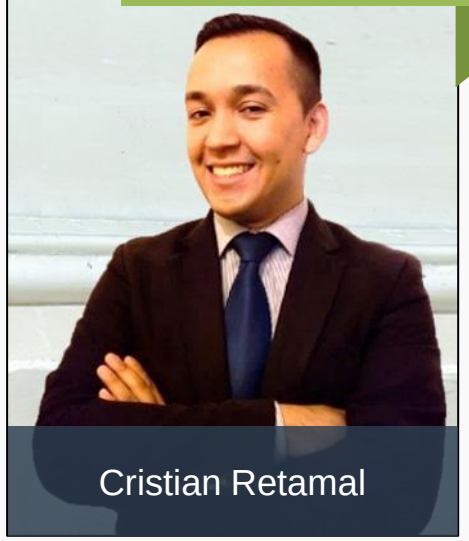
PROFESOR ASISTENTE



Ángel Jiménez

Departamento de Ingeniería Industrial - U. de Chile, Investigador Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería - ISCI, Ph.D. Ciencias de la Computación, Korea Advanced Institute of Science and Technology - KAIST.

HARDWARE Y CIENTÍFICO DE DATOS



Cristian Retamal

Ingeniero Civil Eléctrico U. de Chile

PROBLEMA

La fatiga laboral afecta a los ambientes de producción de diferentes industrias.

Se requiere un enfoque metodológico general que permita generar soluciones personalizadas.

3. PROBLEMA

Fatiga: cualquier pérdida de eficiencia en la ejecución de una tarea o como la aversión a cualquier tipo de esfuerzo (Grandjean, 1970).

Relación entre fatiga y estrés: fatiga es el resultado psicofisiológico de periodos prolongados de estrés físico y cognitivo (Boksem, 2008)

Accidentes Laborales:

4% PIB mundial.

18-20% del presupuesto de operaciones

Fatiga:

40% de los accidentes laborales

23% de incidentes graves o muy graves.

(Anabalón, H. et al., 2014)

Sector económico	Tasa de accidentes en el trabajo 2017	% Fallecidos 2017
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	4,6%	26%
Construcción	4,1%	20%
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	4,2%	16%
Industrias Manufactureras	**4,7%**	**10%**
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	2,7%	9%

Elaboración propia en base a estadísticas de seguridad social de 2017 de SUSESO.

ENFOQUE

El producto plantea una solución que incluye dispositivos de captura de datos en terrenos, análisis de datos con aprendizaje de máquinas y deep learning y la entrega de información a tiempo en línea.

4. ENFOQUE DE LA SOLUCIÓN

ENFOQUE:

- **Utilizar sensores psicofisiológicos para identificar características multimodales que expliquen de manera insesgada la fatiga de los trabajadores durante sus actividades.**
- **Automatizar la identificación de patrones de fatiga en base a tales características.**

Wearable, propiedades y atributos

UNIDAD IMU:
Movimiento
Frecuencia de captura: 5-100HZ

UNIDAD PPG:
Pulso y variabilidad de pulso
Frecuencia de captura: 50 o 100Hz

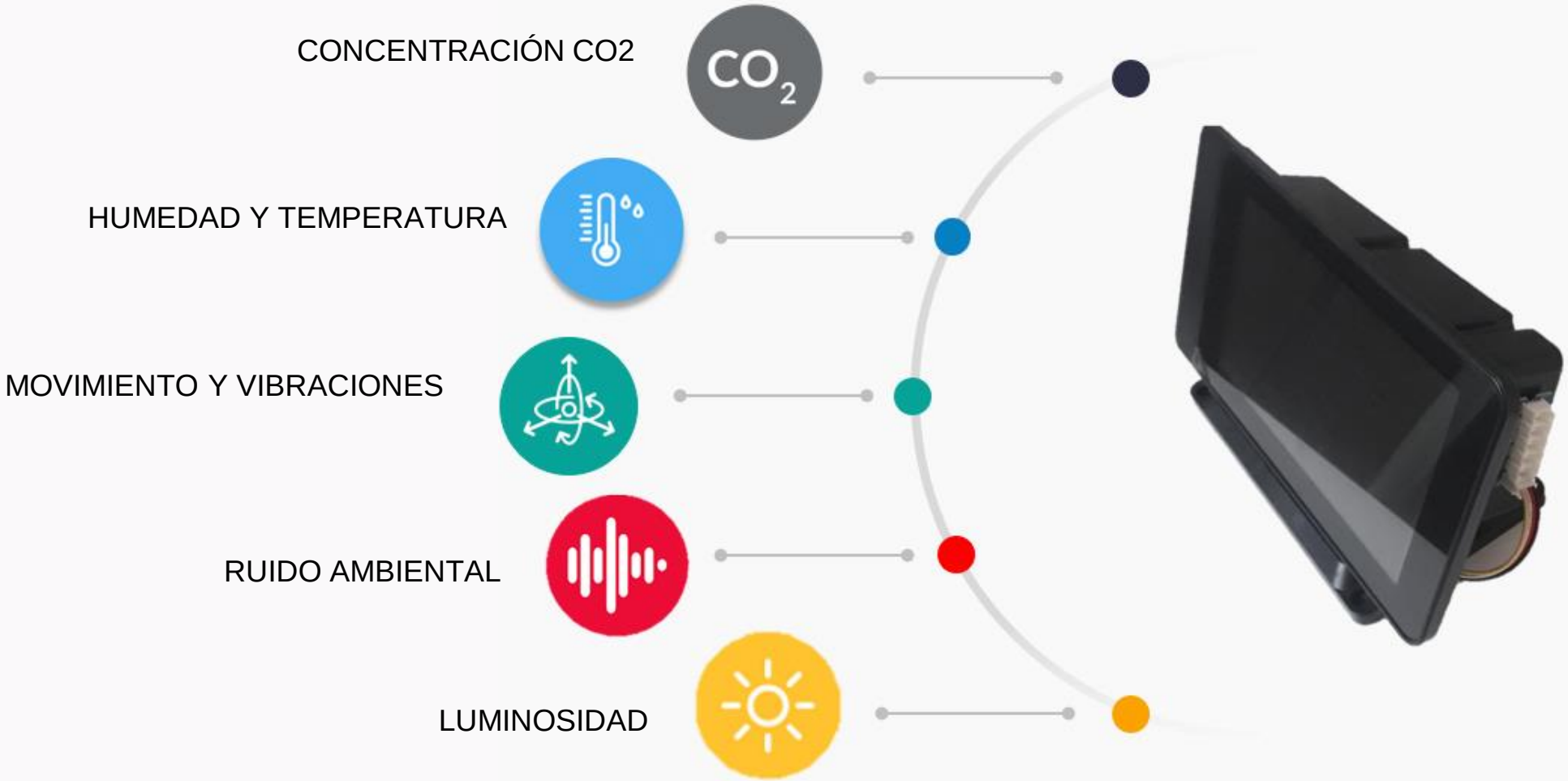
PCB Biomonitor v2.0 *

TERMÓMETRO:
Temperatura superficial
Frecuencia de captura:
1-20 Hz

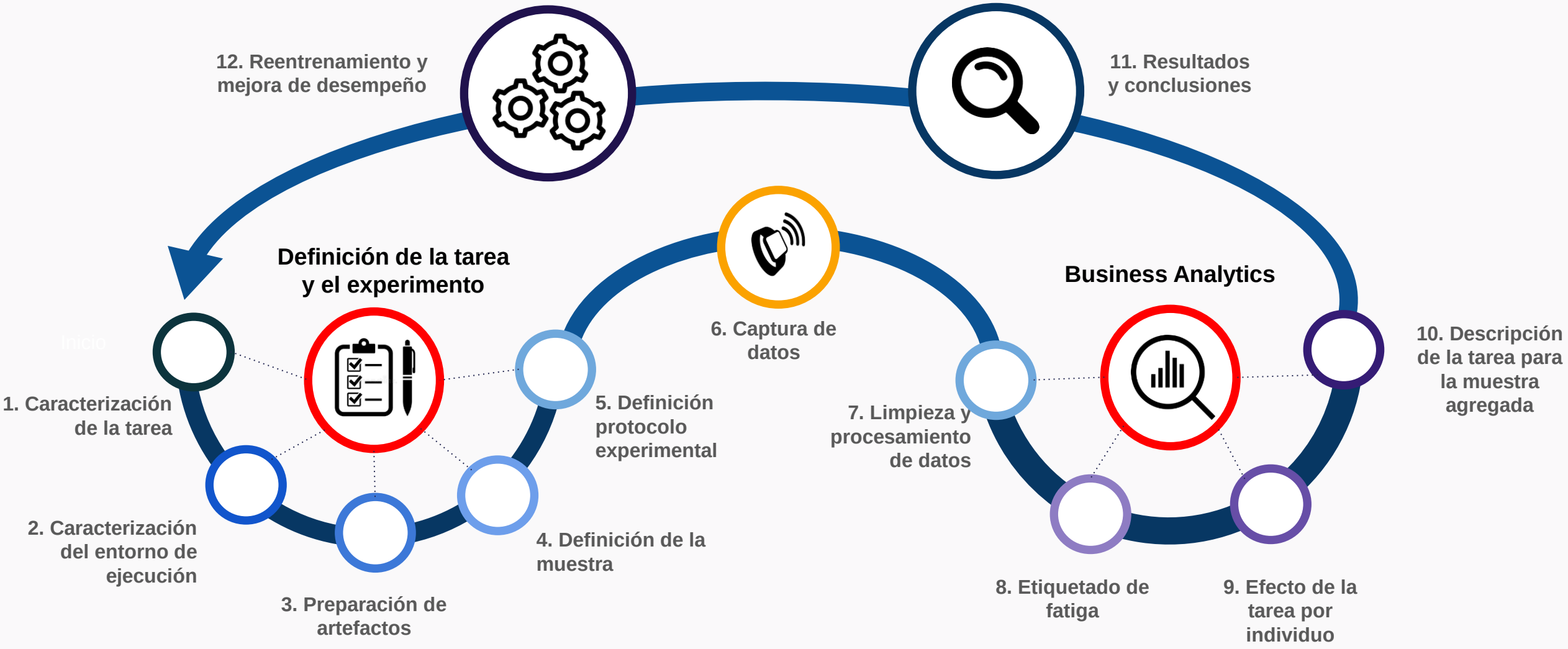
ELECTRODOS EDA:
Conductividad eléctrica de la piel
Frecuencia captura: 1-100 Hz

* Desarrollo PCB financiado por Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería

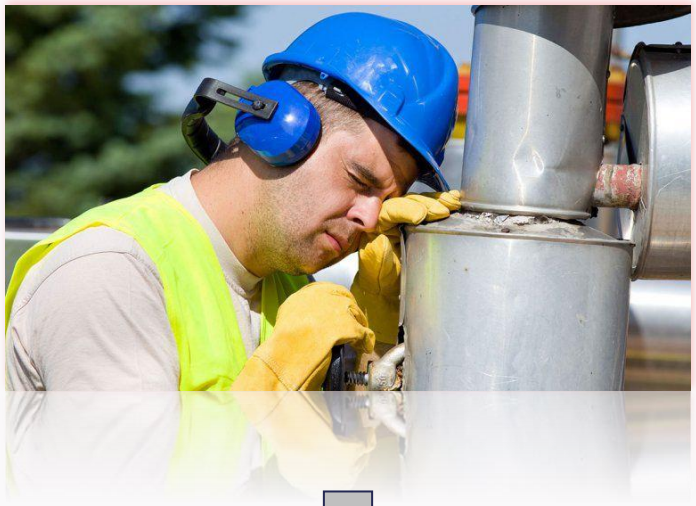
Monitor de contexto ambiental



6. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE MODELOS PREDICTIVOS DE FATIGA

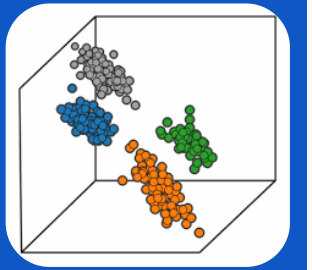


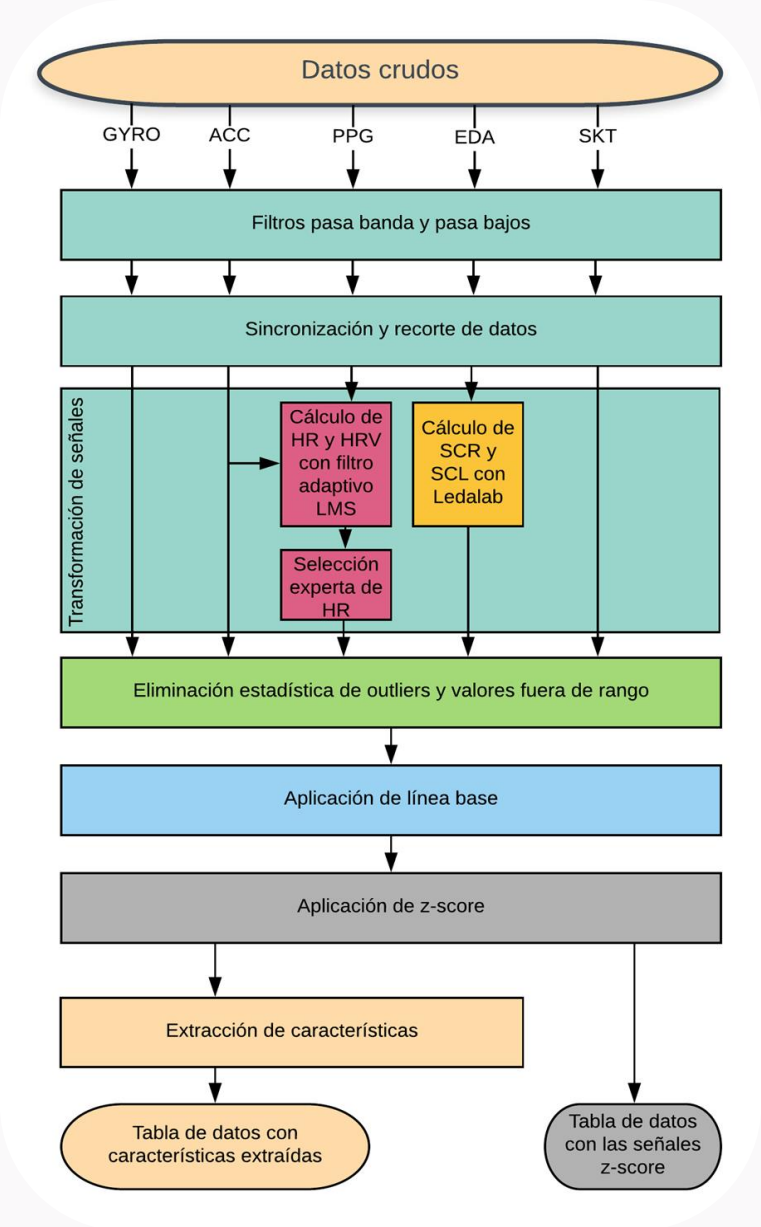
6. DEFINICIÓN DE LA TAREA Y PREPARACIÓN DE DATOS



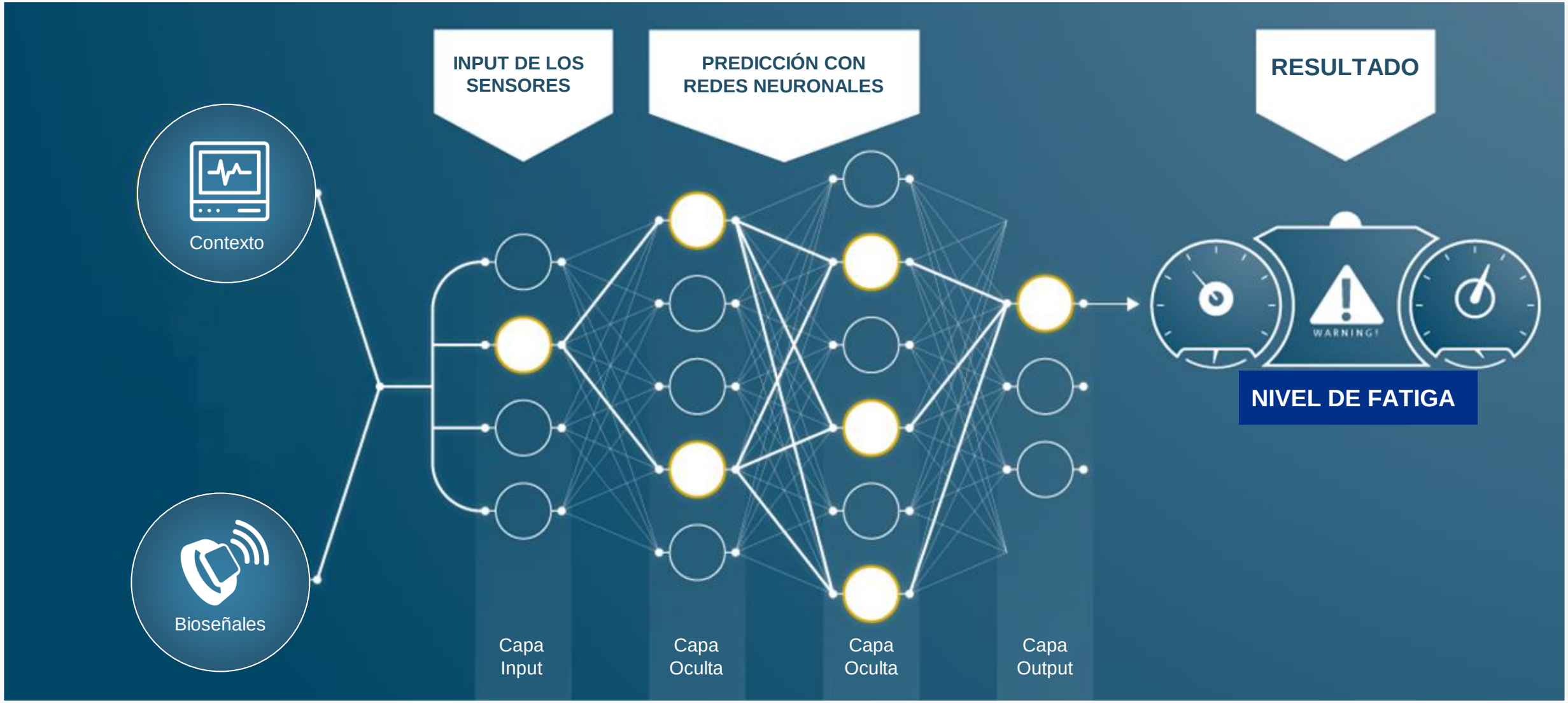
Etiquetado de fatiga

- Fatiga autorreportada
- Fatiga observada
- Fatiga de rendimiento
- Gold-standard fisiológico

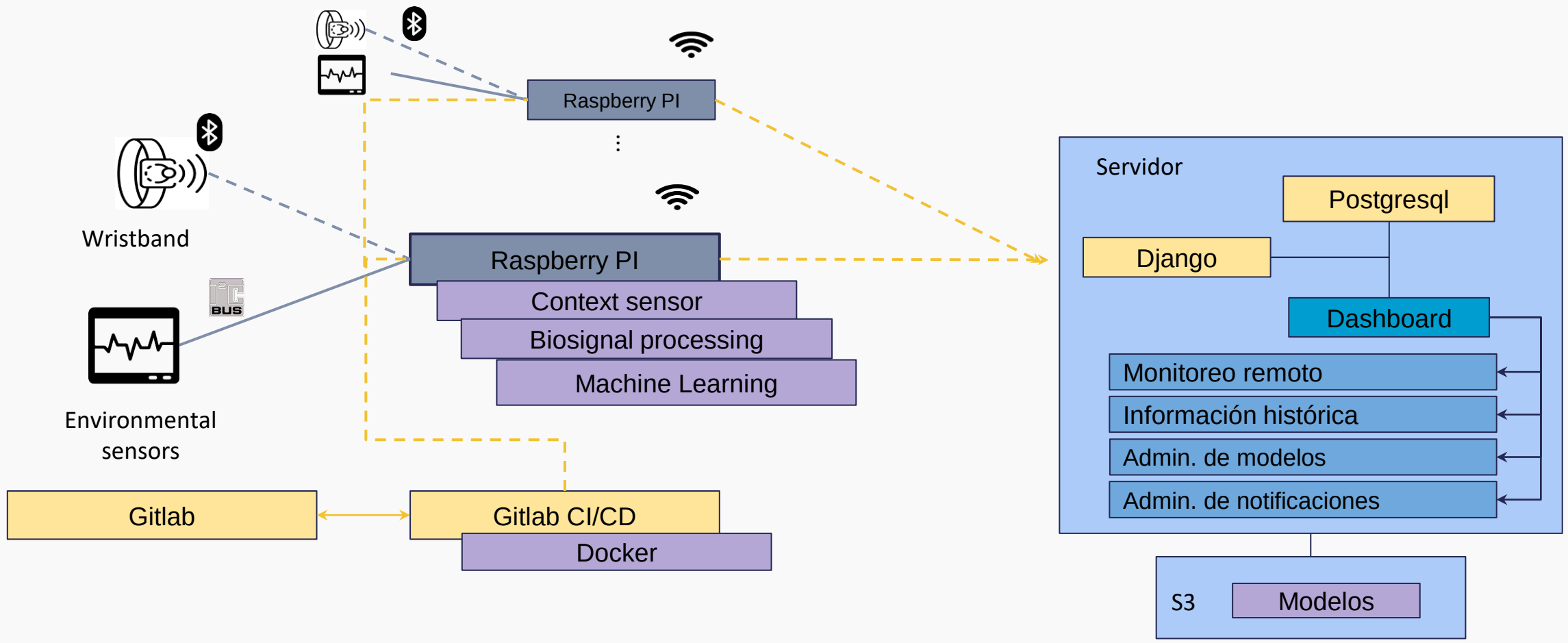




6. ANALÍTICA


INPUT DE LOS SENSORES
PREDICCIÓN CON REDES NEURONALES
RESULTADO
Contexto
Bioseñales
WARNING!
NIVEL DE FATIGA
Capa Input
Capa Oculta
Capa Oculta
Capa Output

7. MODELO DE PROVISIÓN - SaaS



Comunicación inalámbrica

Comunicación interna

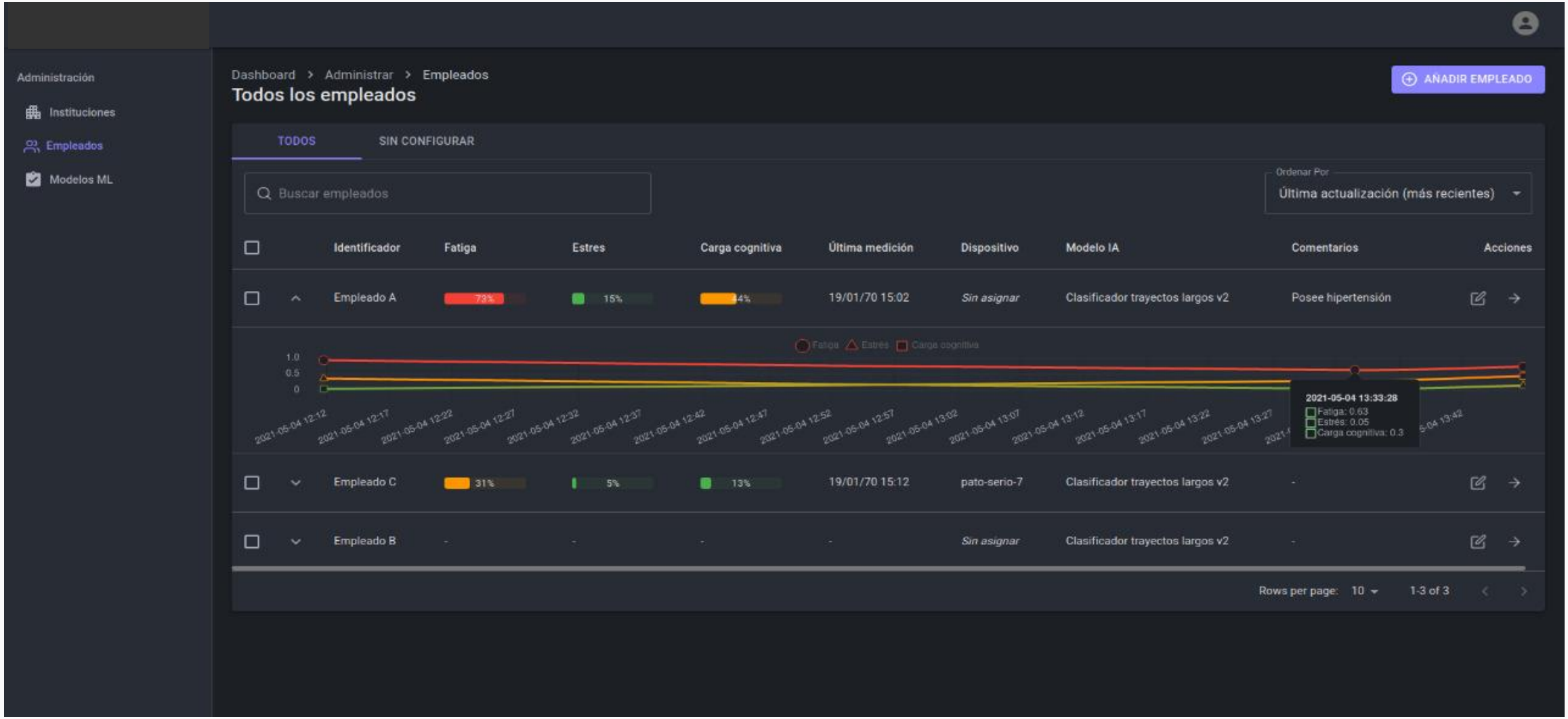
Algoritmos y procesamiento

Almacenamiento y servidores

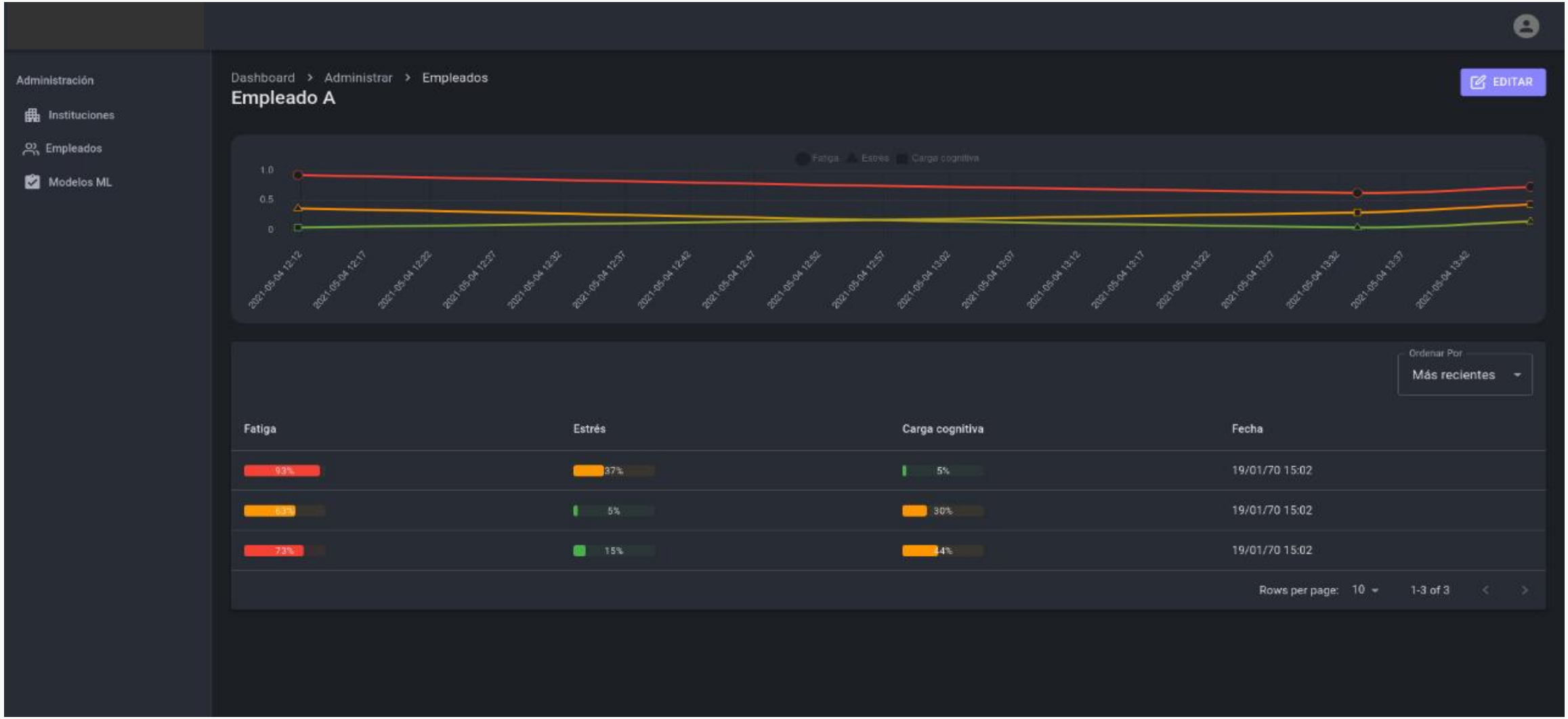
Sensores y controladores

Interfaz

8. DASHBOARD: Visualización Agregada



8. DASHBOARD: Visualización Personalizada



APLICACIONES

El monitor de fatiga ha sido testeado en ambientes reales.

INNOVACIÓN EN MANUFACTURA AVANZADA

Reponedor de góndolas en laboratorio

Desempeño:

- Accuracy: 87,49%
- F1: 85,57%

Conductores de Buses Ruta Minera

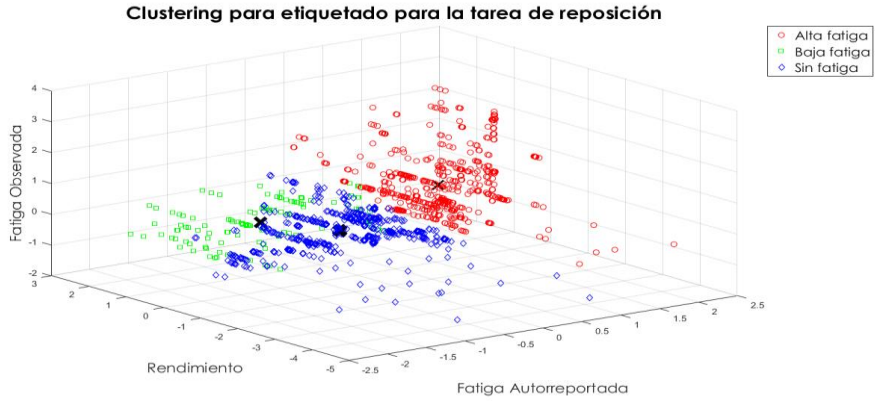
Desempeño:

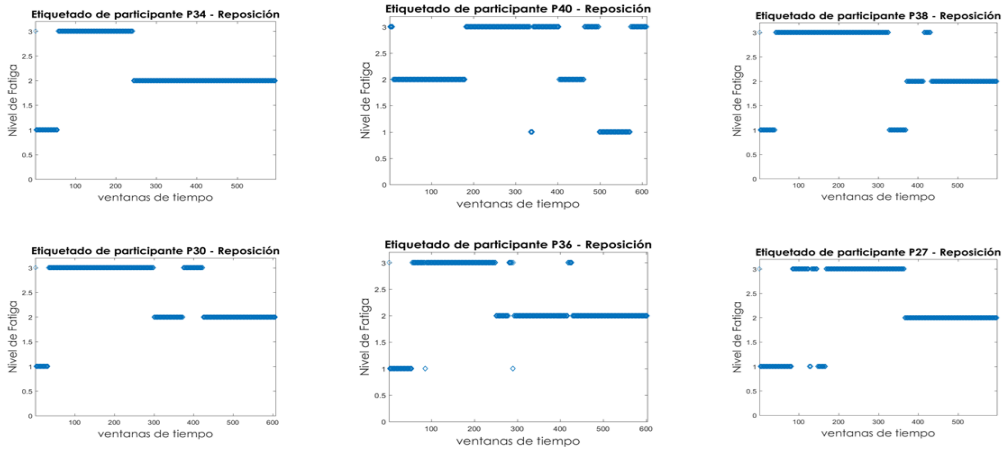
- Accuracy: 88,71%
- F1: 88,51%

9. APLICACIONES

REPONEDORES DE GÓNDOLA

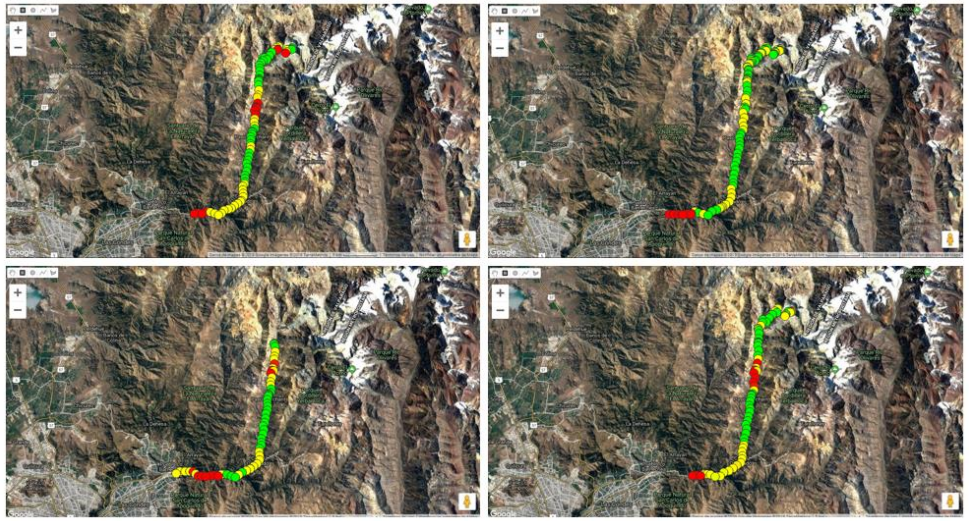
9.036 muestras (ventanas)
22 características





CONDUCTORES DE BUSES

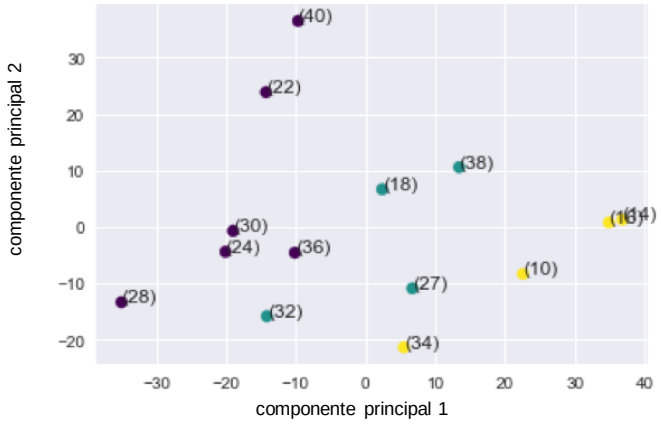
43.017 muestras (ventanas)
29 características.



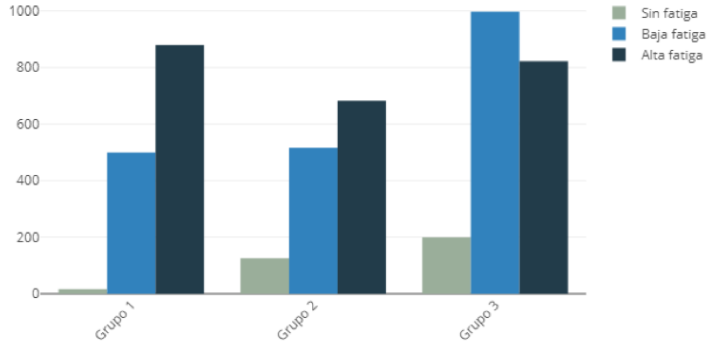
REPONEDORES DE GÓNDOLA

Efecto de la tarea en el individuo

Nube de puntos individuos



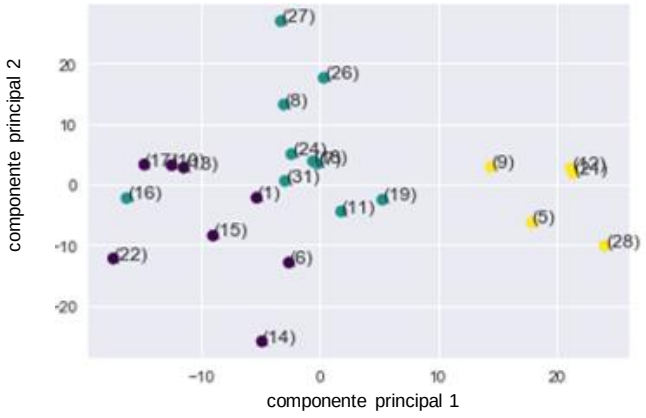
Distribución de fatiga por grupo



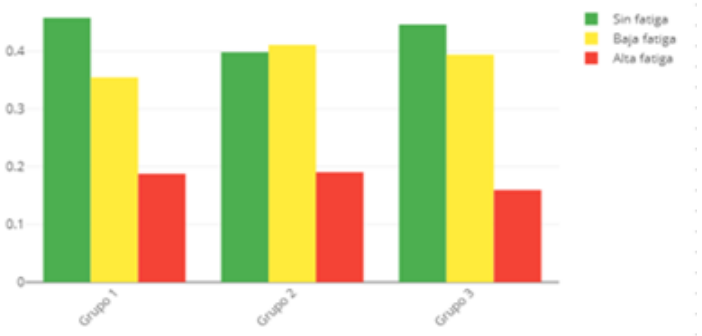
CONDUCTORES DE BUSES

Efecto de la tarea en el individuo

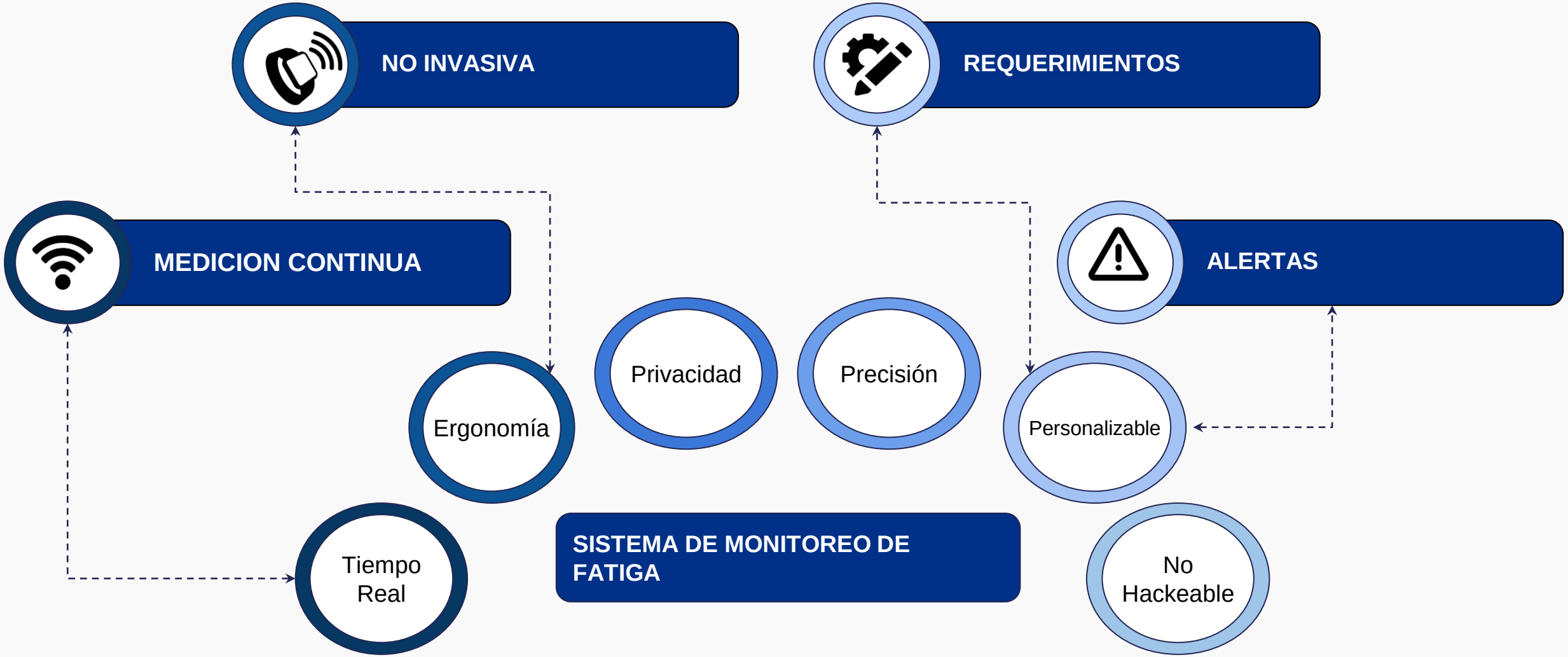
Nube de puntos individuos



Distribución de fatiga por grupo



10. ATRIBUTOS DEL PRODUCTO



GRACIAS

dvf@programaima.cl

www.programaima.cl

+569 9778 0498

INNOVACIÓN EN MANUFACTURA AVANZADA

UNIVERSIDAD DE CHILE

ASIMET

UTEM UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA del Estado de Chile

Proyecto apoyado por CORFO

Gobierno de Chile gob.cl