

# Tecnología para registrar Frecuencia Cardíaca

6387. NUEVAS TECNOLOGÍAS EN  
EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTE  
Curso 2023-2024

Dr. José Pino Ortega

# Tabla de Contenidos

01

## Frecuencia Cardíaca

Definición y beneficios  
Parámetros habituales

02

## Tecnologías para su registro

Tradicional vs Actual  
Ventajas e Inconvenientes

03

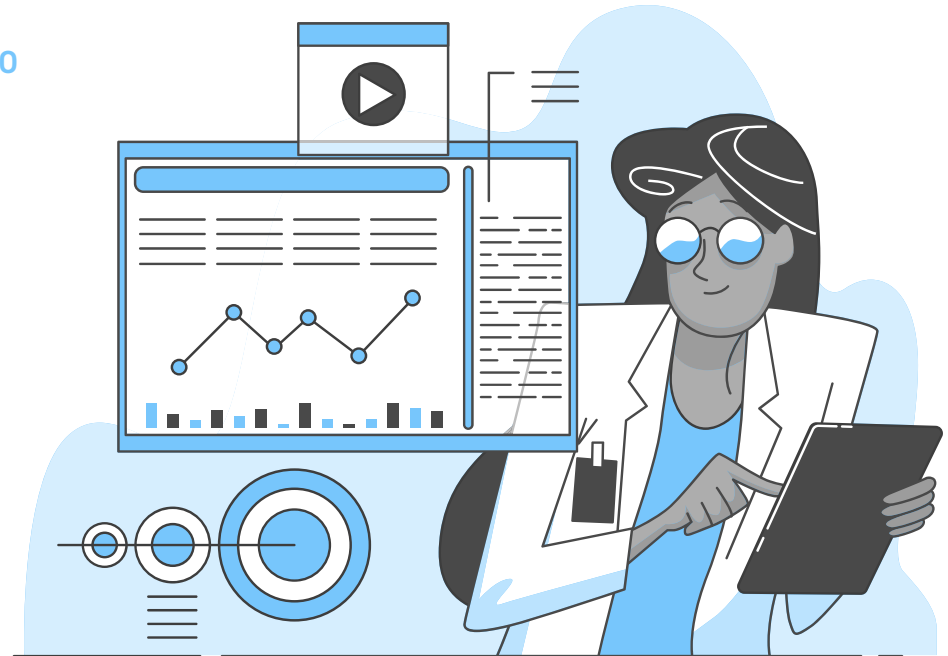
## Ámbitos de aplicación

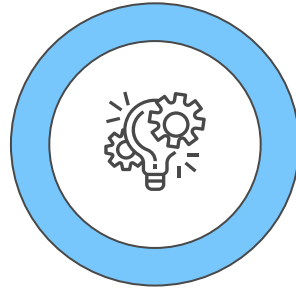
Utilización y Recomendaciones  
Tendencias de futuro

04

## Reflexión final

Debate  
Actividades





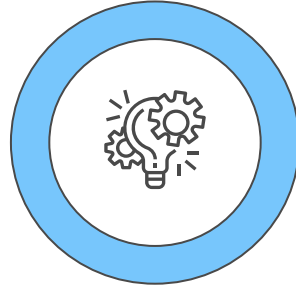
## Antes de empezar...

*Eres entrenador de un grupo de deportistas y quieres controlar la intensidad del esfuerzo durante la actividad.*

*Sabes que es importante monitorizar el esfuerzo para cumplir con los objetivos y evitar riesgos.*

*¿Cómo podrías hacer un seguimiento de la intensidad de forma sencilla y económica?*

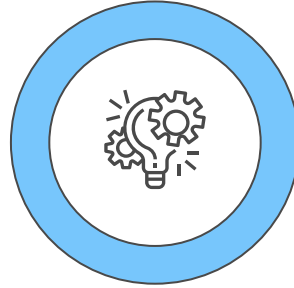




## Sabias que...

- El primer registro del pulso se realizó en el antiguo Egipto (3000-2500 a.C.)
- La auscultación en las consultas médicas se realiza a partir del siglo XIX gracias al invento del estetoscopio.
- El conocimiento del lugar donde se inicia el latido cardíaco (nodo sinusal) se logró a comienzos del siglo XX gracias al desarrollo de la electrocardiografía.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=120418>



## Sabias que...



- El primer registro de FC portátil se realizó en 1975 en esquí de fondo.
- El inventor fue Seppo Säynäjäkangas, profesor finlandés.
- Seppo fundó la empresa POLAR, actualmente de las más importantes.
- El primer dispositivo portátil comercial se puso en venta en 1982.
- La FC es la herramienta de monitorización más utilizada en la actualidad.

[https://es.wikipedia.org/wiki/Polar\\_Electro](https://es.wikipedia.org/wiki/Polar_Electro)

## Principales indicadores de carga a nivel fisiológico



**Frecuencia  
cardíaca**

Bioquímica



Consumo de  
oxígeno

Saturación de  
oxígeno



Lactato

Frecuencia  
respiración



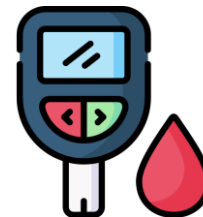
Biometrismo

Sueño



Stress

Glucosa





# 01

## Frecuencia Cardíaca

Definición y Beneficios  
Parámetros habituales

## Definición

### Frecuencia Cardíaca

- Número de veces que el **corazón** late por minuto.

### Unidad de medida

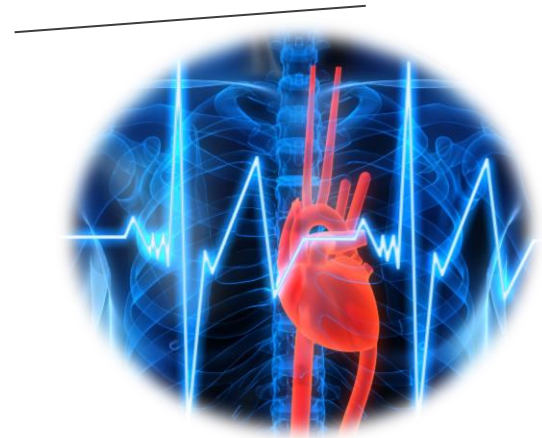
- **Pulsaciones** por minuto (ppm) o **latidos** por minuto (lpm).

### ¿Qué nos indica?

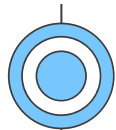
- **Frecuencia** con la que el corazón **bombea sangre oxigenada** a las estructuras musculoesqueléticas de nuestro cuerpo.
- **↑ intensidad de ejercicio = ↑ demanda de oxígeno = ↑ frecuencia cardíaca**

### Valores de referencia

- **Valores en reposo** entre 60-100 ppm.
- **Frecuencia cardíaca máxima ( $FC_{MAX}$ )** entre 180-210 ppm puede **estimarse** a través de **fórmulas**. El **mejor método** es un **test incremental máximo** para detectarlas.







## Beneficios y errores habituales en su monitorización

### Beneficios

- Permite controlar la intensidad del ejercicio.
- Ayuda a mejorar el rendimiento y la técnica.
- Previene lesiones y sobreentrenamiento.
- Facilita la prescripción de entrenamientos individualizados.
- Motiva al llevar un registro de progresos.

### Errores habituales

- No calibrar correctamente el monitor.
- Colocar incorrectamente el sensor.
- Comparar la  $FC_{MAX}$  con otros atletas (Importante individualizar).
- Obsesionarse con mantener una FC determinada durante el entrenamiento.



## Parámetros habituales para su monitorización

### Variables primarias

Contador de latidos

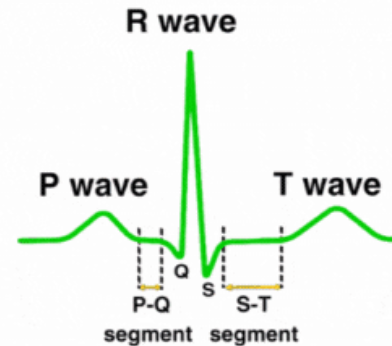
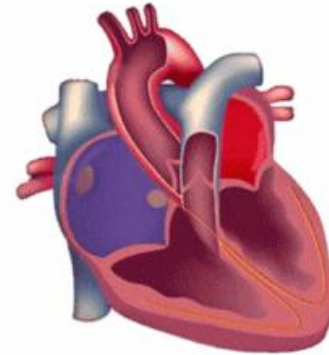
*Número de latidos totales que realiza el corazón.*

Latidos/minuto

*Número de latidos totales que realiza el corazón por unidad de tiempo (minutos)*

Tiempo entre latidos

*Distancia temporal entre cada uno de los latidos del corazón.*



## Parámetros habituales para su monitorización

**Variables secundarias** (se extraen a partir de las primarias)

Latidos/minuto

FC mínima

**Valor más bajo**  
40-60 ppm

FC reposo

**Valor promedio sin actividad**  
60-100 ppm

FC máxima

**Valor más alto**  
180-210 ppm

FC reserva

**Valores para planificación del entrenamiento (FC útil)**

$FC\ reserva = (FC\ máxima - FC\ reposo) \times \%trabajo = FC\ reserva + FC\ reposo = FC\ entrenamiento$   
Ej. 75% FC reserva =  $(210 - 60) \times 0,75 = 112,5 + 60 = 172,5\ ppm$

Tiempo entre latidos

VFC

**Variabilidad de la FC**  
Variación de tiempo entre cada latido

SDNN

**Desviación estándar de la VFC**  
Valores bajos asociados a mayor riesgo.

RMSSD

**Raíz cuadrada de la media de las diferencias al cuadrado de la VFC.**  
Calcula variaciones a corto plazo entre latidos

## Uso de la Frecuencia Cardíaca

Latidos/minuto

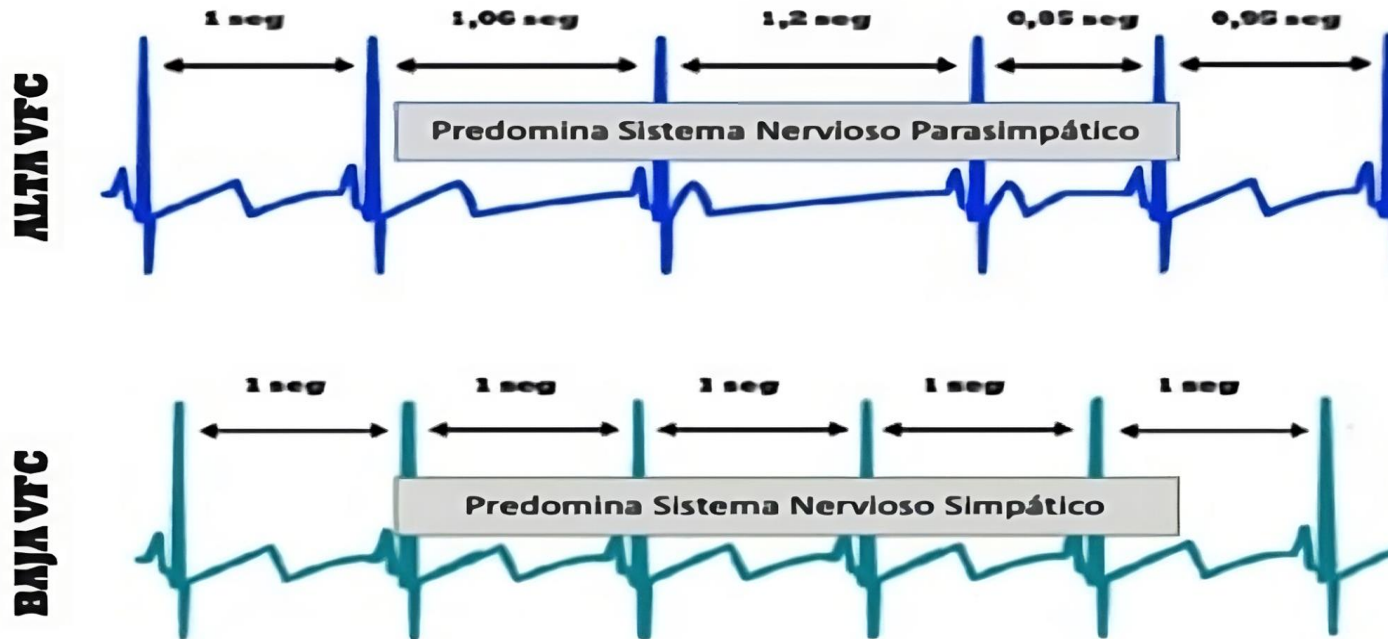
Control intensidad del entrenamiento



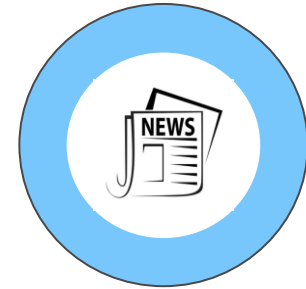
## Uso de la Frecuencia Cardíaca

Tiempo entre latidos

Control recuperación y estrés



## Impacto de la tecnología de FC en la sociedad



QUIÉNES SOMOS   ACTIVIDADES   PROGRAMAS   PRENSA   COLABORA



PREVENCIÓN / PROMOCIÓN ▾

PACIENTES ▾

ALIMENTACIÓN ▾

EJERCICIO ▾

MULTIMEDIA ▾

BLOG

HAZTE SOCIO

DONA

## CÁLCULO Y MONITORIZACIÓN DE LAS INTENSIDADES

Inicio ▶ Ejercicio ▶ Cálculo y monitorización de las intensidades ▶ Frecuencia cardíaca y entrenamiento

<https://fundaciondelcorazon.com/ejercicio/calculo-y-monitorizacion/3161-frecuencia-cardiaca-y-entrenamient.html>



# 02

## Tecnología para registro de FC

Tradicional vs Actual  
Pros y contras

## Tecnologías Tradicionales vs Actuales

### Tecnologías Tradicionales

#### Pulsometría

*Detección con medidor de presión en muñeca o dedos*

#### Electrocardiograma

*Electrodos que detectan actividad eléctrica en corazón*

#### Estetoscopio

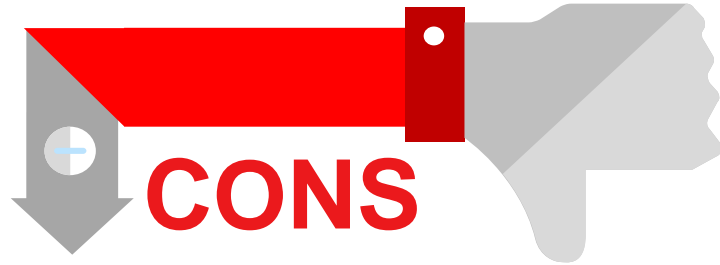
*Aparato que amplifica el sonido del interior del cuerpo humano*







## Tecnologías Tradicionales vs Actuales



- *Requieren equipos estáticos y salas especializadas*
- *Son incómodos y limitan la movilidad.*
- *Precisan personal médico capacitado para operarlos.*
- *Tienen un elevado coste económico.*
- *No permiten la monitorización en tiempo real durante la actividad.*

## Tecnologías Tradicionales



- *Alta precisión y fiabilidad de las mediciones.*
- *Permiten evaluar el ritmo y la actividad eléctrica del corazón.*
- *Detectan posibles arritmias y anomalías cardíacas.*
- *Se pueden registrar datos por períodos prolongados.*
- *Sirven como gold standard para validar nuevas tecnologías.*



## Tecnologías Tradicionales vs Actuales

### Tecnologías Actuales

Banda torácica

*Bandas elásticas con electrodos para detectar actividad cardíaca*

Pulsómetros ópticos

*Sensores fotopleletismográficos que detectan pulso en muñeca*

Apps cardíacas

*Uso cámara o acelerómetro del móvil para medir pulso*

Pulsómetros contacto

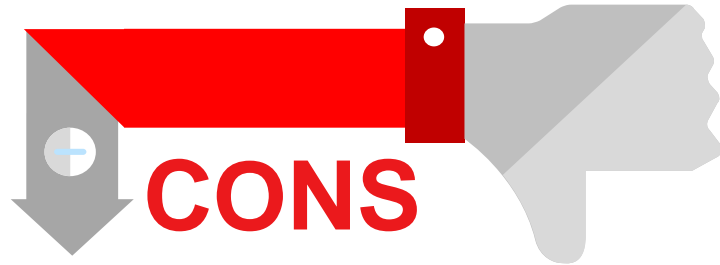
*Electrodos adhesivos desechables colocados en el pecho*

Sensores presión arterial

*Medición ondas de presión en arterias con almohadillas inflables*



## Tecnologías Tradicionales vs Actuales



- Menor precisión y exactitud que tecnologías tradicionales (ej. electrocardiograma).
- Susceptibles a interferencia por movimientos/sudoración.
- Requieren calibración y ajuste.
- Limitaciones en el registro de datos a largo plazo (ej. memoria del teléfono o duración batería).
- No detectan arritmias ni actividad eléctrica.

## Tecnologías Actuales

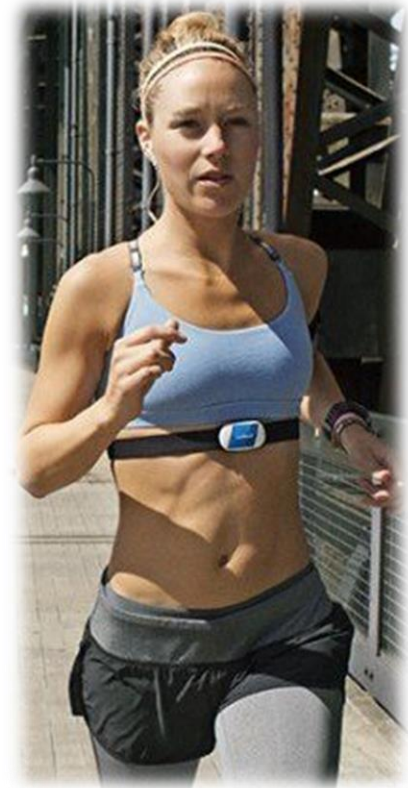


- Alta portabilidad, permiten monitorización en tiempo real.
- Fáciles de usar, no requieren personal especializado.
- Bajo coste y amplia disponibilidad.
- Permiten almacenar y analizar datos.
- Se integran con otros dispositivos y apps de fitness.

## Tecnologías Actuales para registro de FC

### Banda torácica

- Tecnología de pulsómetro portátil que consiste en una **banda elástica con electrodos** que se coloca alrededor del tórax.
- Los electrodos detectan la **actividad eléctrica del corazón** y transmiten los datos por tecnología inalámbrica a cualquier dispositivo.
- Las **marcas** más populares son **POLAR, Garmin y Wahoo Fitness**.
- Están indicadas para **deportistas de cualquier nivel** durante el registro de **entrenamientos intensos** donde la parte fisiológica sea fundamental para su control.





## Tecnologías Actuales para registro de FC

### Banda torácica

#### Ventajas

- Cómodas, se adaptan a la anatomía.
- Precisión en las mediciones.
- Permiten monitorización en tiempo real.

#### Inconvenientes

- Posible irritación de la piel por los electrodos.
- Interferencias con señal y sudoración.
- Coste mayor que bandas ópticas.



## Tecnologías Actuales para registro de FC

### Banda torácica

#### Garmin – Ant+



#### LivLov v.8 – Bluetooth + Ant+





## Tecnologías Actuales para registro de FC

### Banda torácica

#### FitCent – Bluetooth + Ant+



#### Wiianoxd 1 – Bluetooth + Ant+



## Tecnologías Actuales para registro de FC

Banda torácica

COOSPO H808S



POLAR H10 Sensor




WAHOO Fitness TICKR





## Tecnologías Actuales para registro de FC

### Banda torácica - ECG



Tome el control de la salud de su corazón con el primer monitor cardíaco inteligente del mundo.

### FRONTIER X2

**ECG continuo en cualquier momento y en cualquier lugar**

El primer Smart Heart Monitor del mundo que se lleva en el pecho y proporciona información detallada en tiempo real sobre la salud de su corazón.

Controle su frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, tensión, ritmos, HRV, ECG continuo y mucho más.



<https://uk.fourthfrontier.com/>



## Tecnologías Actuales para registro de FC

Banda craneal

Moov HR

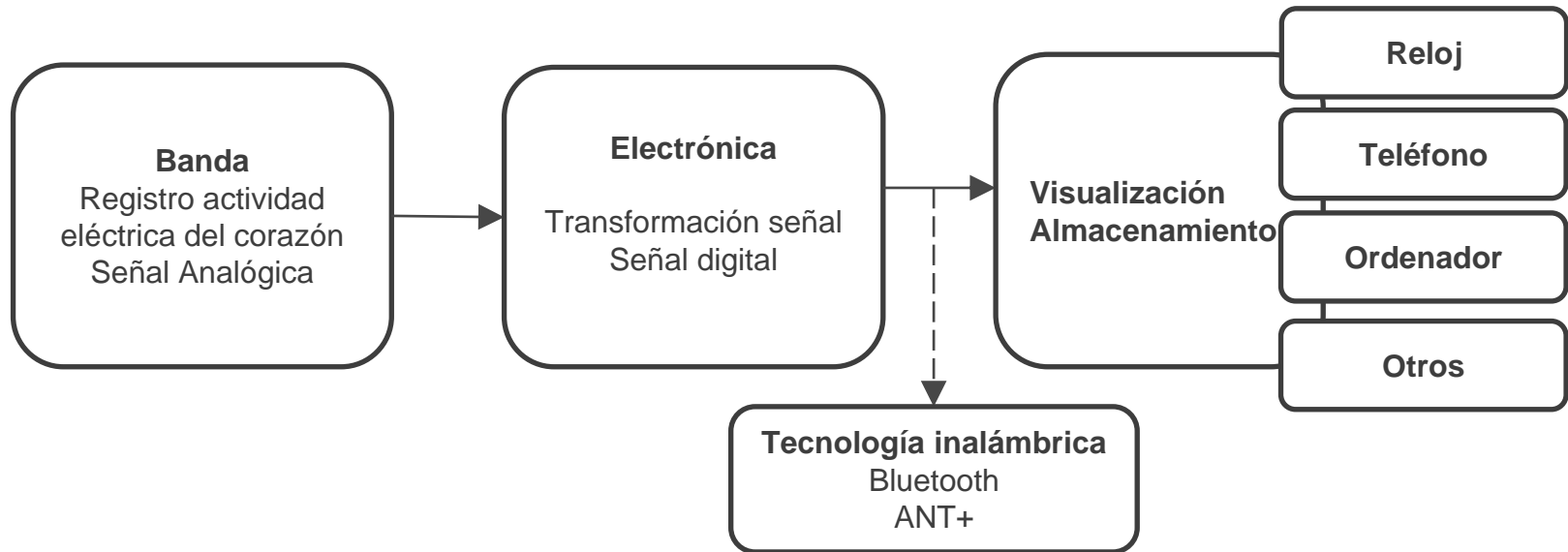


<https://welcome.moov.cc/moovhr>



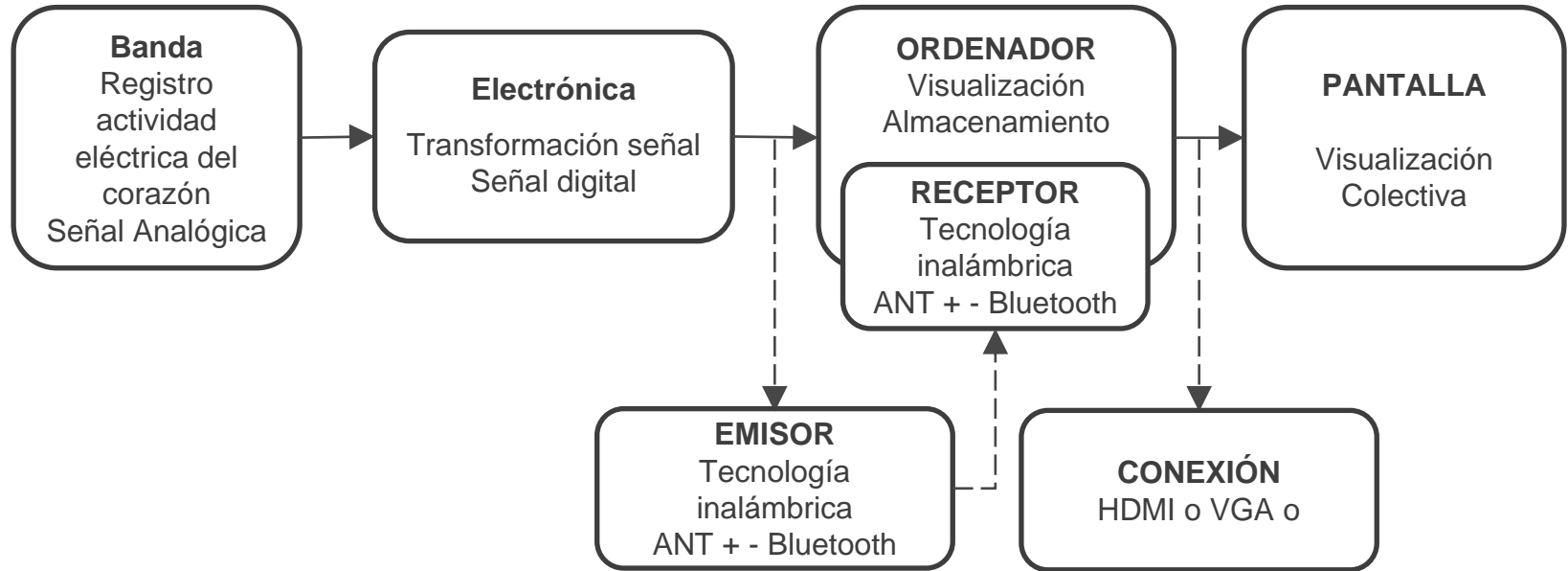
## Tecnologías Actuales para registro de FC

### Banda torácica – Proceso de registro y envío de la señal



## Tecnologías Actuales para registro de FC

### Banda torácica – Proceso de registro y envío de la señal





## Tecnologías Actuales para registro de FC

### Pulsómetros ópticos

- Tecnología que mide la frecuencia cardíaca mediante **sensores fotopletismográficos** que se colocan en muñeca o brazo.
- Funcionan emitiendo una **luz LED verde** hacia la piel y midiendo los cambios en la **luz reflejada** debidos al flujo sanguíneo.
- Las **marcas** más populares son **Apple, Fitbit y Samsung**.
- Están indicadas para **deportistas casuales o principiantes** durante actividades **ligeras o moderadas** para un mayor control de la actividad física que se realiza.



## Tecnologías Actuales para registro de FC

### Pulsómetros ópticos

#### Ventajas

- No requieren banda pectoral, más cómodos.
- Incorporados en relojes y dispositivos portátiles.
- Bajo coste relativo.

#### Inconvenientes

- Menos precisos que bandas torácicas. En la medición influye el tono y perfusión de la piel.
- Susceptibles a movimientos y mala colocación.



Garmin Vivosmart HR



Fitbit Charge 2



Polar A360



Fitbit Blaze



Fitbit Charge HR



## Tecnologías Actuales para registro de FC

Pulsómetros ópticos - Muñeca

**Apple Watch**



**Fitbit**



**Samsung Galaxy Watch**





## Tecnologías Actuales para registro de FC

Pulsómetros ópticos - Muñeca

COOSPO HW807



MOOFIT HW401



FITCENT







## Tecnologías Actuales para registro de FC

Pulsómetros ópticos - Muñeca

LIVLOV V9



WAHOO FITNESS TICKR



sPulse





## Tecnologías Actuales para registro de FC

Pulsómetros ópticos - Muñeca

**Magene H803**



**POWR LABS**



**Capital Sports**



## Tecnologías Actuales para registro de FC

### Pulsómetros ópticos – Oído - ¿Por qué es mejor método?

- **Ubicación:** El lóbulo de la oreja tiene una irrigación sanguínea abundante y constante, más próxima a arterias (temporal y carótida)
- **Estabilidad:** El sensor tiene menos movimiento al ir sujeto al pabellón auditivo, reduce las interferencias.
- **Aislamiento de luz ambiental:** Al estar dentro del canal auditivo, tiene menor interferencia externa.
- **Comodidad:** Al ser un accesorio pequeño, no causa molestias y no se mueve.
- **Reducción del sudor:** El sudor interfiere en la medición, por lo que el oído tiene menor sudoración que la muñeca o el brazo.





## Tecnologías Actuales para registro de FC

### Aplicaciones cardíacas

- Tecnología que utilizan la **cámara o el acelerómetro del smartphone** para medir el pulso cardíaco.
  - **Cámara:** Detecta cambios en el color de la piel.
  - **Acelerómetro:** Mide oscilaciones por pulso en dedo sobre lente.
- Las apps más utilizadas son **Instant Heart Rate, Cardio y Pulse Tracker**.
- Están indicadas para **personas sedentarias o con patologías cardíacas** durante evaluaciones del **pulso en reposo** para un análisis instantáneo y reportes a los servicios sanitarios.





## Tecnologías Actuales para registro de FC

### Aplicaciones cardíacas

#### Ventajas

- Accesibles, solo requieren un smartphone.
- Fáciles de usar para autoevaluación.

#### Inconvenientes

- Imprecisión por movimiento o mala colocación del dedo en la lente.
- Requieren buenas condiciones de luz.



## Tecnologías Actuales para registro de FC

### Pulsómetros de contacto

- Tecnología que utilizan **electrodos adhesivos desechables** para medir el pulso cardíaco que se colocan en el **pecho**.
- También pueden estar en **máquinas de fitness** y lo detectan por contacto de **manos o dedos**.
- Detectan **impulsos eléctricos** y los transmiten por tecnologías inalámbricas.
- Las marcas más utilizadas son **Polar, BioNomadix y Salutron**.
- Utilizadas en **evaluaciones clínicas y deportivas** en poblaciones con **piel sensible a las bandas**.

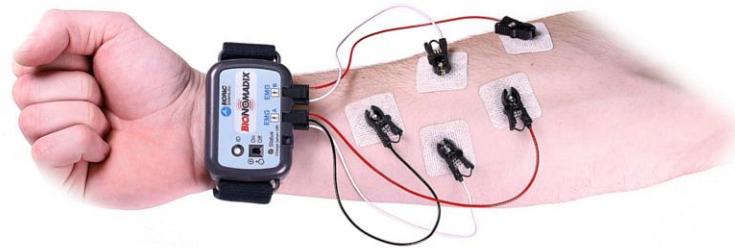


## Tecnologías Actuales para registro de FC

### Pulsómetros de contacto

#### Ventajas

- Fáciles de colocar sin bandas ceñidas.
- Mediciones precisas de frecuencia cardíaca.
- Útiles para pruebas de esfuerzo.



#### Inconvenientes

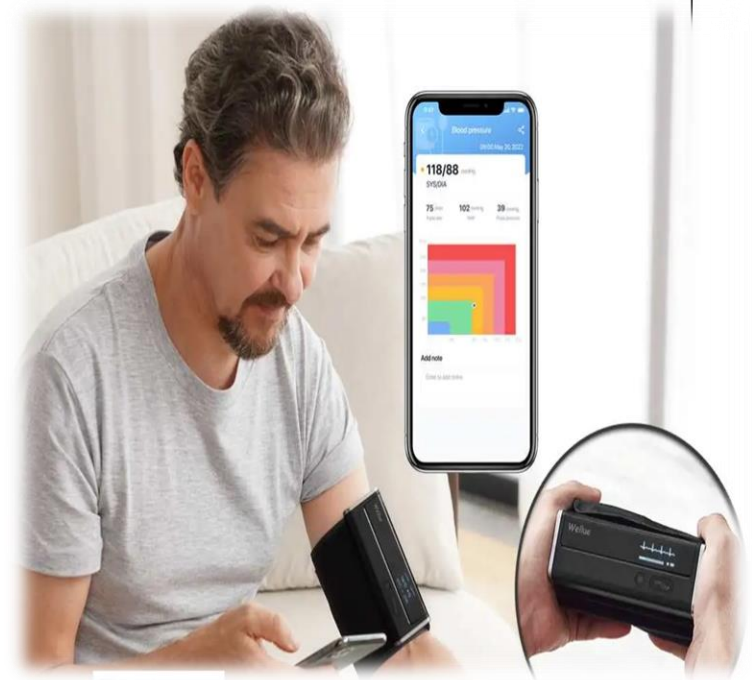
- Electrodo desechables.
- Posible irritación cutánea.
- Costo de los parches adhesivos.



## Tecnologías Actuales para registro de FC

### Sensores presión arterial

- Tecnología que miden **ondas de presión arterial** en arterias periféricas como **brazo o muñeca**.
- Utilizan una **almohadilla inflable** conectada a un monitor de presión o envían la señal a un dispositivo inteligente.
- Las marcas más utilizadas son **Omron, Withings e iHealth**.
- Están indicadas para **pacientes con afecciones cardíacas** y también para **estudios clínicos y deportivos avanzados**.





## Tecnologías Actuales para registro de FC

### Pulsómetros de contacto

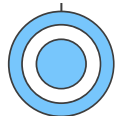
#### Ventajas

- Mediciones precisas similares a esfigmomanómetro.
- Útiles para evaluaciones médicas.
- Detectan arritmias.

#### Inconvenientes

- Incómodos y restrictivos.
- Requieren calibración experta.
- Suelen tener un alto coste.





# 03

## Ámbitos de aplicación

Utilización - Recomendaciones  
Tendencias de futuro

## Ámbitos de Aplicación de la Frecuencia Cardíaca

### Principales usos

- **Entrenamiento deportivo:** Controlar la intensidad del ejercicio, mejorar el rendimiento y la técnica, así como prevenir el sobreentrenamiento.
- **Salud y bienestar:** Evaluar la condición cardiovascular, detectar posibles arritmias y seguir evolución de enfermedades.
- **Investigación:** Estudiar la respuesta al ejercicio, analizar efectos de fármacos y validar algoritmos de detección.
- **Wearables y apps:** Funciones de fitness y bienestar, entrenamientos personalizados e integración con asistentes virtuales.



## Ámbitos de Aplicación de la Frecuencia Cardíaca

### Factores técnicos en la medición

- **Frecuencia de muestreo:** Número de veces por segundo que se registra el pulso. Mínimo 50-100 Hz para precisión adecuada.
- **Precisión:** Desviación máxima respecto a valor real de FC. Debe ser menor a 5% o +/- 5 lpm.
- **Tecnologías inalámbricas:** Bluetooth 5.0 o superior, ANT+, WiFi. Evitar interferencias.
- **Interferencias:** Movimiento, sudoración, campos electromagnéticos. Evaluar en uso.
- **Algoritmos de procesamiento:** Filtros, suavizado de señal, detección de outliers.
- **Calibración:** Ajuste inicial con parámetros del usuario. Re-calibrar periódicamente.
- **Ergonomía:** Tamaño, peso, ajuste a anatomía. Debe ser cómodo para uso prolongado.
- **Batería:** Autonomía adecuada al uso. Carga rápida. Medición continua al menos 10 horas.
- **Resistencia al agua:** Hasta 50 metros para uso deportivo con sudoración.
- **Facilidad de uso:** Emparejamiento automático, lectura sencilla de datos.

# Ámbitos de Aplicación de la Frecuencia Cardíaca

## Factores técnicos en la medición - Investigación

› J Med Eng Technol. Agosto de 2017; 41 (6): 480-485. doi: 10.1080/03091902.2017.1333166.  
Publicación electrónica del 4 de julio de 2017.

## Validez de las mediciones de frecuencia cardíaca del Garmin Forerunner 225 a diferentes intensidades de marcha

Jomme Claes<sup>1</sup>, Compras Roselien<sup>2</sup>, Andrea Ávila<sup>2</sup>, Dewar Finlay<sup>3</sup>, Alan Kennedy<sup>3</sup>, Daniel Guldenring<sup>3</sup>, Werner Budts<sup>1</sup>, Véronique Cornelissen<sup>2</sup>

Afiliaciones + expandir

PMID: 28675070 DOI: 10.1080/03091902.2017.1333166

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28675070/>

# Ámbitos de Aplicación de la Frecuencia Cardíaca

## Factores técnicos en la medición - Investigación

### Artículo de revisión

Frente. Neurosci., 19 de noviembre de 2020  
Sec. Neurociencia Autónoma  
Volumen 14 - 2020 | <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.594880>

Este artículo es parte del Tema de Investigación

Horizonte 2030: Aplicaciones innovadoras de la variabilidad de la frecuencia cardíaca

[Ver los 40 artículos >](#)

## Una revisión crítica de la investigación sobre las normas de variabilidad de la frecuencia cardíaca a muy corto plazo



Fred Shaffer<sup>1\*</sup>



Zachary M. Meehan<sup>2</sup>



Christopher L. Zerr<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centro de Psicofisiología Aplicada, Truman State University, Kirksville, MO, Estados Unidos

<sup>2</sup> Departamento de Psicología y Ciencias del Cerebro, Universidad de Delaware, Newark, DE, Estados Unidos

<sup>3</sup> Departamento de Psicología y Ciencias del Cerebro, Universidad de Washington en St. Louis, St. Louis, MO, Estados Unidos

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnins.2020.594880/full>

# Ámbitos de Aplicación de la Frecuencia Cardíaca

## Factores técnicos en la medición - Investigación

[Int J Environ Res Salud Pública](#). 2021 febrero; 18(3): 869.

PMCID: PMC7908342

Publicado en línea el 20 de enero de 2021. doi: [10.3390/ijerph18030869](https://doi.org/10.3390/ijerph18030869)

PMID: [33498381](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33498381/)

Validez del monitor Polar V800 para evaluar la variabilidad de la frecuencia cardíaca en adultos mayores bajo estrés mental y condiciones de doble tarea

[Chang-Jing Huang](#) , <sup>1,2</sup> [Hsiao-Lung Chan](#) , <sup>3,4</sup> [Ya-Ju Chang](#) , <sup>4,5</sup> [Shu-Mei Chen](#) , <sup>6</sup> y [Miao-Ju Hsu](#) <sup>1,6,7,8,\*</sup>

Jennifer L. Scheid, editora académica


► [Información del autor](#) ► [Notas del artículo](#) ► [Información de derechos de autor y licencia](#) [Descarga de responsabilidad de PMC](#)

# Ámbitos de Aplicación de la Frecuencia Cardíaca

## Factores técnicos en la medición - Investigación

Actividad Física, Salud y Ejercicio

# Validez de los dispositivos de fotopletismografía de muñeca para medir la frecuencia cardíaca: una revisión sistemática y un metanálisis

Yanan Zhang , Glenn Weaver, Bridget Armstrong , Sara Burkart , Shuxin Zhang & Michael W. Remolacha

Páginas 2021-2034 | Aceptado el 4 de mayo de 2020, Publicado en línea: 19 de junio de 2020

 Cita este artículo  <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1767348>



<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02640414.2020.1767348>




# Ámbitos de Aplicación de la Frecuencia Cardíaca

## Factores técnicos en la medición - Investigación

INVESTIGACION ORIGINAL

### Relojes inteligentes comerciales y monitores de frecuencia cardíaca: un análisis de validez concurrente

 Montalvo, Samuel<sup>1</sup> ; Martínez, Armando<sup>2</sup> ; Arias, Sabrina<sup>2</sup> ; Lozano, Alondra<sup>2</sup> ; González, Mateo P.<sup>3</sup> ; Dietze-Hermosa, Martín S.<sup>4</sup> ; Boyea, Bryan L.<sup>5</sup> ; Dorgo, Sandor

Información del autor 

*Journal of Strength and Conditioning Research* 37(9):p 1802-1808,  
septiembre de 2023. | DOI: 10.1519/JSC.0000000000004482

# Ámbitos de Aplicación de la Frecuencia Cardíaca

## Recomendaciones

### Tipo de usuario

- **Principiantes:** Apps móviles o pulseras básicas.
- **Amateurs:** Relojes multifunción.
- **Profesionales:** Pulsómetros específicos.

### Presupuesto

- **Bajo:** Apps móviles gratuitas (0 - 10 euros).
- **Medio:** Pulseras y relojes fitness (< 100 euros)
- **Alto:** Pulsómetros específicos. (+ 100 euros).



# Ámbitos de Aplicación de la Frecuencia Cardíaca

## Recomendaciones

### Calculadora de comparación de productos



## CÓMO ENCONTRAR EL PRODUCTO ADECUADO PARA USTED

<https://www.dcrainmaker.com/product-comparison-calculator>

# Tendencias de futuro en el Uso de la Frecuencia Cardíaca

## Tendencias en el desarrollo

- **Dispositivos más pequeños y livianos:** Tendencia a wearables miniaturizados con nuevos materiales para mayor comodidad.
- **Mejoras en duración de batería:** Innovaciones para lograr mayor autonomía con una sola carga, clave para monitoreo continuado.
- **Conectividad ampliada y nuevos sensores:** Bluetooth 5.0 permite vinculación simultánea de múltiples dispositivos. Incorporación de nuevos sensores como SpO2.
- **Integración con asistentes virtuales:** Compatibilidad con Siri, Alexa, etc. para monitoreo voz, análisis inteligente y funciones predictivas.
- **Análisis avanzado de datos con IA:** Algoritmos de aprendizaje profundo para obtener más información valiosa de los datos de FC.



## Tendencias de futuro en el Uso de la Frecuencia Cardíaca

### Retos a superar en el desarrollo

- **Mejoras en durabilidad de dispositivos:** desarrollo de materiales y diseños más resistentes al desgaste prolongado.
- **Mayor adopción en ámbitos clínicos:** validación de tecnologías wearables para su incorporación en contextos de salud y medicina.
- **Privacidad de datos masivos:** garantizar seguridad y control de los usuarios sobre la gran cantidad de datos de FC recopilados.
- **Validación de algoritmos de IA:** pruebas rigurosas en diferentes poblaciones para garantizar precisión y fiabilidad de modelos de IA.
- **Regulación de aplicaciones médicas:** establecer marcos regulatorios adecuados para aplicaciones de salud basadas en estas tecnologías.



## Tendencias de futuro en el Uso de la Frecuencia Cardíaca

### Futuro en la monitorización de la FC

- **Lentes inteligentes con sensores de FC:** Prototipos de lentes con micro-sensores integrados para medición continua.
- **Apps de prescripción de entrenamiento:** software capaz de generar programas personalizados de ejercicio según datos de FC del usuario.
- **Alertas predictivas de salud:** sistemas de aviso anticipado de posibles eventos adversos basados en el monitoreo 24/7 de la frecuencia cardíaca.
- **Pagos e identidad biométrica:** uso de la FC como dato biométrico único para autorizar pagos y accesos de forma segura.
- **Monitoreo de fármacos y estrés:** sensores para evaluar impacto de medicamentos y niveles de estrés a través de cambios en la FC.





# 04

## Reflexión final

Debate  
Actividades



## Reflexión final

### Debate

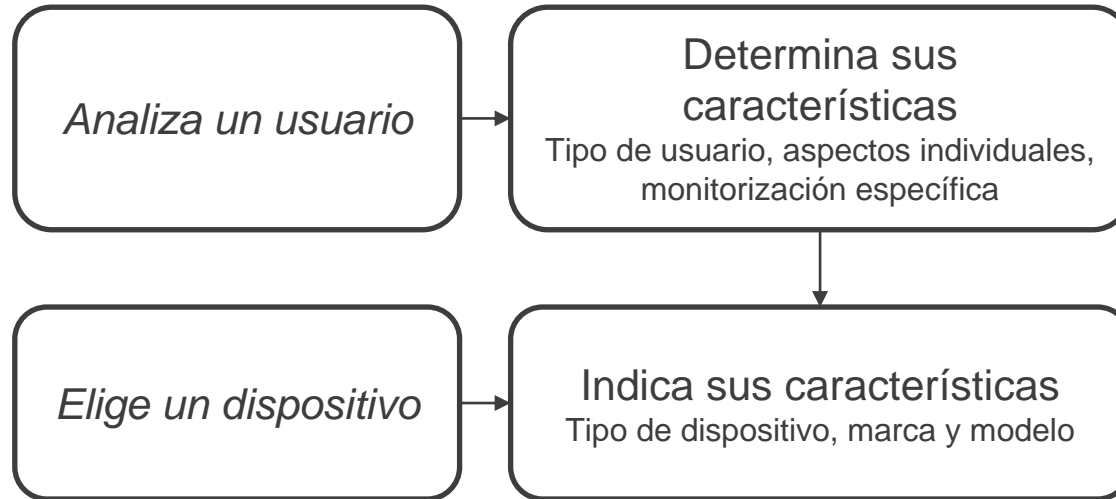
- *¿Cuándo recomendarías a un usuario que realice monitorización de la frecuencia cardíaca durante la práctica deportiva?*
- *¿Qué tecnología para su monitorización recomendarías y por qué?*
- *¿Crees que es necesario restringir el uso de los datos personales biológicos o por el contrario deberían de ser de libre acceso?*
- *¿Qué desarrollo o aplicación que no existe actualmente darías a la frecuencia cardíaca si montases una start-up tecnológica?*





## Reflexión final

### Actividad práctica



¿Alguna pregunta?



**Dr. José Pino Ortega**

✉ [josepinoortega@um.es](mailto:josepinoortega@um.es)

**R<sup>G</sup>** [José Pino-Ortega](#)

*Despacho 12 - Tercera Planta*