



**Plataforma de telemonitoreo basada en
algoritmos de detección de insuficiencia
cardíaca y dispositivos BLE**



Plataforma de telemonitoreo basada en algoritmos de detección de insuficiencia cardíaca y dispositivos BLE



María Paula Bonomini^{1,2}, Cristian Mateos^{1,3}, Matías Hirsch^{1,3}, Lorenza Vecino Schandy⁴, Pedro Barrera⁴, Lucas Grana⁵, and Sergio Liberczuk^{6,7}

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

² Instituto Argentino de Matemática "Alberto P. Calderón" (IAM)

³ Instituto Superior de Ingeniería de Software Tandil (ISISTAN)

⁴ Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA)

⁵ VirtualSense S.A.

⁶ Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática - Facultad de Tecnología Informática - Universidad Abierta Interamericana

⁷ Instituto de Ingeniería y Agronomía - Universidad Nacional Arturo Jauretche



Telesalud

Según el MSP:

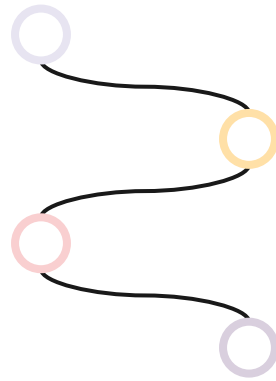
La **entrega de servicios de salud** usando las **TICs**, específicamente cuando la **distancia es un obstáculo** para estos servicios

Telesalud

4 dimensiones:

Teleeducación

Telemedicina



Según el MSP:

La **entrega de servicios de salud** usando las **TICs**, específicamente cuando la **distancia es un obstáculo** para estos servicios

Teleinvestigación

Telegestión

Telesalud

4 dimensiones:

Teleeducación

Telemedicina

Teleconsultas

Telemonitoreo

Según el MSP:

La **entrega de servicios de salud** usando las **TICs**, específicamente cuando la **distancia es un obstáculo** para estos servicios

Teleinvestigación

Telegestión

Telesalud

Telemonitoreo

Permite obtener **información de rutina** o especial con respecto a la **condición del paciente** con el fin de monitoreo o **seguimiento**

Útil para el **cuidado en el hogar** de pacientes con **enfermedades crónicas**



Sistema de telemonitoreo

Telemonitoreo

Ventajas:

- **Monitoreo permanente** de pacientes.
- **Detección temprana** de emergencias y situaciones de riesgo.
- Reducción de tiempos de traslado y riesgos de contagios intrahospitalarios
- **Atención eficiente:** Más pacientes, menor costo, mejores resultados
- Mejora el **acceso al sistema de salud** para pacientes con patologías crónicas
- **Acceso a profesionales especializados** sin limitaciones territoriales

Sistema de telemonitoreo

Paciente



**Plataforma de
telemonitoreo**



**Dispositivos
de medición**

Plataforma de telemonitoreo

1ra plataforma que integra **IoT + IA** del país

Plataforma de telemonitoreo

1ra plataforma que integra **IoT + IA** del país

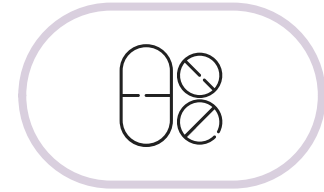
3 objetivos técnicos:



App móvil que controla
dispositivos de medición



Algoritmos de PSB:
Detector de FA



Sistema de recomendación
para la automatización de la
dosificación de medicamentos

Dispositivos de medición



Balanza inteligente

Tensiómetro

Pulsioxímetro

ECG



WeCardio de Borsam Instruments

Algoritmos de **PSB**

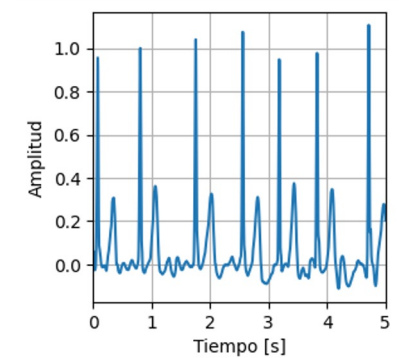
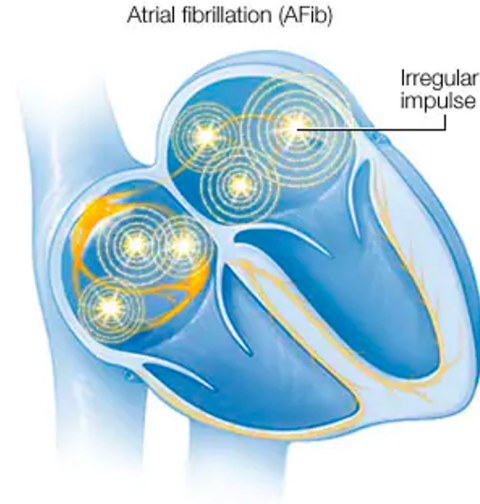
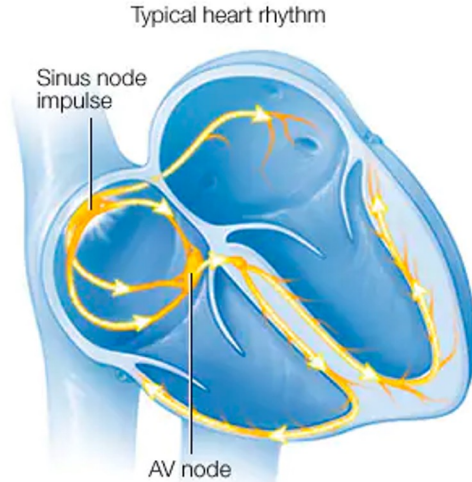
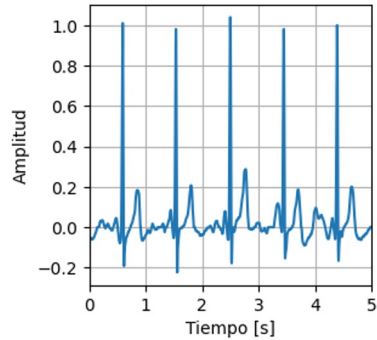
Detección de FA

Fibrilación auricular (FA)

- **Arritmia** cardíaca **más prevalente**
- Frecuentemente **asintomática**, puede derivar en **complicaciones graves**
- Esencialidad de herramientas de **diagnóstico rápido, económico y accesible**
- Potencial en dispositivos de telemonitoreo con **aprendizaje automático**

Algoritmos de **PSB**

Detección de FA



Detección de FA

Objetivo: detectar presencia/ausencia de FA → clasificación binaria

Detección de FA

Objetivo: detectar presencia/ausencia de FA → clasificación binaria

Base de datos: SSLAFDB

- 8528 señales de ECG de 1 derivación de 9 a 30 segundos
- Ritmos cardíacos etiquetados: N, A, O y R
- Frecuencia de muestreo: 300 Hz

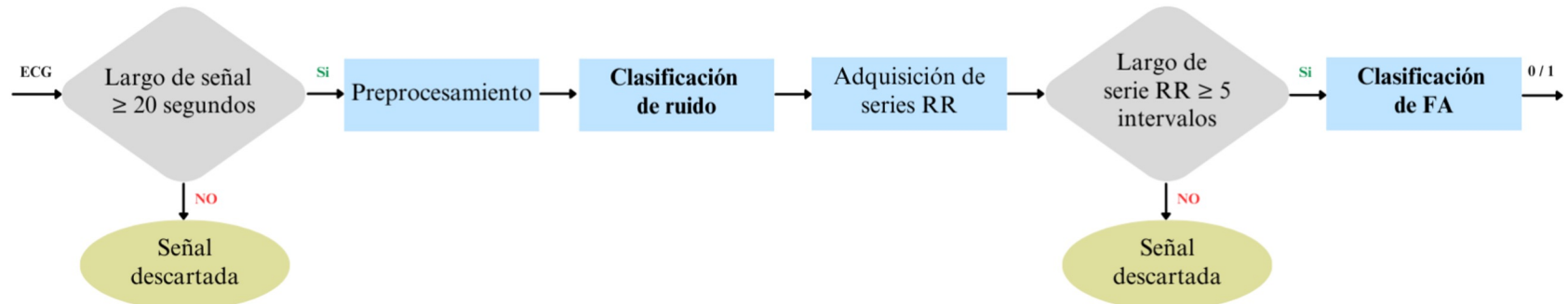
Detección de FA

Objetivo: detectar presencia/ausencia de FA → clasificación binaria

Base de datos: SSLAFDB

- 8528 señales de ECG de 1 derivación de 9 a 30 segundos
- Ritmos cardíacos etiquetados: N, A, O y R
- Frecuencia de muestreo: 300 Hz

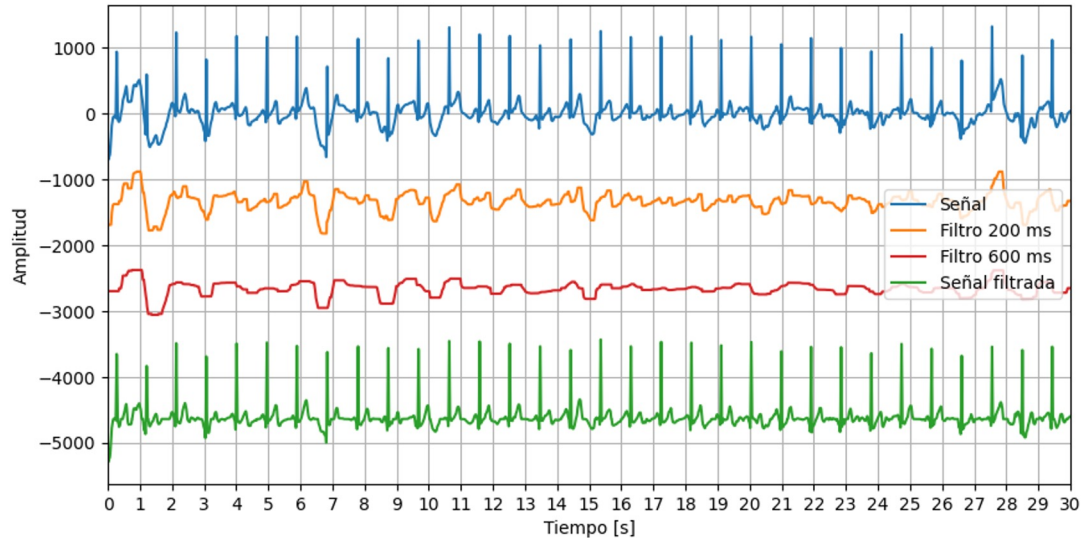
Pipeline:



Detección de FA

Preprocesamiento

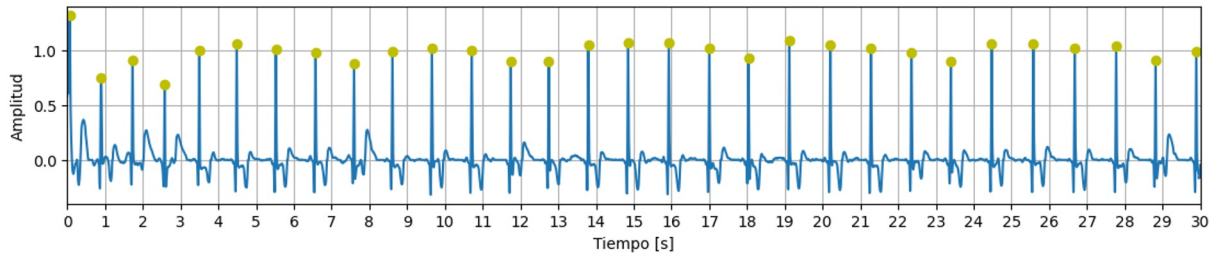
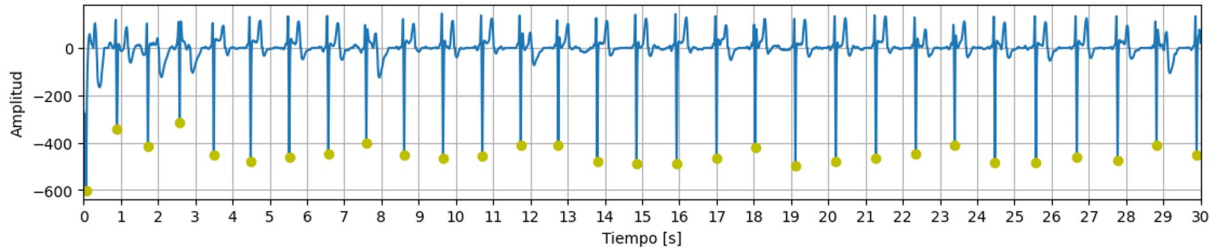
Filtro de mediana



Detección de FA

Preprocesamiento

Corrección de polaridad & estandarización de la amplitud



Detección de FA

Detección de **ruido**

Ventanas de señal de **5 segundos**

Selección manual de **800 ventanas** para generar el conjunto etiquetado: 400 ruidosas y 400 no ruidosas

Clases: ventana **ruidosa / no ruidosa**

Detección de FA

Detección de ruido

Ventanas de señal de **5 segundos**

Selección manual de **800 ventanas** para generar el conjunto etiquetado: 400 ruidosas y 400 no ruidosas

Clases: ventana **ruidosa / no ruidosa**

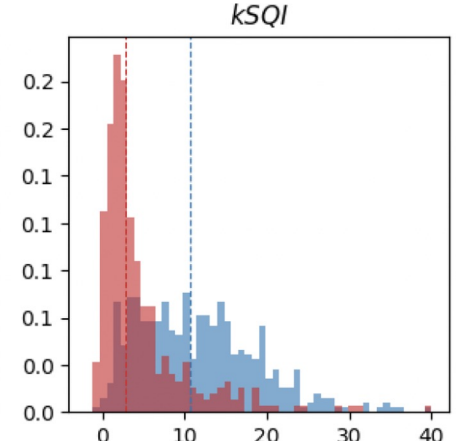
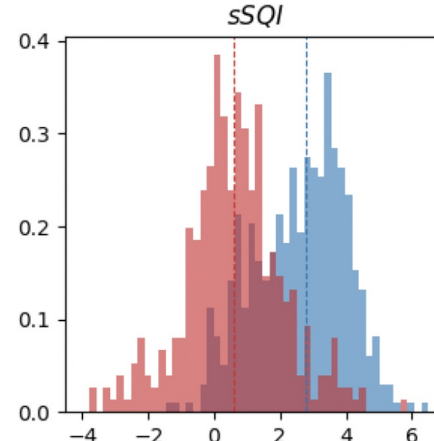
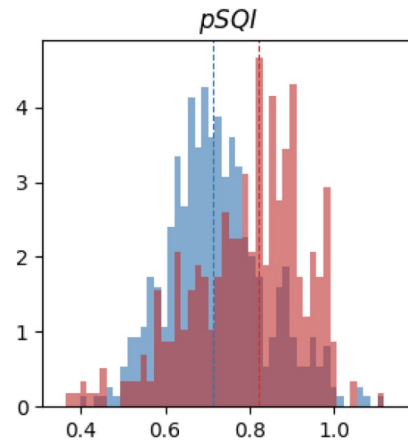
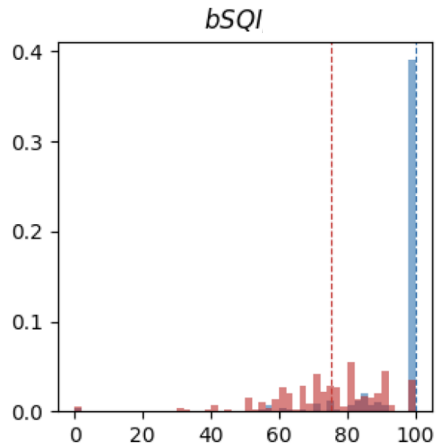
Índices de calidad de la señal:

- **bSQI:** compara la detección de 2 detectores de complejos QRS de librería
- **pSQI:** compara la energía en las bandas de frecuencia de ECG y EMG
- **kSQI:** kurtosis
- **sSQI:** skewness

Detección de FA

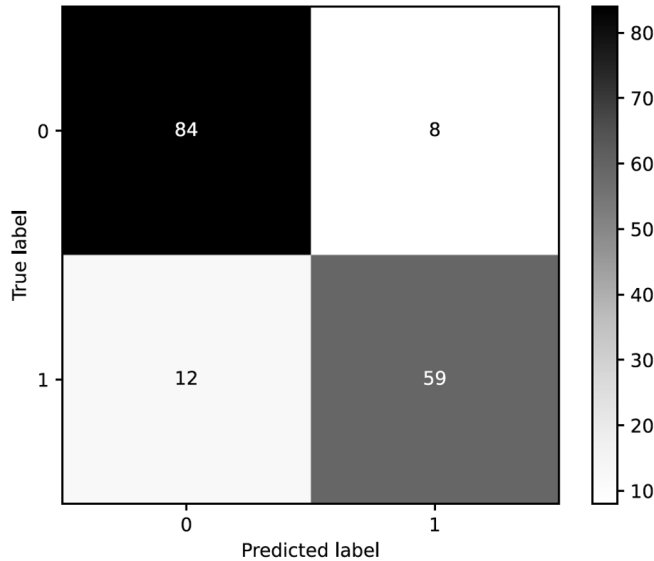
Detección de ruido

- Ruidosas
- No ruidosas



Detección de FA

Detección de **ruido**



Clasificador de ruido:
Regresión logística

Exactitud: 86.3%

Detección de FA

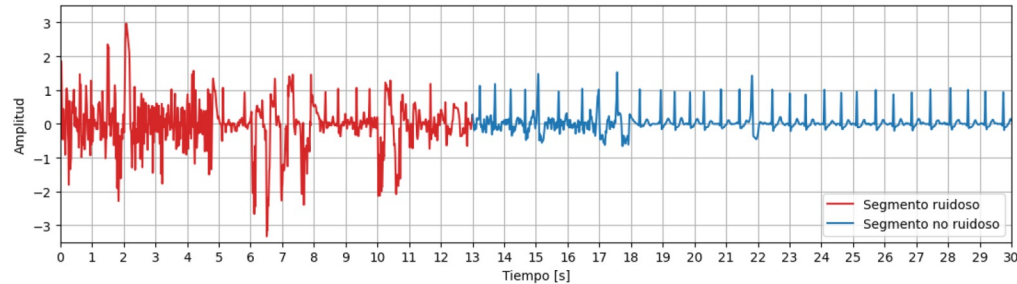
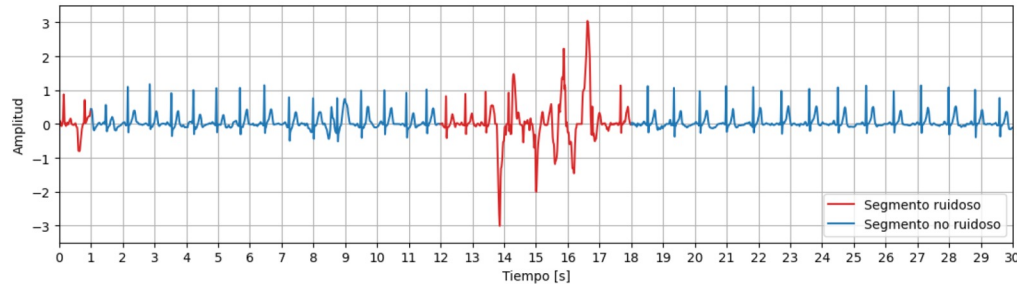
Detección de **ruido**

Análisis de la señal
mediante ventanas de 5
segundos, con
desplazamiento de a 1
segundo

Se obtienen los segmentos
no ruidosos de la señal

Detección de FA

Detección de ruido



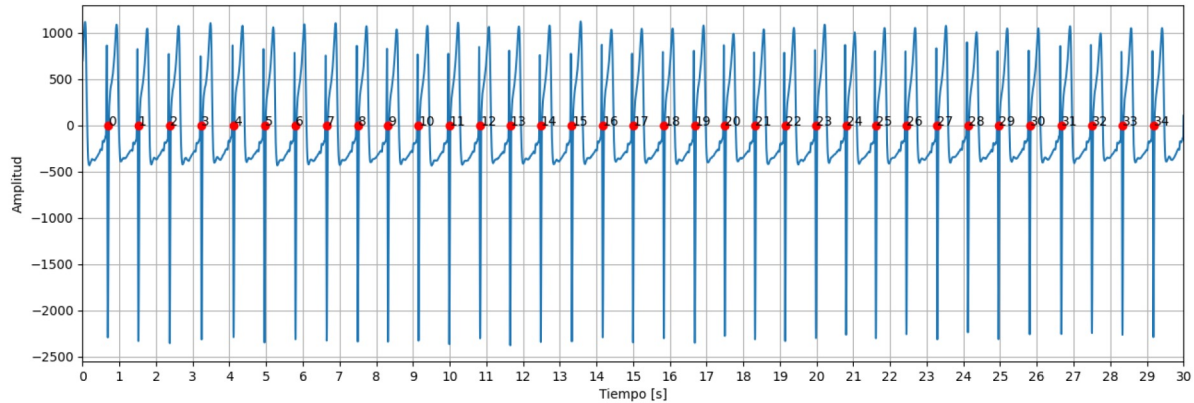
Análisis de la señal mediante ventanas de 5 segundos, con desplazamiento de a 1 segundo

Se obtienen los segmentos no ruidosos de la señal

Detección de FA

Detección de complejos QRS

Algoritmo de Pan y Tompkins



Se obtiene las series RR de los segmentos no ruidosos, y se concatenan para formar la **serie RR** final

Detección de FA

Clasificación de FA

Análisis de ritmo de la señal completa

Clases: ausencia de FA (N + O) y FA

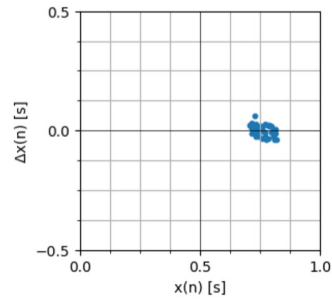
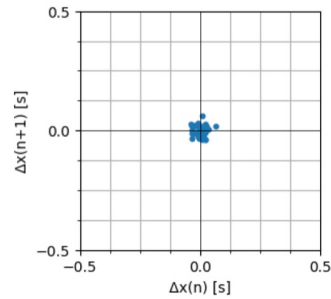
Índices de FA:

- **NMSD:** media normalizada de las diferencias absolutas sucesivas de la serie RR
- **Diff50:** % de intervalos RR cuyo intervalo RR siguiente difiere en más de 50 ms
- **Poin2** } índices basados en el gráfico de Poincaré
- **Poin3** }
- **CSampEn:** coeficiente de la entropía de muestreo. Medida relacionada con la probabilidad de que una señal se repita a sí misma

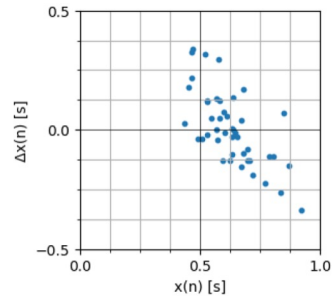
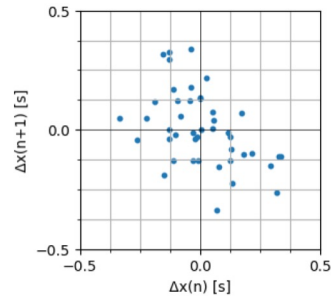
Detección de FA

Clasificación de FA

No FA



FA



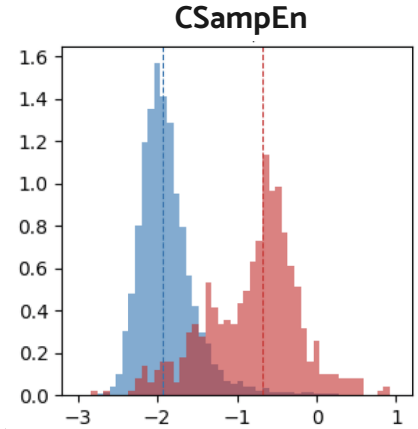
Poin2

Poin3

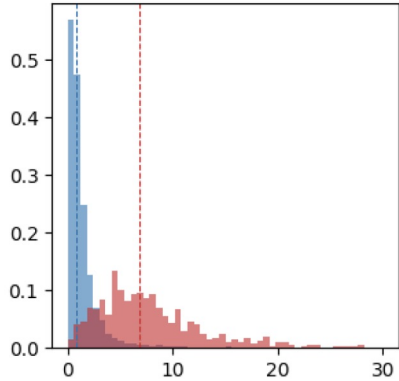
Detección de FA

Clasificación de FA

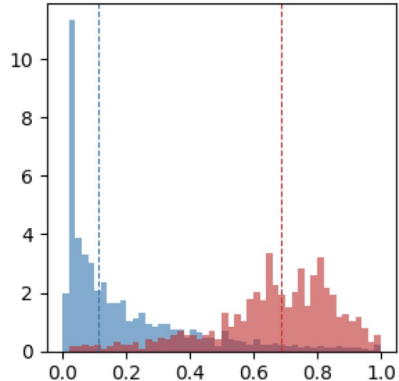
- FA
- No FA



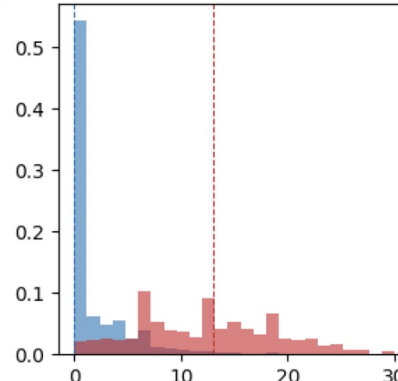
NMASD



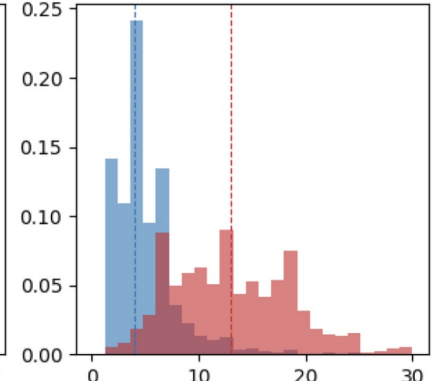
Diff50



Poin2



Poin3



Detección de FA

Clasificación de FA

Clasificador de FA: **Regresión logística**

Validación **interna**

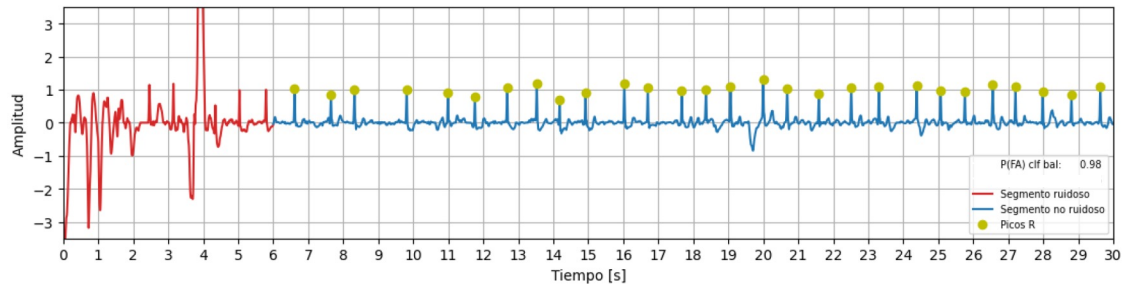
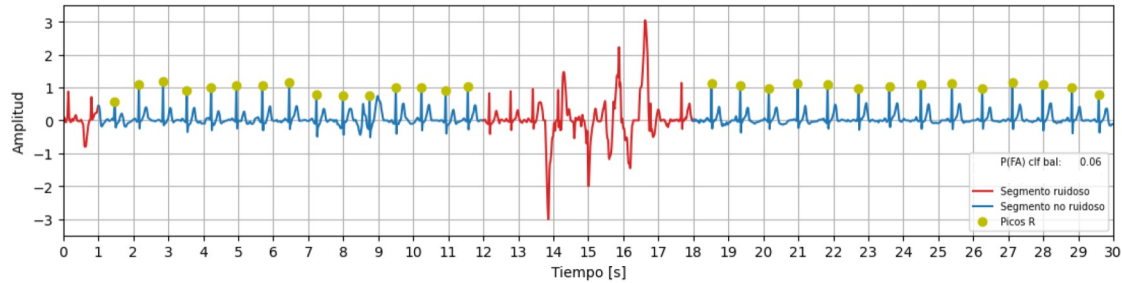
	Ritmos N y A	Ritmos N, A y O
Exactitud	92.7 %	86.6 %
Precisión	94.9 %	88.4 %
Especificidad	95.1 %	88.8 %
Sensibilidad	90.4 %	84.4 %

Validación **externa**

	Kaggle	DB Sintética
Exactitud	93.1 %	89.5 %
Precisión	94.1 %	84.1 %
Especificidad	95.8 %	81.5 %
Sensibilidad	89.6 %	97.5 %

Detección de FA

Clasificación de FA



Trabajos futuros

- **Validación** del algoritmo con **señales de ECG propias**
- **Expansión para atender otras enfermedades** como: hipertensión, diabetes, parkinson, etc
- Integración de **distintos dispositivos de medición**
- Creación de **algoritmos para detectar nuevas patologías**



**Muchas
gracias!**

lorenza.vecino@gmail.com
+598 95979722

