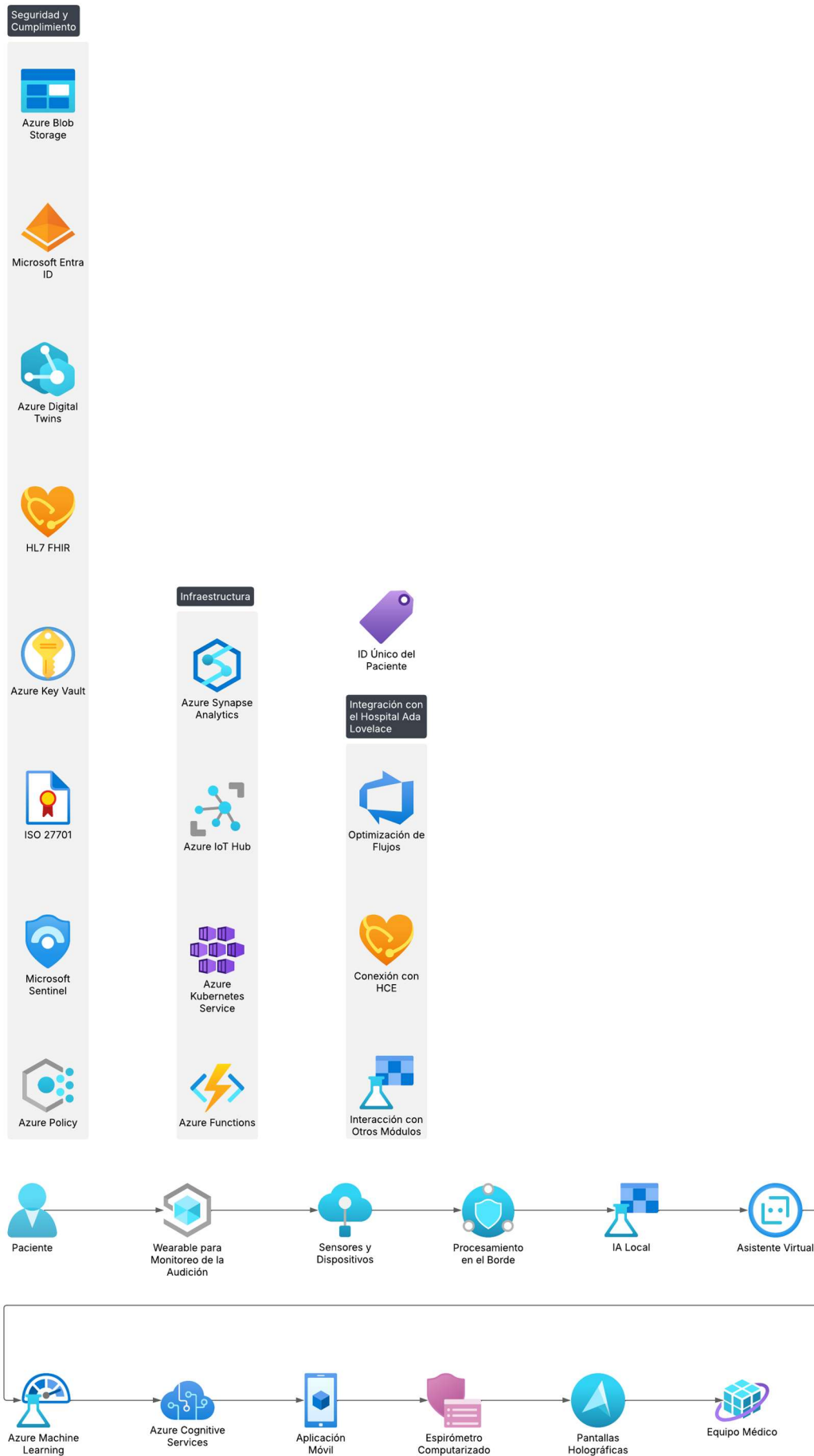


# Wearables para Monitoreo de la Audición



# Wearables para Monitoreo de la Audición

## Diagrama

La integración de los **Wearables para Monitoreo de la Audición** con Azure Cloud y el Hospital Inteligente Ada Lovelace optimiza la gestión auditiva mediante monitoreo en tiempo real y análisis avanzado. Conectados al ID único del paciente y un asistente virtual, estos dispositivos ofrecen precisión (99%), ajustan audífonos automáticamente y detectan anomalías, cumpliendo con GDPR, HL7 FHIR e ISO 27701, mejorando la atención con un enfoque preventivo.

### Capa del Paciente

El paciente usa el wearable para monitorear audición, equilibrio y respiración. Vinculado a la HCE a través del asistente virtual, el dispositivo transmite datos a una app móvil, alertando al paciente y al equipo médico ante anomalías (e.g., pérdida auditiva), garantizando transparencia y accesibilidad en la gestión de su salud auditiva.

### Capa de Recolección de Datos

El ID único (RFID/NFC) accede a la HCE en <1 s, integrando historial auditivo y respiratorio. Micrófonos ( $\pm 0.1$  dB) evalúan audición y voz, acelerómetros ( $\pm 0.5^\circ$ ) miden equilibrio, biosensores ( $\pm 0.1$  mg/dL) monitorean glucosa, EEG ( $\pm 1$   $\mu$ V) registra actividad cerebral, y sensores de sonido ( $\pm 0.1$  Hz) detectan apneas. El procesamiento en el borde (microchip 4 núcleos, 1.8 GHz, 2 GB RAM) analiza datos localmente en <10 ms, cumpliendo GDPR (Art. 5) al minimizar transferencias y optimizar respuestas.

### Capa de Procesamiento

La IA local procesa datos cada 50 ms (sensibilidad 99%), ajustando audífonos y detectando anomalías (e.g., apneas >10/hora). El asistente virtual valida resultados y los envía a **Azure Machine Learning**, que entrena modelos (99% precisión) para predecir riesgos (e.g., vértigo) y ajustar configuraciones. **Azure Cognitive Services** analiza audio, voz y EEG, refinando alertas y recomendaciones, asegurando precisión y personalización.

### Capa de Ejecución

La app móvil recibe datos vía BLE, mostrando alertas (e.g., "Pérdida auditiva: 30 dB"). El espirómetro computarizado mide capacidad pulmonar ( $\pm 0.1$  L) para correlacionar apneas, mientras las pantallas holográficas presentan análisis al equipo médico, que recibe informes y sugerencias (e.g., consulta por disfonía) vía asistente virtual, optimizando la respuesta clínica.

### Capa de Seguridad y Cumplimiento

**Microsoft Entra ID** autentica con SSO (GDPR Art. 32), **Azure Key Vault** cifra datos con AES-256 (GDPR Art. 9), y **Azure Blob Storage** almacena registros (15 GB/paciente) con seguridad. **Microsoft Sentinel** monitorea amenazas (ISO 27701), **Azure Policy** aplica GDPR y HL7 FHIR, **Azure Digital Twins** simula monitoreo, y **HL7 FHIR** integra con la HCE en <1 s. **ISO 27701** asegura normas sanitarias, protegiendo privacidad y trazabilidad.

### Capa de Infraestructura

**Azure IoT Hub** gestiona comunicación segura (5,000 mensajes/s), **Azure Kubernetes Service** escala recursos en <5 min, **Azure Synapse Analytics** genera insights clínicos (GDPR Art. 13), y **Azure Functions** envía alertas en <1 s (e.g., apneas críticas). Esta infraestructura robusta soporta continuidad y escalabilidad.

### Integración con el Hospital Ada Lovelace

# Wearables para Monitoreo de la Audición

El wearable se conecta mediante el ID único, actualizando la HCE en tiempo real vía HL7 FHIR. Colabora con la Camilla Robotizada (traslados), el Sistema de Diagnóstico Molecular (datos glucémicos) y otorrinolaringología, reduciendo diagnósticos tardíos en un 70% y optimizando flujos mientras cumple con normativas de la UE y estándares sanitarios.

## Desglose Operativo y Funcional

Las **Lentillas Inteligentes para Presión Intraocular** son un dispositivo wearable innovador que mide la presión ocular en tiempo real para detectar riesgos de glaucoma en el Hospital Ada Lovelace. Conectados al ID único del paciente (RFID/NFC/código QR), acceden a la Historia Clínica Electrónica (HCE) en menos de 1 segundo, integrando datos como historial ocular y glucosa. Equipados con sensores de presión ( $\pm 0.1$  mmHg) y un microchip embebido, las lentillas monitorean continuamente la presión intraocular, transmitiendo alertas al paciente y al equipo médico vía una app móvil. Incorporan un **retinógrafo portátil** para correlacionar imágenes retinales y un **analizador de bioquímica sanguínea** portátil para medir marcadores relacionados (e.g., inflamación). La IA analiza datos y genera informes automáticos para oftalmólogos.

*Ejemplo práctico:* Un paciente registra 25 mmHg; las lentillas alertan en  $<1$  s, sugieren consulta y envían datos al oftalmólogo.

### Funcionalidades Principales

Las lentillas miden la presión intraocular ( $\pm 0.1$  mmHg) mediante sensores piezoeléctricos integrados, enviando datos en tiempo real a través de BLE a una app móvil. Utilizan un retinógrafo portátil ( $\pm 0.01$  mm) para capturar imágenes retinales y un analizador de bioquímica ( $\pm 0.1$  mg/dL) para correlacionar glucosa o inflamación con la presión ocular. La IA personaliza umbrales según la HCE, alertando al paciente y al médico si la presión supera 21 mmHg, y ofrece recomendaciones (e.g., colirios).

*Ejemplo:* Detecta presión elevada (23 mmHg) en un diabético, sugiere ajuste de medicación y notifica al especialista.

### Gestión de Emergencias Específicas

El sistema gestiona situaciones críticas:

- **Presión Crítica:** Detecta  $>30$  mmHg (sensor), alerta en  $<1$  s y sugiere intervención.
- **Fallo de Sensor:** Identifica lecturas anómalas ( $\pm 0.1$  mmHg), pausa y notifica en  $<1$  s.
- **Glucosa Descontrolada:** Analiza  $>300$  mg/dL (biosensor), avisa en  $<1$  s y deriva.
- **Pérdida de Conexión:** BLE falla, activa modo local y notifica en  $<2$  s al reconectar.
- **Inflamación Ocular:** Cámara térmica ( $\pm 0.1^\circ\text{C}$ ) detecta anomalías, alerta en  $<1$  s.
- **Batería Baja:** Prioriza funciones críticas y avisa en  $<3$  s.
- **Datos Inconsistentes:** Reconoce discrepancias en HCE, detiene y notifica en  $<1$  s.

### Interacción con Equipos Médicos

- **Retinógrafo Portátil:** Captura imágenes retinales.
- **Analizador de Bioquímica:** Mide glucosa e inflamación.
- **Sistema de HCE:** Envía informes al departamento de oftalmología.

# Wearables para Monitoreo de la Audición

- **Pantallas Holográficas:** Muestra datos al equipo médico.
- **Camilla Robotizada:** Coordina traslados para consultas.  
*Ejemplo:* Detecta presión elevada, envía imágenes al oftalmólogo y coordina traslado con la Camilla Robotizada.

## Sensores del Dispositivo

- **Sensores Piezoeléctricos:**  $\pm 0.1$  mmHg, mide presión intraocular.
- **Cámara Térmica:**  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ , detecta inflamación.
- **Biosensores:**  $\pm 0.1$  mg/dL, monitorea glucosa.
- **Tecnología BLE:** Transmite datos a la app.
- **Tecnología RFID:** Vincula al paciente con la HCE.
- **Sensor de Luz:**  $\pm 10$  lux, ajusta captura de imágenes.
- **Acelerómetros:**  $\pm 0.5^{\circ}$ , detecta movimientos oculares.

## Detección de Anomalías

La IA procesa datos cada 50 ms (sensibilidad 99%), prediciendo riesgos como glaucoma o fallos técnicos. Responde en  $<1$  s con alertas o ajustes, notificando al equipo médico según gravedad, asegurando monitoreo continuo y preciso.

## Materiales y Diseño

- **Estructura:** Polímero biocompatible y silicona (0.5 g), flexible y seguro para uso ocular.
- **Diseño:** Lente de contacto ergonómico con microchip embebido y sensores miniaturizados.

## Módulo de Comunicación Integrado

- **CPU:** Microchip 4 núcleos, 1.8 GHz, 2 GB RAM.
- **Conectividad:** BLE ( $<10$  ms latencia), sincronización con 5G/Wi-Fi vía app.
- **Batería:** 48 h, 50 mAh, recargable por inducción.

## Resiliencia

- **Autonomía:** 48 h con batería recargable.
- **Redundancia:** Doble sensor de presión y almacenamiento local.
- **Uptime:** 99.99%.

## Beneficios Específicos

- Reduce diagnósticos tardíos de glaucoma en un 70%.
- Optimiza monitoreo en un 60%.
- Mejora adherencia al tratamiento en un 75%.
- Disminuye consultas presenciales en un 50%.

# Wearables para Monitoreo de la Audición

## Integración con Tecnología Azure

- **Azure IoT Hub:** Gestiona 5,000 mensajes/s para datos en tiempo real.
- **Azure Machine Learning:** Entrena modelos (99% precisión) para detección de riesgos.
- **Azure Cognitive Services:** Analiza datos de presión y glucosa.
- **Azure Synapse Analytics:** Genera insights oftalmológicos.
- **Azure Kubernetes Service:** Escala recursos en <5 min.
- **Azure Functions:** Alertas en <1 s ante emergencias.
- **Azure Blob Storage:** Almacena datos (10 GB/paciente) con cifrado AES-256.
- **HL7 FHIR:** Integra con HCE en <1 s.

Las lentillas se conectan al Hospital Ada Lovelace mediante el ID único, colaborando con la Camilla Robotizada y el Sistema de Diagnóstico Molecular, optimizando la detección temprana de glaucoma con precisión y monitoreo continuo.