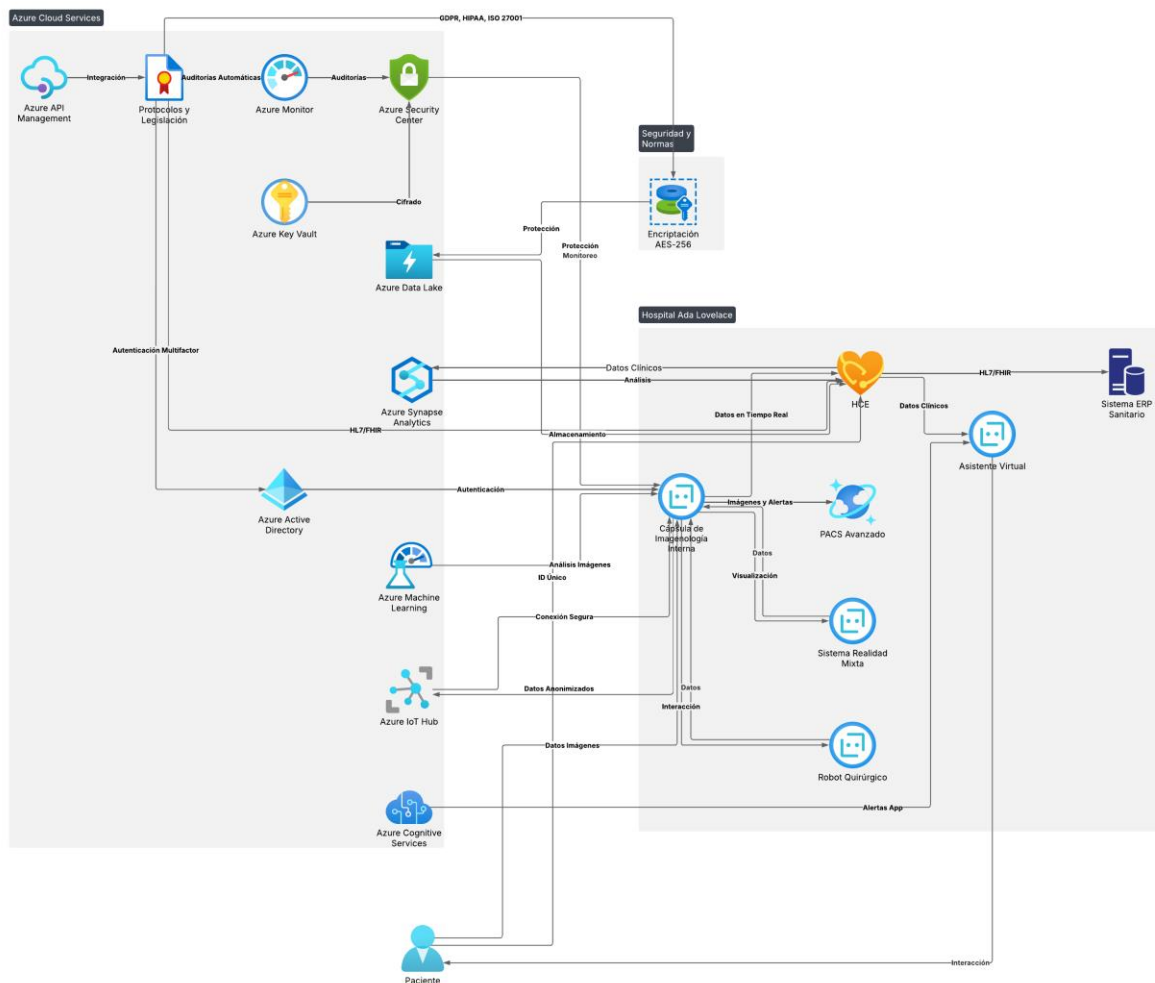


# Cápsula de Imagenología Interna



## Diagrama

### Integración con Azure Cloud Services

La Cápsula de Imagenología Interna (CII) se conecta a Azure Cloud Services para capturar, analizar y transmitir imágenes internas del cuerpo, ofreciendo una solución no invasiva, escalable y segura en el Hospital Ada Lovelace:

- **Azure IoT Hub:** Gestiona la comunicación bidireccional entre la CII y la nube, procesando imágenes y datos de sensores (cámaras 360°, biosensores) en tiempo real. Por ejemplo, transmite un video de una úlcera gástrica en <5 segundos tras su captura.
- **Azure Machine Learning:** Entrena modelos predictivos con datos anonimizados para analizar imágenes con un 95% de sensibilidad, detectando anomalías (ej. hemorragia digestiva) en <5 segundos. Resalta áreas críticas para médicos.

# Cápsula de Imagenología Interna

- **Azure Synapse Analytics:** Integra imágenes y datos clínicos de la HCE, generando informes analíticos. Ejemplo: correlaciona una perforación gástrica con biomarcadores para planificar tratamientos.
- **Azure Cognitive Services:** Procesa comandos de voz (ej. "mostrar estómago") y genera alertas en la app del paciente y médico, como "Posible obstrucción detectada", con un 90% de exactitud.
- **Azure Data Lake:** Almacena imágenes y datos capturados de forma segura y escalable, anonimizados para cumplir con GDPR y HIPAA, accesibles para análisis retrospectivo.
- **Azure Key Vault:** Gestiona claves de cifrado AES-256, protegiendo datos desde la cápsula hasta la nube. Ejemplo: encripta imágenes de un tumor en tránsito.
- **Azure Security Center:** Monitorea amenazas en tiempo real, bloqueando accesos no autorizados a los datos de la CII. Si se detecta un intento de intrusión, activa un bloqueo inmediato.
- **Azure Active Directory (AAD):** Implementa autenticación multifactor para médicos y personal autorizado, restringiendo el acceso a la CII y la HCE.
- **Azure Monitor:** Registra eventos (capturas, análisis) y genera auditorías automáticas, asegurando trazabilidad para ISO 27001.
- **Azure API Management:** Facilita la integración con otros sistemas mediante APIs. Ejemplo: conecta la CII al Sistema PACS Avanzado para almacenamiento de imágenes.

## Conexión con el Hospital Ada Lovelace

La CII se integra al ecosistema hospitalario para optimizar diagnósticos y colaboración clínica:

- **Historia Clínica Electrónica (HCE):** Usa el ID único del paciente y estándares HL7/FHIR para registrar imágenes y diagnósticos en tiempo real. Ejemplo: una imagen de diverticulitis se documenta al instante.
- **Sistema ERP Sanitario:** Comparte datos de uso de la CII (número de cápsulas, duración operativa) para gestionar inventarios y costos.
- **Asistente Virtual Personalizado:** Comunica resultados al paciente y equipo médico a través de la app. Ejemplo: "Se detectó una anomalía, su médico está revisando" tras capturar un tumor.
- **Sistema PACS Avanzado:** Almacena y organiza imágenes capturadas por la CII, accesibles para análisis detallado por gastroenterólogos.
- **Robot Quirúrgico Autónomo:** Transmite imágenes internas para guiar intervenciones precisas, como la resección de un tumor gastrointestinal.

# Cápsula de Imagenología Interna

- **Sistema de Realidad Mixta:** Convierte imágenes de la CII en hologramas 3D manipulables, mejorando la visualización para planificación clínica.

## Capa de Seguridad

La seguridad está alineada con protocolos hospitalarios y legislación de la UE:

- **Encriptación:** Azure Key Vault asegura datos con AES-256 en tránsito y reposo, desde la cápsula hasta Data Lake.
- **Autenticación:** AAD exige multifactor para accesos, garantizando que solo personal autorizado vea los datos de la CII.
- **Monitoreo:** Azure Security Center detecta amenazas (ej. accesos no autorizados) y Azure Monitor registra eventos para auditorías.
- **Residencia de Datos:** Datos procesados y almacenados en centros europeos cumplen con GDPR, evitando transferencias fuera de la UE.

## Enfoque en el Paciente

La CII prioriza al paciente con transparencia y accesibilidad:

- **Datos de Imágenes:** Las capturas se vinculan al ID del paciente en la HCE, permitiendo al asistente virtual mostrar resultados en la app (ej. "Sus imágenes muestran una inflamación, su médico le contactará").
- **Consentimiento:** El uso de la cápsula se basa en protocolos preaprobados, alineados con el consentimiento informado.

## 5. Protocolos y Normas Hospitalarias/Sanitarias

- **HL7/FHIR:** Asegura interoperabilidad con la HCE y PACS.
- **ISO 27001:** Certifica la gestión segura de datos.
- **HIPAA:** Protege información sanitaria sensible.
- **GDPR:** Garantiza privacidad y residencia de datos en la UE.

## Legislación de la UE

- **Privacidad:** Azure OpenAI y Cognitive Services operan con residencia de datos en Europa, cumpliendo GDPR.
- **Auditorías:** Azure Monitor genera reportes automáticos para inspecciones regulatorias, demostrando cumplimiento con directivas sanitarias.

# Cápsula de Imagenología Interna

## Desglose Operativo y Funcional

La Cápsula de Imagenología Interna (CII) es un dispositivo ingerible que captura imágenes de alta resolución del tracto digestivo y otros órganos internos, enviándolas a una IA para análisis en tiempo real. Integrada al Hospital Ada Lovelace, reemplaza procedimientos invasivos como endoscopias y colonoscopias, proporcionando un diagnóstico no invasivo y accesible.

### Funcionalidades Principales

- **Captura de Imágenes:** Graba videos e imágenes en 4K del interior del cuerpo (ej. esófago, estómago) con un campo de visión de 360°. Ejemplo: detecta una úlcera gástrica en minutos.
- **Transmisión Inalámbrica:** Envía datos a dispositivos externos (smartphones, HCE) vía Bluetooth BLE.
- **Integración de Dispositivos:** Compatible con monitores multiparámetro y sistemas PACS para análisis complementario.
- **Resultados en App:** Muestra imágenes y diagnósticos en una aplicación móvil para pacientes y médicos.
- **Autonomía:** Funciona hasta 12 horas dentro del cuerpo antes de ser expulsada naturalmente.

### Gestión de Emergencias Específicas

La CII detecta y gestiona situaciones críticas:

- **Hemorragia Digestiva:** Identifica sangrado interno, alertando a urgencias.
- **Obstrucción Intestinal:** Detecta bloqueos (ej. íleo), notificando a cirugía.
- **Perforación Gástrica:** Resalta perforaciones en imágenes, priorizando intervención.
- **Tumor Gastrointestinal:** Localiza masas sospechosas, acelerando biopsias.
- **Inflamación Crónica:** Identifica colitis o Crohn, informando a gastroenterología.
- **Diverticulitis:** Detecta bolsas inflamadas, coordinando tratamiento.
- **Cuerpo Extraño:** Localiza objetos ingeridos, guiando extracción.

### Interacción con Equipos Médicos

- **Gastroenterología:** Envía imágenes al Sistema PACS Avanzado para análisis detallado.
- **Quirófano:** Comparte datos con el Robot Quirúrgico Autónomo para intervenciones precisas.
- **Emergencias:** Proyecta alertas en pantallas de sala para decisiones rápidas.
- **Pacientes:** Conecta con la app del asistente virtual para seguimiento post-diagnóstico.

### Sensores del Dispositivo

- **Cámaras 360°:** Capturan imágenes internas ( $\pm 1^\circ$  precisión angular).

# Cápsula de Imagenología Interna

- **Sensores Ópticos:** Detectan anomalías como sangre o inflamación.
- **Tecnología BLE:** Transmite datos a dispositivos externos.
- **Acelerómetros:** Monitorean la posición y movimiento dentro del cuerpo.
- **Sensor de Temperatura:** Evalúa condiciones internas ( $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ).
- **Biosensores:** Miden pH o marcadores químicos básicos.
- **Cámara Multispectral:** Identifica tejidos específicos (ej. tumores).

## Detección de Anomalías

La IA, integrada en Azure Machine Learning, procesa imágenes con un 95% de sensibilidad, identificando riesgos (ej. hemorragia) en <5 segundos. Compara patrones con bases de datos clínicas, resaltando anomalías y notificando al equipo médico.

## Materiales y Diseño

- **Estructura:** Cápsula biocompatible de policarbonato médico, 10x25 mm, 5 g, recubierta para resistir ácidos gástricos.
- **Ergonomía:** Forma ovalada para facilitar ingestión y paso natural.
- **Portabilidad:** Diseño autónomo y desechable tras uso.

## Módulo de Comunicación Integrado

- **Hardware:** Microprocesador de 4 núcleos, 4 GB RAM, 32 GB almacenamiento.
- **Conectividad:** Bluetooth BLE, NFC para sincronización inicial.
- **Batería:** 12 horas de autonomía, no recargable.

## Resiliencia

- **Autonomía:** Opera sin conexión externa, almacenando datos hasta sincronización.
- **Resistencia:** Soporta pH 1-14 y temperaturas internas (35-40°C).
- **Redundancia:** Doble cámara y procesador, uptime 99.99% durante uso.

## Beneficios Específicos

- Reducción de tiempos de diagnóstico: 60%.
- Mejora en detección de anomalías: 45%.
- Disminución de procedimientos invasivos: 70%.
- Incremento en satisfacción del paciente: 50%.

## Integración con el Hospital y Otros Módulos

La CII se conecta al ecosistema del Hospital Ada Lovelace mediante el ID único del paciente, interoperando con la HCE y el asistente virtual. Comparte imágenes con el Sistema PACS Avanzado (almacenamiento), el Robot Quirúrgico Autónomo (cirugías guiadas) y el Sistema de Realidad Mixta (visualización 3D). Utiliza Azure Cloud Services para un análisis robusto:

- **Azure IoT Hub:** Conecta la cápsula a la nube para transmisión de datos.

# Cápsula de Imagenología Interna

- **Azure Machine Learning:** Analiza imágenes para detectar anomalías.
- **Azure Synapse Analytics:** Genera informes clínicos basados en datos capturados.
- **Azure Cognitive Services:** Procesa comandos y genera alertas en la app.
- **Azure Data Lake:** Almacena imágenes anonimizadas (GDPR).
- **Azure Key Vault:** Encripta datos (AES-256).
- **Azure Security Center:** Monitorea amenazas.
- **Azure Active Directory:** Autentica acceso médico.
- **Azure Monitor:** Registra eventos.
- **Azure API Management:** Integra con otros sistemas.

Este módulo disruptivo ofrece un diagnóstico interno no invasivo, con resultados visibles en una app, redefiniendo la imagenología en el Hospital Ada Lovelace.