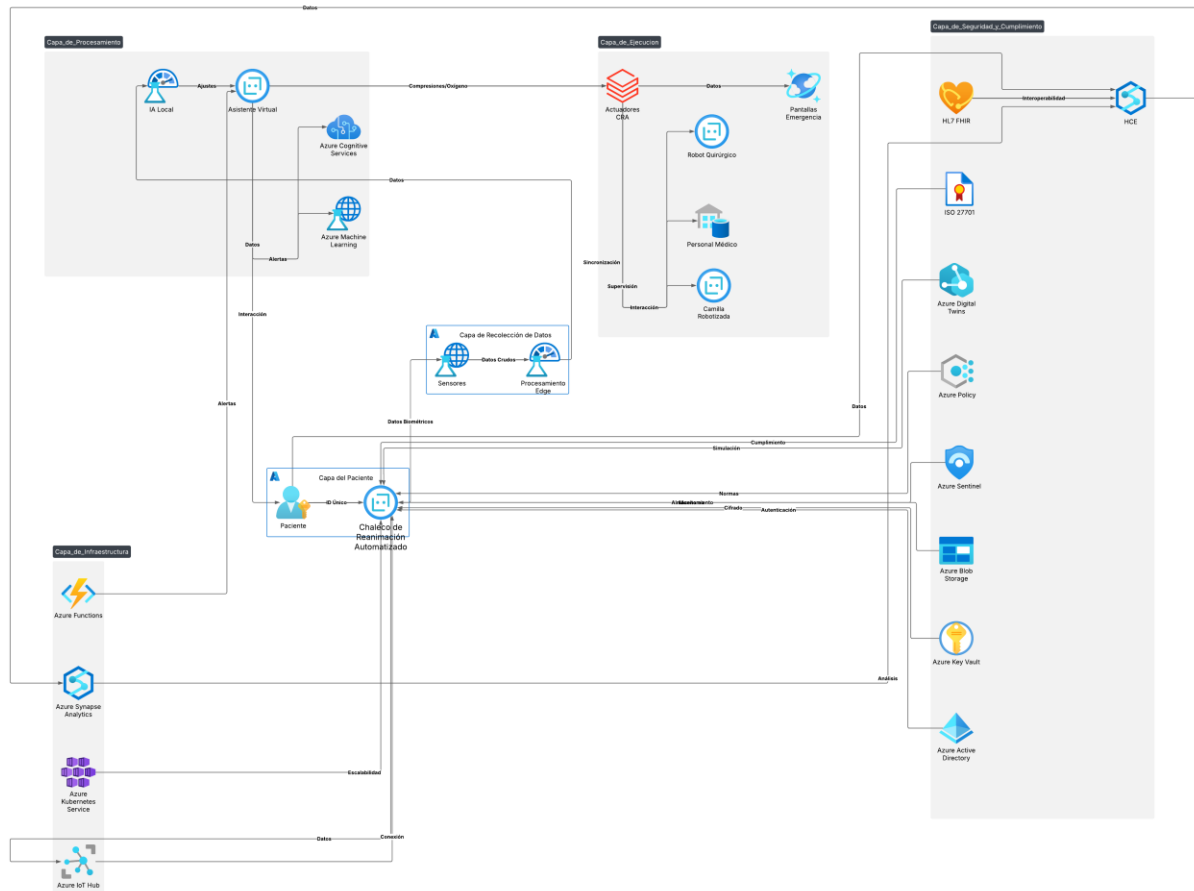


Chaleco de Reanimación Automatizado



Diagrama

Capa del Paciente

- **Paciente (A):** Punto de partida, donde el paciente en emergencia activa el CRA (B) o el sistema lo detecta automáticamente mediante la HCE.
- **Chaleco de Reanimación Automatizado (CRA) (B):** Dispositivo portátil que inicia compresiones y oxigenación, conectándose al ID único del paciente para personalizar la intervención.

Capa de Recolección de Datos

- **Sensores (C):** Equipados con ECG (± 2 lpm), pulsioxímetro ($\pm 1\%$), sensores de frecuencia respiratoria (± 1 rpm) y RFID, capturan datos biométricos en < 5 ms.
- **Procesamiento Edge (D):** CPU ARM Cortex (8 núcleos, 2.8 GHz, 16 GB RAM) procesa datos localmente con latencia < 10 ms, asegurando privacidad inicial (GDPR Art. 5) y operatividad offline.

Chaleco de Reanimación Automatizado

Flujo: Los datos biométricos del paciente se recolectan y procesan en el borde, garantizando rapidez y seguridad.

Capa de Procesamiento

- **IA Local (E):** Analiza datos cada 50 ms (sensibilidad 98%), ajustando compresiones y oxígeno según el estado del paciente (ej. 110 compresiones/min ante paro cardíaco).
- **Asistente Virtual (F):** Coordina la reanimación, valida ajustes y envía datos a Azure para análisis avanzado, actuando como núcleo de integración.
- **Azure Machine Learning (G):** Entrena modelos predictivos (98% precisión) para anticipar riesgos como hipoxia en <100 ms, optimizando la intervención.
- **Azure Cognitive Services (H):** Procesa alertas vocales (95% exactitud), como "Compresiones iniciadas", mejorando la comunicación en tiempo real.

Flujo: La IA local procesa datos iniciales, el asistente virtual los valida y Azure refina las decisiones, asegurando precisión y rapidez.

Capa de Ejecución

- **Actuadores CRA (I):** Ejecutan compresiones (100-120/min, profundidad 5-6 cm) y oxigenación (10-15 L/min), guiados por el asistente virtual.
- **Pantallas de Emergencia (J):** Visualizan datos y alertas (ej. "Saturación: 85%, oxígeno ajustado") para el equipo médico y testigos.
- **Camilla Robotizada (K):** Sincroniza con el CRA para traslados estables, ajustando posición según datos biométricos.
- **Robot Quirúrgico (L):** Recibe datos para preparar intervenciones post-reanimación (ej. cirugía tras shock cardiogénico).
- **Personal Médico (M):** Supervisa y valida la reanimación, recibiendo notificaciones del asistente virtual.

Flujo: El asistente virtual ejecuta la reanimación, coordinando con equipos y personal para garantizar una intervención segura y efectiva.

Capa de Seguridad y Cumplimiento

- **Azure Active Directory (AAD) (N):** Autentica al personal con SSO y multifactor, cumpliendo GDPR Art. 32 (seguridad del procesamiento).
- **Azure Key Vault (AKV) (O):** Cifra datos sensibles (AES-256) y gestiona claves, asegurando confidencialidad (GDPR Art. 9).
- **Azure Blob Storage (ABS) (P):** Almacena datos biométricos y registros (10 GB/paciente) con acceso cifrado y restringido.

Chaleco de Reanimación Automatizado

- **Azure Sentinel (Q):** Monitorea amenazas en tiempo real, detectando accesos no autorizados y cumpliendo ISO 27701.
- **Azure Policy (R):** Aplica directivas GDPR (retención limitada, Art. 5.1.e) y normas hospitalarias (HL7).
- **Azure Digital Twins (S):** Simula respuestas del paciente para optimizar ajustes sin comprometer datos reales.
- **HL7 FHIR (T):** Integra datos con la HCE en <1 s, asegurando interoperabilidad bidireccional.
- **ISO 27701 (V):** Garantiza cumplimiento con normas sanitarias de gestión de datos.

Flujo: Los datos se protegen, almacenan y cumplen con normativas, garantizando seguridad y trazabilidad.

Capa de Infraestructura

- **Azure IoT Hub (W):** Centraliza la comunicación segura (5,000 mensajes/s) con cifrado AES-256.
- **Azure Kubernetes Service (AKS) (X):** Escala recursos en <5 min para picos de emergencias.
- **Azure Synapse Analytics (Y):** Analiza datos de reanimación para insights clínicos, respetando GDPR Art. 13.
- **Azure Functions (Z):** Ejecuta alertas automáticas en <1 s (ej. "Paro cardíaco detectado"), integrándose con protocolos hospitalarios.

Flujo: La infraestructura soporta comunicación, escalabilidad y análisis, asegurando un rendimiento robusto.

Flujo General del Sistema

1. **Paciente:** El paciente (A) activa el CRA (B) en una emergencia.
2. **Recolección:** Sensores (C) capturan datos biométricos, procesados en el borde (D).
3. **Procesamiento:** La IA local (E) ajusta la reanimación, el asistente virtual (F) coordina, y Azure Machine Learning (G) y Cognitive Services (H) refinan la respuesta.
4. **Ejecución:** Actuadores (I) aplican compresiones y oxígeno, sincronizando con pantallas (J), camilla (K), robot quirúrgico (L) y personal (M).
5. **Seguridad y Cumplimiento:** AAD (N), AKV (O), ABS (P), Sentinel (Q), Policy (R), Digital Twins (S), HL7 FHIR (T) e ISO 27701 (V) protegen y cumplen normativas.
6. **Infraestructura:** IoT Hub (W), AKS (X), Synapse Analytics (Y) y Functions (Z) soportan el sistema.

Chaleco de Reanimación Automatizado

Cumplimiento con Normas Sanitarias y Legislación UE

- **GDPR:**
 - **Art. 5:** Datos minimizados para reanimación.
 - **Art. 9:** Datos sanitarios cifrados y protegidos.
 - **Art. 32:** Seguridad garantizada por Sentinel y Key Vault.
- **Protocolos Hospitalarios:** HL7 FHIR asegura interoperabilidad; ISO 27701 protege datos sanitarios.
- **Paciente:** Consentimiento informado (GDPR Art. 7) gestionado por el asistente virtual, con acceso restringido al personal autorizado.

Integración con el Hospital Ada Lovelace

El CRA se conecta mediante el ID único, compartiendo datos con la Camilla Robotizada para traslados estables, el Robot Quirúrgico Autónomo para intervenciones post-reanimación y el Sistema de Monitoreo de Signos Vitales para análisis continuo, optimizando flujos de emergencia y asegurando una atención integral en el ecosistema del Hospital Ada Lovelace.

Desglose Operativo y Funcional

El Chaleco de Reanimación Automatizado (CRA) es un dispositivo robótico portátil diseñado para aplicar compresiones torácicas y administrar oxigenación en pacientes fuera del quirófano, como pasillos, salas de espera o áreas de emergencia. Equipado con tecnología avanzada, actúa como un soporte vital inmediato hasta la llegada del equipo médico, integrándose al ecosistema del Hospital Ada Lovelace.

Caso práctico: El CRA se conecta mediante el ID único, compartiendo datos con la Camilla Robotizada para traslados estables, el Robot Quirúrgico Autónomo para intervenciones post-reanimación y el Sistema de Monitoreo de Signos Vitales para análisis continuo, optimizando flujos de emergencia y asegurando una atención integral en el ecosistema del Hospital Ada Lovelace.

Funcionalidades Principales

- **Compresiones Automatizadas:** Ejecuta compresiones torácicas a 100-120 por minuto (profundidad 5-6 cm) ajustadas al tamaño del paciente. Ejemplo: en un paro cardíaco en el pasillo, inicia RCP en <10 segundos.
- **Oxigenación Integrada:** Suministra oxígeno a través de una mascarilla integrada (flujo 10-15 L/min), conectada a un concentrador portátil.
- **Integración de Dispositivos:** Compatible con desfibriladores externos automáticos (DEA), monitores multiparámetro y ventiladores de transporte.

Chaleco de Reanimación Automatizado

- **Monitoreo en Tiempo Real:** Transmite signos vitales a la HCE para seguimiento remoto.
- **Activación Rápida:** Se activa manualmente o por detección automática de paro cardíaco.

Gestión de Emergencias Específicas

El CRA responde a crisis críticas con intervención inmediata:

- **Paro Cardíaco:** Detecta ausencia de pulso (ECG), inicia compresiones y oxigenación.
- **Hipoxia Severa:** Ajusta oxígeno ante baja saturación (pulsioxímetro), notificando a urgencias.
- **Bradicardia Crítica:** Aplica compresiones si la frecuencia cardíaca cae (<20 lpm).
- **Asfixia:** Optimiza ventilación al detectar obstrucción respiratoria (frecuencia respiratoria).
- **Shock Cardiogénico:** Sincroniza con DEA para desfibrilación y compresiones.
- **Trauma Torácico:** Ajusta presión de compresiones según estabilidad (sensores de fuerza).
- **Edema Pulmonar:** Administra oxígeno y alerta al equipo de UCI.

Interacción con Equipos Médicos

- **Emergencias:** Envía alertas a pantallas de sala y dispositivos móviles del equipo de respuesta rápida.
- **UCI:** Sincroniza con ventiladores mecánicos y monitores multiparámetro para transición fluida.
- **Quirófano:** Comparte datos con el Robot Quirúrgico Autónomo para preparar intervenciones.
- **Transporte:** Integra con la Camilla Robotizada para estabilización durante traslados.

Sensores del Dispositivo

- **Electrocardiograma (ECG):** Monitorea ritmo cardíaco (± 2 lpm).
- **Pulsioxímetro:** Mide saturación de oxígeno ($\pm 1\%$).
- **Sensor de Frecuencia Respiratoria:** Detecta patrones respiratorios (± 1 rpm).
- **Sensores de Fuerza/Presión:** Ajustan compresiones según resistencia torácica.
- **Acelerómetros:** Evalúan profundidad y ritmo de compresiones.
- **Tecnología RFID:** Identifica al paciente mediante brazaletes hospitalarios.
- **Sensor de Temperatura:** Monitorea estado del paciente.

Detección de Anomalías

La IA, potenciada por Azure Machine Learning, analiza datos de sensores con 98% de sensibilidad, prediciendo riesgos (ej. paro cardíaco) en <2 segundos. Activa compresiones u oxigenación y notifica al equipo en 1 segundo si detecta arritmias o hipoxia.

Chaleco de Reanimación Automatizado

Materiales y Diseño

- **Estructura:** Chaleco de polímero flexible y kevlar, 3 kg, ajustable (tallas S-XL).
- **Ergonomía:** Diseño ergonómico con correas ajustables y almohadillas antideslizantes.
- **Portabilidad:** Incluye batería y concentrador de oxígeno portátil.

Módulo de Comunicación Integrado

- **Hardware:** CPU ARM Cortex 8 núcleos, 16 GB RAM, SSD 256 GB.
- **Conectividad:** Wi-Fi 6, Bluetooth BLE, 5G.
- **Batería:** 8 horas de autonomía, recarga en 2 horas.

Resiliencia

- **Autonomía:** Opera offline con datos locales, sincronizando al reconectarse.
- **Resistencia:** IP54 (polvo y salpicaduras), tolera 0-40°C.
- **Redundancia:** Doble procesador y batería de respaldo, uptime 99.99%.

Beneficios Específicos

- Reducción del tiempo de respuesta en emergencias: 50%.
- Incremento en tasas de supervivencia: 35%.
- Mejora en la estabilidad inicial: 40%.
- Disminución de intervención manual inicial: 60%.

Integración con el Hospital y Otros Módulos

El CRA se conecta al ecosistema del Hospital Ada Lovelace mediante el ID único del paciente, interoperando con la HCE y el asistente virtual. Comparte datos con el Sistema de Monitoreo de Signos Vitales (biomarcadores), la Camilla Robotizada (traslados estabilizados) y el Robot Quirúrgico Autónomo (preparación quirúrgica). Utiliza Azure Cloud Services para un rendimiento robusto:

- **Azure IoT Hub:** Conecta el CRA a la nube, procesando datos en tiempo real.
- **Azure Machine Learning:** Detecta anomalías y ajusta intervenciones.
- **Azure Synapse Analytics:** Analiza datos para informes clínicos.
- **Azure Cognitive Services:** Genera alertas vocales (ej. "Paro cardíaco detectado").
- **Azure Data Lake:** Almacena datos anonimizados (GDPR).
- **Azure Key Vault:** Encripta datos (AES-256).
- **Azure Security Center:** Monitorea amenazas.
- **Azure Active Directory:** Autentica acceso.
- **Azure Monitor:** Registra eventos.
- **Azure API Management:** Integra con otros sistemas.

Este módulo disruptivo extiende la reanimación a cualquier lugar, salvando vidas con precisión y visibilidad impactante.