# De la piedra y el hilo a la inteligencia compartida

## Un punto de partida del tamaño de una tarjeta de crédito para la fabricación local y la participación global

**Libro blanco de HSIMC - Máster en español**

**Benny (Yan) Liao - Fundador, HSIMC**

**W0-014 - P5-C Spanish Master - 12 de noviembre de 2026**

**Vocabulario controlado multilingüe: W0-012**

**Autoridad humana · Capacidad local · Participación global**

**No dejar a nadie atrás en la era física de la GenAI**

### Nota de publicación

Este es un libro blanco independiente de HSIMC. No afirma respaldo, certificación, asociación, condición de norma ni aprobación por parte de las Naciones Unidas, OpenAI, el proyecto Model Context Protocol, ISO, IATA, GHG Protocol, el Aeropuerto Internacional de Hong Kong ni de ninguna otra organización citada como contexto externo.

El libro blanco distingue entre propuestas, líneas de base documentales, simulaciones, registros de simulación remota, resultados de referencia física, configuraciones físicas entregadas y resultados operativos. Cuando una afirmación todavía no está respaldada por el nivel de Evidencia correspondiente, permanece como Propuesto o como objetivo de diseño.

El formato planar estándar de una tarjeta de crédito se utiliza como un punto de partida físico familiar. No implica que todo el sistema propuesto de computación, comunicaciones, alimentación, sensado e interfaces ya se haya integrado en una tarjeta conforme a ISO/IEC 7810.

# Prólogo del fundador - Empezar con lo que ya existe

He pasado gran parte de mi vida profesional cerca del punto en el que una idea deja de ser un dibujo y tiene que sobrevivir al mundo físico.

Esa experiencia incluye trabajo de normalización, visión artificial, proyectos industriales, coordinación de proveedores y el trabajo menos vistoso que llega después de una idea prometedora: comprobar dimensiones, encontrar el conector adecuado, fabricar un útil, corregir un plano, explicar el mismo requisito a equipos de ingeniería distintos y descubrir que un resultado que parecía evidente en software no es evidente en absoluto en la planta de producción.

La llegada de una GenAI potente hace que esta brecha sea más visible, no menos.

Hoy un modelo puede producir código, planos, análisis, traducciones y diseños alternativos a una velocidad extraordinaria. Pero el mundo físico sigue formulando preguntas que no se pueden omitir. ¿Qué material está realmente disponible? ¿Qué máquina puede procesarlo? ¿Quién está autorizado a utilizar esa máquina? ¿Qué versión se está fabricando? ¿La interfaz es eléctricamente compatible? ¿Quién acepta el resultado? ¿Qué ocurre si la red desaparece después de que una acción física ya haya comenzado? ¿Quién recibe el valor cuando se completa una tarea?

Llegué a la convicción de que una de las oportunidades más importantes de la era de la GenAI no consiste simplemente en construir más máquinas autónomas. Consiste en hacer que las capacidades existentes sean más fáciles de comprender, combinar, verificar y reutilizar.

Esa Capacidad está en todas partes. Puede ser un equipo sofisticado de UWB en Shenzhen. Puede ser un módulo de computación T736 y el trabajo de desarrollo acumulado por un proveedor. Puede ser una antigua imprenta de Kwun Tong capaz de producir una marca precisa o un útil antes de que un equipo de ingeniería remoto termine una reunión. Puede ser una máquina de bordado capaz de colocar hilo conductor. Puede ser una persona local que sabe cómo gestionar una entrega difícil en un hotel. Puede ser un pequeño taller con una marcadora láser, una cámara, un rollo de lámina de cobre, material de embalaje, una máquina de coser o una única manera fiable de fabricar repetidamente una sola cosa.

El reto no consiste en fingir que todas esas cosas son iguales. El reto consiste en dar a cada contribución un límite claro: qué puede hacer, bajo qué condiciones, quién tiene Autoridad, cómo otro equipo la solicita y qué Evidencia demuestra el resultado.

Por eso este libro blanco comienza con la piedra y el hilo.

La piedra representa material que ya existe: a veces valioso, a veces descartado y a veces mal descrito. El hilo representa una habilidad familiar y una maquinaria ordinaria que puede adquirir una función nueva cuando se combina con materiales conductores, electrónica y una interfaz definida. El punto de partida del tamaño de una tarjeta de crédito representa una escala física que las personas entienden de inmediato. Es suficientemente pequeña para sostener, imprimir, transportar, fijar y discutir, mientras que la inteligencia que hay detrás puede seguir distribuida entre superficies locales, módulos electrónicos, computación de borde, equipos existentes y servicios en la nube.

A partir de ahí, el libro blanco amplía el horizonte. Pregunta cómo las personas conservan Autoridad cuando los modelos y las herramientas se vuelven más capaces; cómo la dirección stateless de MCP puede apoyar la colaboración sin borrar el estado del mundo real; cómo los equipos de hardware y software pueden empezar juntos antes de que se envíe el hardware final; cómo una función puede ser Reproducida independientemente por múltiples fabricantes; cómo debe medirse el valor sin doble conteo; y cómo un Resultado de referencia exitoso puede madurar hasta convertirse en una especificación compartida sin llamarse de forma casual una norma.

El principio que mantiene unidas todas estas partes es sencillo:

**Un resultado definido, en un lugar y momento identificados, bajo condiciones acordadas, completado por una parte responsable y verificado mediante Evidencia.**

Creo que esto importa desde el punto de vista económico, técnico y social.

Económicamente, puede acortar la distancia entre un plan de GenAI y algo que un cliente pueda utilizar o comprar. Técnicamente, permite que especialistas distintos trabajen contra el mismo límite en lugar de esperar a un único equipo de producto monolítico. Socialmente, crea una vía para que personas y pequeñas organizaciones contribuyan funciones útiles sin tener que convertirse primero en plataformas de software o fábricas totalmente automatizadas.

Ese es el significado de «No dejar a nadie atrás en la era física de la GenAI» en este documento. No es una afirmación de que la tecnología produzca inclusión automáticamente. Es un requisito de diseño: la participación debe ser comprensible; la Autoridad debe ser visible; la contribución debe ser atribuible; la Evidencia debe viajar

con el resultado; y el valor no debe desaparecer dentro de un sistema que el contribuyente no pueda inspeccionar.

Mi papel como fundador de HSIMC no consiste en afirmar que todas las piezas ya están resueltas. Consiste en ayudar a definir interfaces, reunir capacidades complementarias, insistir en los Límites de evidencia y seguir avanzando desde el plan hasta el resultado probado.

Por eso la invitación es deliberadamente práctica:

**Aporta tu capacidad existente.**

**Entrega una función reproducible.**

**Mide un resultado útil.**

**Haz que los planes de GenAI se conviertan en valor real - ahora, aquí y globalmente.** - **Benny (Yan) Liao**

Fundador, HSIMC

12 de noviembre de 2026

# Resumen ejecutivo

La inteligencia artificial generativa puede producir hoy diseños, código, instrucciones, análisis y alternativas a una velocidad extraordinaria. El mundo físico se mueve de otra manera. Un resultado útil sigue dependiendo de materiales, máquinas, herramientas, personas, espacio, tiempo, permisos, seguridad, límites de fabricación y una forma clara de decidir si el resultado es aceptable.

La publicación de OpenAI del 3 de noviembre de 2026, *Accelerating engineering for the physical world*, describe avances en diseño mecánico, electrónica, software, simulación y fabricación, e invita explícitamente a ingenieros, empresas de ingeniería y proveedores de software a ayudar a orientar este trabajo alrededor de herramientas y problemas reales. HSIMC responde con una propuesta independiente: hacer que las capacidades reales existentes sean más fáciles de descubrir, combinar, verificar y reutilizar entre equipos, redes y ubicaciones.

La unidad básica es deliberadamente sencilla: **un resultado definido, en un lugar y momento identificados, bajo condiciones acordadas, completado por una parte responsable y verificado mediante Evidencia.** Ese resultado puede ser una muestra, un material procesado, una pieza inspeccionada, un artículo almacenado, una entrega completada, una compilación de software liberada o una acción física controlada. El objetivo no es automatizarlo todo. El objetivo es acortar el camino entre un plan de GenAI y un cambio útil y responsable en la realidad.

El libro blanco comienza con lo que las personas ya tienen. La huella planar de una tarjeta de crédito estándar se utiliza como referencia física familiar, no como prueba de que un ordenador completo ya se haya comprimido al formato de una tarjeta bancaria. La inteligencia puede estar distribuida entre una superficie impresa o textil, un pequeño módulo electrónico, un nodo de computación de borde, una máquina existente y servicios en la nube. Por tanto, diferentes contribuyentes pueden entregar funciones distintas contra la misma interfaz y las mismas condiciones de aceptación.

Por eso importan los materiales y las herramientas familiares. Los flujos de materiales de construcción pueden explorarse para nuevos usos como componentes. El hilo conductor, la costura y el bordado pueden convertirse en procesos de colocación controlada cuando se combinan con la electrónica adecuada y con pruebas. La impresión puede producir marcas de registro, etiquetas, electrodos, interfaces y superficies funcionales. Un taller local puede aportar un útil; un ingeniero puede aportar un algoritmo; otro equipo puede aportar un adaptador de cámara, un Perfil UWB o un procedimiento de ensayo. La contribución debe ser lo bastante pequeña para comprenderla y lo bastante sólida para reproducirla: **una función, con entradas y salidas claras, condiciones, responsabilidad, versión y Evidencia de aceptación.**

HSIMC organiza la colaboración alrededor de **Resource, Authority y Evidence**. Un Resource es la persona, lugar, máquina, material, posición de inventario, servicio u otra capacidad del mundo real de la que se está hablando. Authority describe quién puede descubrir, leer, contribuir, reservar, configurar, ejecutar, detener, aceptar, liberar o administrar una capacidad. Evidence describe lo que fue observado, probado, entregado, aceptado o rechazado, con suficiente información de versión y procedencia para que otra parte pueda comprender el resultado.

Estos conceptos de negocio son distintos de la terminología de Model Context Protocol. En MCP, los tools son operaciones invocables y los resources proporcionan datos o contexto a un cliente. La especificación del 28 de julio de 2026 desplazó MCP hacia un núcleo de protocolo sin estado en el que las solicitudes son autodescriptivas y el estado de aplicación que debe persistir se referencia explícitamente, en lugar de quedar oculto dentro de una sesión de transporte. HSIMC adopta esta lección de ingeniería sin fingir que el mundo físico no tiene estado. El estado del equipo, las reservas de Work, la Custodia, la Authority, los Recibos de operación, el pago y la Evidence siguen siendo persistentes.

Esta distinción permite un principio útil: **solicitud sin estado; responsabilidad persistente en el mundo real.** Un nuevo ingeniero puede incorporarse desde otro cliente, dispositivo o red sin depender de una memoria conversacional oculta, mientras el trabajo físico sigue vinculado a identidades y registros explícitos. Un reintento no debe crear un segundo efecto físico. Un Recibo de operación histórico no debe confundirse con una Observación reciente. Una entrada pública mediante QR o NFC no debe conceder silenciosamente Authority para controlar dispositivos. Una solicitud de cancelación no debe informarse como parada física hasta que el ejecutor físico confirme la detención.

La ruta de hardware más corta actualmente utiliza el módulo T736 y los activos de ingeniería ya acumulados a su alrededor. La ruta es: **simulación en la nube y desarrollo de aplicaciones -> trabajo paralelo de hardware e interfaces -> validación remota en placa de referencia -> congelación de configuración -> envío -> vinculación local, recuperación y operación continuada.** Esto permite que software, hardware, proceso y fabricación local comiencen en paralelo contra contratos comunes.

El Límite de evidencia de ingeniería sigue siendo explícito. C0-005 es una línea de base documental de hardware. C0-007 es un simulador con fuente verificada. C0-008 registra 14/14 comprobaciones de simulación remota en

Azure del 10 de noviembre de 2026. El T736 físico no era accesible durante esa prueba registrada, y H0-001 no realizó una nueva sonda física. El hardware del tamaño de una tarjeta sigue siendo un objetivo de diseño. Estos registros apoyan la continuidad de ingeniería; no constituyen aceptación de placa física ni una afirmación de producto terminado.

Una primera función compartida Propuesta es la alineación e inspección de muestras. Un equipo puede producir una muestra impresa o un útil versionado; otro puede desarrollar procesamiento de imagen contra entradas fijas; un adaptador posterior puede vincular una cámara real y un objetivo T736; y un segundo sitio puede reproducir la misma función. La métrica del producto no es únicamente si una demostración funciona, sino con qué rapidez otro equipo puede reproducirla y cuánto conocimiento oculto debe aclararse.

El mismo método de colaboración puede utilizarse en **Make, Move y Assist** manteniendo separados los casos de seguridad física. Una pequeña fábrica puede necesitar una transferencia de material de baja frecuencia desde el almacén hasta una máquina, después a una ubicación temporal y finalmente a una entrega a un operador logístico tercero. Los conceptos de aeropuerto y hotel pueden separar RoomReady, BagReady y GuestReady en lugar de tratar la entrega como un único evento. Los carros vacíos pueden estudiarse como un problema de liberación de espacio. La movilidad asistida puede reutilizar algunas interfaces y métodos de Evidencia, pero un resultado de carga nunca valida una silla de ruedas ni otra aplicación de transporte de personas.

El valor se mide mediante registros separados en lugar de un único número inflado. Los resultados de caja registran ingresos realizados, gasto de caja evitado verificado y gasto operativo incremental. Los resultados de capacidad liberada registran tiempo, rendimiento, espera, preparación y la posibilidad de completar trabajo adicional. Los resultados de usuario y servicio registran tiempos, elección, acceso y otros efectos del servicio. Los resultados ambientales y materiales registran flujos reales, energía y límites de ciclo de vida. Los resultados de gobernanza registran Authority, aceptación, Custodia, calidad de Evidencia, disputas y recuperación. La contabilidad a nivel de red elimina después las transferencias internas para que un pago de un participante a otro no se contabilice dos veces como valor nuevo creado.

Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas proporcionan una lente de resultados, no una colección de distintivos. La relevancia inicial más fuerte para este libro blanco se encuentra en habilidades y aprendizaje, trabajo decente y pequeña empresa, industria e innovación inclusivas, reducción de desigualdades, consumo y producción responsables y alianzas. Los demás Objetivos solo son relevantes en las aplicaciones donde exista la Evidencia necesaria. **La relevancia con los ODS no equivale a lograr los ODS. La intención ESG no equivale al desempeño ESG. La Evidence de un Work no es Evidence para toda la plataforma.**

«No dejar a nadie atrás» se convierte en una pregunta operativa: quién puede participar, quién no, por qué, quién tiene Authority, quién aporta esfuerzo no remunerado, quién recibe valor en efectivo, quién asume nuevo riesgo y si existen vías alternativas de participación para personas que no tienen el idioma, dispositivo, cuenta o habilidad preferidos.

Por último, el libro blanco explica cómo el trabajo de referencia puede madurar hacia especificaciones compartidas. Una demostración exitosa no es una norma. La ruta de madurez es: **observación -> método de referencia -> Perfil versionado -> método de Conformidad -> implementaciones independientes -> especificación compartida -> normalización formal, cuando esté justificada.** Las normas formales requieren un proceso de normalización apropiado y consenso de múltiples partes interesadas; los métodos de referencia y perfiles de compatibilidad de HSIMC no deben etiquetarse como normas internacionales simplemente porque sean útiles.

La red puede comenzar con una contribución pequeña. Un participante puede aportar una muestra de material, un proceso de costura o impresión, una hora de máquina, un útil, una imagen de cámara, un adaptador, un sitio local de pruebas, un algoritmo, un método de inspección o una ventana de servicio aceptada. Las personas sin API también pueden participar. La contribución útil mínima puede ser una función, una muestra, una nota de proceso, un método de aceptación, una declaración de Authority y Evidence real de tiempo/coste.

La invitación es:

**Aporta tu capacidad existente.**

**Entrega una función reproducible.**

**Mide un resultado útil.**

**Haz que los planes de GenAI se conviertan en valor real - ahora, aquí y globalmente.**

# Cómo leer este libro blanco

Este libro blanco está diseñado para varios tipos de lectores que pueden entrar por puntos distintos.

**Si eres propietario de un negocio o responsable de operaciones**, empieza por la Parte I y la Parte V. Explican la brecha entre un plan digital y un resultado real, la unidad Work utilizada en todo el documento y la manera en que deben medirse la caja, la capacidad liberada, los efectos ESG y los resultados distributivos.

**Si eres maker, pequeño fabricante o proveedor local de servicios**, empieza por la Parte II y el Apéndice G. Muestran cómo materiales, máquinas y habilidades ordinarios pueden describirse como capacidades acotadas sin exigir una plataforma de software completa ni un proyecto de automatización de toda la fábrica.

**Si eres ingeniero de software, IA o MCP**, empieza por las Partes III y IV. Distinguen Human Authority de la autorización de protocolo, HSIMC Resource de MCP resource, Observación reciente de Recibo de operación y comportamiento de protocolo stateless de estado empresarial y físico persistente.

**Si eres ingeniero de hardware o proveedor**, empieza por la Parte IV y los Apéndices C-E. Describen contratos comunes, puertas de Evidencia, T736 como ruta de referencia más corta actual, adaptadores sustituibles, congelación de configuración y reproducción en un segundo sitio.

**Si eres una institución pública, equipo ESG, universidad o socio de desarrollo**, empieza por la Parte V, el Apéndice A y el Apéndice B. Muestran cómo pueden mapearse los 17 ODS sin afirmar logros donde no existe Evidencia y cómo la Evidencia ambiental, social y de gobernanza puede mantenerse separada del lenguaje de marketing.

**Si estás considerando unirte a la red**, empieza por la Parte VI y el Apéndice G. No necesitas incorporarte con un producto completo. Basta con una tarea real o una Capacidad reproducible para empezar.

Las etiquetas de Evidence utilizadas a lo largo del libro se definen en el Apéndice F. La versión y el estado de publicación se registran cerca del final para que el lector pueda distinguir una propuesta, una simulación, una simulación remota, un resultado de referencia física, una configuración entregada y un resultado Operativo.

# Índice unificado

**Materia preliminar - Prólogo del fundador - Empezar con lo que ya existe - Resumen ejecutivo - Cómo leer este libro blanco**

**Parte I - La oportunidad: llevar inteligencia a la fabricación cotidiana - Capítulo 1 - La distancia entre una respuesta y un resultado - Capítulo 2 - Un punto de partida del tamaño de una tarjeta de crédito - Capítulo 3 - No dejar a nadie atrás en la era física de la GenAI**

**Parte II - Los materiales de partida: lo que las personas ya saben y ya tienen - Capítulo 4 - Una segunda vida para la piedra - Capítulo 5 - Del hilo a la interfaz - Capítulo 6 - De la artesanía a una Capacidad reproducible**

**Parte III - El modelo de colaboración: personas, Tools, Resources y Evidence - Capítulo 7 - Las personas conservan la Authority - Capítulo 8 - Tools, Resources y contratos compartidos - Capítulo 9 - Solicitudes stateless, resultados responsables**

**Parte IV - La ruta de ingeniería: desarrollar juntos, verificar en la realidad - Capítulo 10 - Construir juntos antes de enviar el hardware - Capítulo 11 - La ruta de referencia T736 - Capítulo 12 - Una función, muchos fabricantes**

**Parte V - El valor: resultados útiles y participación medible - Capítulo 13 - Recorridos del mundo real: Make, Move y Assist - Capítulo 14 - Medir valor sin doble conteo - Capítulo 15 - Diecisiete objetivos, contribuciones específicas**

**Parte VI - La invitación: una red global de capacidades existentes - Capítulo 16 - Una red abierta de capacidades complementarias - Capítulo 17 - De resultados de referencia a especificaciones compartidas - Capítulo 18 - Una invitación a hacer real la IA**

**Apéndices - Apéndice A - Los 17 ODS: relevancia, contribución, Evidence y límites - Apéndice B - Marco de medición ESG - Apéndice C - Common Capability Contract - Apéndice D - Perfiles de interfaces físicas y materiales - Apéndice E - Hoja de ruta de ingeniería de referencia y aceptación - Apéndice F - Registro de Evidence y notas de fuentes - Apéndice G - Guía de participación - Apéndice H - Reglas editoriales multilingües - Glosario - Bibliografía y registro de fuentes - Registro de versiones y Evidence**

# Parte I - La oportunidad: llevar inteligencia a la fabricación cotidiana

## La Parte I de un vistazo

La IA generativa puede producir planes, código, dibujos, análisis y alternativas a una velocidad que el mundo físico tiene cada vez más dificultades para igualar. Todavía hay que encontrar un material. Una máquina todavía tiene que estar disponible. Un útil tiene que encajar. Una persona debe tener Autoridad para actuar. Un resultado debe ser aceptado, reparado, entregado, pagado o rechazado. La oportunidad descrita en este libro blanco consiste en hacer que esas capacidades físicas sean más fáciles de descubrir, combinar y verificar, sin fingir que el mundo real se ha vuelto libre de fricción.

La Parte I establece tres proposiciones.

Primero, la distancia entre una respuesta y un resultado no es una molestia temporal. Es un espacio de diseño. La ingeniería, la fabricación y los servicios se vuelven más valiosos cuando la IA puede trabajar con restricciones físicas explícitas, partes responsables y Evidencia, en lugar de hacerlo únicamente con planes abstractos.

Segundo, el familiar formato de una tarjeta de crédito puede servir como punto de partida práctico para la participación. No significa que cada función deba comprimirse dentro de una tarjeta. Significa que una entrada pequeña, portátil y comprensible puede conectar material impreso, NFC o QR, electrónica local, un nodo de computación, una máquina existente y servicios en la nube. La inteligencia puede distribuirse por capas mientras la interfaz sigue siendo comprensible.

Tercero, una participación amplia requiere algo más que acceso a la tecnología. Requiere Autoridad, una contribución significativa y una forma justa de reconocer el valor. La promesa de las Naciones Unidas de no dejar a nadie atrás aporta un principio humano importante: identificar a quienes quedan excluidos, comprender por qué, permitir una participación significativa y mantener visible la responsabilidad. HSIMC aplica ese principio a una nueva pregunta para la era física de la GenAI: **¿quién puede ayudar a convertir planes en Capacidad útil, bajo qué condiciones, y quién comparte el valor creado?**

Los capítulos que siguen no son, por tanto, una especificación de producto. Son la base de un modelo de colaboración que se probará mediante materiales, fabricación, ingeniería, logística y ejecución en el mundo real.

---

# Capítulo 1 - La distancia entre una respuesta y un resultado

## 1.1 El trabajo físico que hay detrás de una respuesta digital

Un modelo puede responder una pregunta en segundos. Puede proponer un circuito, crear código, comparar materiales, generar un dibujo, sugerir un plan de proceso o producir un conjunto de pruebas. Sin embargo, ninguno de esos resultados digitales es, por sí mismo, un resultado físico.

Un resultado físico útil sigue dependiendo de condiciones que a menudo faltan en el prompt: - la calidad real del material, su espesor, humedad, acabado o daños; - la máquina, controlador, firmware y utillaje reales disponibles en un lugar; - las dimensiones y tolerancias de un útil o conector; - la habilidad y disponibilidad de la persona que realizará la operación; - el espacio, la ventana de acceso y las normas de seguridad del sitio; - la Autoridad para utilizar el Resource, modificar el objeto o mover el activo; - el estado actual del inventario, la alimentación, la red o el transporte; - el método mediante el cual el resultado será inspeccionado y aceptado.

Esta distancia entre una respuesta y un resultado es fácil de subestimar porque el trabajo digital oculta gran parte del esfuerzo físico. Un PDF puede contener miles de páginas antes de que alguien haya manipulado una sola hoja de papel. Se pueden generar miles de códigos QR antes de que alguien haya cortado, laminado, perforado o fijado una tarjeta. Se puede dibujar una PCB antes de que un fabricante haya confirmado el stack-up, el peso de cobre, los límites de taladrado o la disponibilidad de componentes. Se puede optimizar un plan de almacén antes de que alguien haya confirmado que el pasillo está libre o que el palé es estructuralmente seguro.

La brecha no demuestra que la IA esté fallando. Demuestra que el siguiente problema de ingeniería es diferente.

El problema ya no es únicamente: **«¿Puede un modelo producir un plan plausible?»** Cada vez es más: **«¿Puede un plan conectarse con Resources reales, Authority real, restricciones reales y un resultado verificable?»**

Esa es la oportunidad que aborda HSIMC.

### *Un resultado es algo más que una acción*

Este libro blanco utiliza una unidad de Work deliberadamente concreta:

> ***Un resultado definido, en un lugar y momento identificados, bajo condiciones acordadas, completado por una parte responsable y verificado mediante Evidencia.***

Un resultado puede ser: - una muestra cortada con una geometría acordada; - una marca impresa colocada dentro de una tolerancia de alineación definida; - un patrón textil conductor cuyas propiedades eléctricas se han medido; - un material transferido desde una ubicación de almacenamiento a una máquina; - un artículo terminado colocado en una ubicación temporal identificada; - una entrega de equipaje completada dentro de una ventana de tiempo aceptada; - un carro vacío retirado de una zona restringida de pasajeros; - una inspección completada y registrada contra un método versionado.

La definición es deliberadamente neutral respecto a si el Work lo realiza una persona, una máquina, un robot, un proveedor de servicios o una combinación de ellos. La automatización es una Capacidad posible. No es la definición del valor.

El valor reside en el cambio de estado aceptado.

## 1.2 La invitación de ingeniería de noviembre

El 3 de noviembre de 2026, OpenAI publicó *Accelerating engineering for the physical world*, describiendo avances en la forma en que los modelos de IA pueden apoyar el diseño mecánico, la ingeniería eléctrica, el software, la simulación y el diseño de sistemas de extremo a extremo. La publicación subraya que los ingenieros deben reunir herramientas especializadas, requisitos de fabricación y cambios entre disciplinas, e invita a ingenieros, organizaciones de ingeniería y proveedores de software a ayudar a dar forma a este trabajo alrededor de problemas y herramientas reales.

HSIMC considera esa publicación una señal de ingeniería importante, no un respaldo a HSIMC ni a las propuestas de este libro blanco.

La oportunidad complementaria es clara. Los modelos de frontera pueden volverse cada vez más capaces en diseño y análisis, mientras muchos de los Resources necesarios para convertir un resultado en realidad siguen siendo locales, fragmentados y difíciles de describir de una forma que otro equipo pueda utilizar con seguridad.

Un pequeño taller puede tener: - una cortadora láser, pero ningún Perfil de capacidad normalizado; - una máquina de coser o bordar, pero ningún método acordado de prueba electrónica; - una impresora capaz de producir una marca funcional, pero ningún procedimiento versionado de alineación; - una máquina CNC cuyo operador conoce los límites reales mejor que el folleto público; - una caja de etiquetas o materiales reutilizables cuyo estado actual

solo conoce una persona; - un útil valioso que solo existe como objeto físico; - un proveedor local fiable que no expone una API.

Un equipo global de ingeniería puede disponer de código, simulación o análisis excelentes, pero carecer de una vía rápida hacia esas capacidades.

La oportunidad, por tanto, no consiste únicamente en hacer que la IA sea mejor en ingeniería. Consiste también en hacer que la Capacidad de ingeniería sea más legible para la IA y para otras personas.

#### *De una Capacidad oculta a una contribución utilizable*

Para que una Capacidad resulte útil entre equipos, al menos cinco preguntas deben poder responderse:

1. **¿Qué puede hacer?**
   La función, la entrada, la salida y las condiciones de operación.
2. **¿Dónde y cuándo está disponible?**
   El lugar, la ventana de tiempo, los requisitos de preparación y el estado actual.
3. **¿Quién es responsable?**
   La persona u organización que puede aceptar el Work y responder cuando cambian las condiciones.
4. **¿Quién tiene Authority?**
   La parte autorizada a ver datos, reservar capacidad, operar equipos, cambiar ajustes, liberar resultados o cancelar Work.
5. **¿Cómo se comprobará el resultado?**
   La Evidencia, prueba, medición, inspección o entrega que convierte una actividad en un resultado aceptado.

Estas preguntas son tan relevantes para una persona con una máquina de coser como para una gran fábrica automatizada.

Por eso el modelo de trabajo de HSIMC se construye alrededor de **Resource, Authority y Evidence**. - **Resource** describe qué existe y bajo qué condiciones puede resultar útil. - **Authority** describe quién puede decidir, operar, compartir, aceptar o retirar. - **Evidence** describe qué fue realmente observado, probado, entregado o rechazado.

El modelo es deliberadamente compatible con una realidad imperfecta. Un Resource puede estar registrado pero no disponible. Una máquina puede ser capaz en principio pero no estar verificada en una configuración concreta. Un archivo puede existir mientras su implementación física sigue sin probarse. Un experto humano puede estar disponible solo durante una ventana de tiempo estrecha. Un proveedor local puede contribuir mediante una entrega estructurada aunque no tenga una pila de software sofisticada.

Esa flexibilidad importa porque gran parte del mundo físico no comienza como un gemelo digital limpio.

### 1.3 Primer principio de diseño: hacer ejecutable el siguiente paso

La salida más útil de la IA a menudo no es un plan maestro completo. Es el siguiente paso que otra parte puede ejecutar realmente.

Consideremos un ejemplo sencillo: una muestra impresa debe alinearse e inspeccionarse.

Un modelo global puede proponer un patrón de alineación. Una imprenta local puede producir la muestra. Un fabricante de útiles puede definir la referencia mecánica. Un ingeniero de visión puede escribir una función `locate_marks`. Un integrador de cámara puede conectar un dispositivo real. Un segundo taller puede reproducir la prueba. Ninguno de esos contribuyentes necesita poseer todo el sistema.

La colaboración adquiere valor cuando sus salidas se encuentran mediante un contrato común: - imagen de entrada conocida o fotograma real de cámara; - versión conocida del patrón; - sistema de coordenadas y unidades; - campos de salida esperados; - casos de error aceptables; - estado de calibración; - versión de software; - archivo o Recibo de Evidence.

El primer taller puede entregar únicamente el objetivo impreso y el útil. Eso es suficiente si la contribución es comprensible y reproducible.

Ese es el significado más profundo de la invitación del proyecto:

> ***Aporta tu capacidad existente. Entrega una función reproducible.***

Reduce el umbral de participación útil y, al mismo tiempo, aumenta la calidad del handoff.

#### *Por qué importa «ahora»*

El mundo físico siempre ha contenido capacidades distribuidas. Lo que cambia en la era de la GenAI es la velocidad a la que los planes, diseños y alternativas pueden generarse y compararse.

Eso aumenta el valor de la respuesta local rápida.

Si un equipo remoto puede generar diez alternativas de diseño en una mañana, esperar tres semanas para cada muestra física puede convertirse en el cuello de botella dominante. Una imprenta local que pueda producir una marca de alineación el mismo día, un taller que pueda modificar un útil en horas o un fabricante que pueda probar dos materiales antes del siguiente ciclo de diseño pueden tener más valor para la ingeniería que un precio unitario inferior acompañado de una gran latencia.

El cambio económico no es de «barato» a «caro». Es de optimizar únicamente el coste unitario a optimizar el **tiempo hasta la Evidencia útil**.

Esto crea una oportunidad para talleres locales, pequeños fabricantes y proveedores de servicios cuya ventaja sea la proximidad y la rapidez.

No tienen que competir con una fábrica global en producción masiva. Pueden competir en velocidad de iteración, conocimiento local, personalización y entrega de Evidencia.

#### *Por qué importa «aquí»*

La Capacidad física tiene ubicación.

Una máquina está en un lugar. Un operador trabaja en un turno. Un lote de material está en un almacén. Una herramienta de inspección puede estar disponible solo durante un periodo. Una restricción de edificio puede determinar si una acción es posible.

La IA puede ser global, pero la ejecución física es local.

Por tanto, un sistema útil debe ser capaz de expresar el contexto local sin convertir cada diferencia local en un nuevo proyecto desde cero.

Eso requiere perfiles, contratos y Evidencia versionados.

#### *Por qué importa «globalmente»*

La participación global no significa que todas las personas utilicen la misma máquina o que todos los datos sean públicos.

Significa que otro equipo puede comprender la interfaz, solicitar la función bajo la Authority adecuada, recibir el resultado y verificar la Evidencia.

Un diseñador en un país puede preparar un archivo. Un taller local puede fabricar la muestra. Un ingeniero en otro país puede analizar la imagen. Un proveedor puede adaptar el hardware. Un segundo sitio puede repetir la prueba.

El valor aparece en las conexiones entre esas contribuciones.

La oportunidad es conectar capacidades ya existentes con nuevas formas de demanda de ingeniería sin exigir que cada participante se convierta en una empresa tecnológica full-stack.

### 1.4 Lo que este libro blanco no afirma

Una iniciativa creíble del mundo físico debe decir también qué no está demostrado todavía.

Este libro blanco no afirma que: - todo taller local pueda producir electrónica de forma segura; - todo material reciclado sea ambientalmente preferible; - todo proceso de costura o impresión pueda convertirse en un proceso de fabricación electrónica; - toda interacción QR o NFC autorice control físico; - el posicionamiento UWB haga automáticamente seguro el movimiento; - un resultado de simulador demuestre el comportamiento de un dispositivo real; - un movimiento de carga exitoso valide un sistema de transporte de pasajeros; - un concepto del tamaño de una tarjeta de crédito ya sea un ordenador completo con grosor de tarjeta; - exista una red global simplemente porque un sitio web enumere Resources potenciales.

En su lugar, propone un método para avanzar de **Propuesto -> Documentado -> Simulado -> medido -> Reproducido independientemente -> aceptado comercialmente**, preservando el nivel de Evidencia en cada paso.

Esa disciplina de Evidencia es esencial para la oportunidad. Permite que la ambición y la credibilidad de ingeniería convivan.

---

# Capítulo 2 - Un punto de partida del tamaño de una tarjeta de crédito

## 2.1 Una huella familiar y un objetivo de diseño explícito

Una tarjeta de crédito estándar es uno de los objetos de ingeniería más familiares de la vida cotidiana. El formato ID-1 de ISO/IEC 7810 mide nominalmente 85,60 mm por 53,98 mm. La norma completa también aborda características físicas más allá del tamaño planar, por lo que este libro blanco utiliza la huella como **referencia de diseño**, no como afirmación de que todos los dispositivos propuestos ya cumplen la norma completa de tarjeta.

¿Por qué empezar ahí?

Porque una escala física familiar es poderosa.

Las personas pueden imaginar inmediatamente: - llevarla consigo; - fijarla a otro objeto; - colocarla en una cartera, paquete o útil; - imprimir sobre ella; - añadir un código QR; - integrar un inlay NFC; - apilarla con otras capas; - utilizarla como identidad y punto de entrada de servicio.

Un punto de partida del tamaño de una tarjeta de crédito convierte una discusión abstracta sobre infraestructura en algo que una persona puede sostener en la mano.

Pero el principio de diseño no es **«ponerlo todo dentro de una tarjeta».**

Es **«hacer la entrada lo bastante pequeña para entenderla, permitiendo al mismo tiempo que la Capacidad que hay detrás permanezca distribuida».**

Esa distinción evita que el formato se convierta en un truco de marketing.

## 2.2 La tarjeta es una entrada, no toda la máquina

La pila física puede entenderse como varias capas.

### *Capa A - la entrada visible*

Puede ser una tarjeta impresa, etiqueta, tag, parche, placa o superficie textil. Puede llevar: - identidad legible por personas; - entrada QR; - entrada NFC; - marcas de alineación; - instrucciones; - una referencia de producto o Resource; - un marcador de versión o lote.

Puede fabricarse con procesos locales maduros y no necesita contener todo el sistema de computación.

### *Capa B - la superficie o interfaz funcional*

Puede añadir: - hilo conductor; - electrodos impresos; - una antena sencilla; - un conductor flexible; - un contacto de sensor; - un conector o breakout; - una característica mecánica de localización.

El propósito no es romantizar la artesanía. El propósito es determinar si un proceso familiar puede entregar una función medible.

Por ejemplo, el bordado conductor puede formar una geometría de antena, pero el resultado sigue requiriendo un chip o módulo compatible, adaptación eléctrica y pruebas. La impresión puede producir una marca o un electrodo, pero su rendimiento eléctrico u óptico sigue dependiendo del material, la geometría y el control del proceso.

El valor de la contribución del maker queda más claro cuando la función se separa del resto del sistema.

### *Capa C - el módulo electrónico*

Los módulos electrónicos existentes pueden proporcionar funciones que un maker local no debería tener que reinventar: - interfaz NFC o RFID; - medición de distancia o posicionamiento UWB; - entrada de cámara o sensor; - conversión USB o serie; - almacenamiento seguro; - conectividad inalámbrica; - acondicionamiento de alimentación.

Una buena arquitectura hace que estos módulos sean sustituibles y comprobables, en lugar de entrelazarlos permanentemente con un único proceso artesanal.

### *Capa D - el nodo de computación local*

La ruta de ingeniería actual de HSIMC utiliza la familia T736 como el camino de referencia más corto para un nodo portátil de computación e interfaz física. La Evidence existente del proyecto respalda una línea de base documental de hardware y una ruta de ingeniería basada en simulador; todavía no demuestra un producto terminado del tamaño de una tarjeta de crédito.

El papel previsto del nodo es más amplio que «un teléfono». Puede funcionar como: - nodo portátil de equipo; - servidor local de sobremesa; - nodo de interfaz embebido; - gateway entre equipos existentes y servicios cloud; - recolector local de Evidence; - Runtime para adaptadores y funciones acotadas.

Su valor procede de la interfaz común y del flujo de ingeniería, no de la etiqueta colocada en la carcasa.

### *Capa E - equipos existentes y Capacidad cloud*

La tarjeta o nodo local puede conectarse a: - una impresora existente; - una máquina láser; - una máquina de coser o bordar; - una cámara; - un lector de códigos de barras o RFID; - un módulo UWB; - un controlador de máquina; - una ubicación de almacén; - un espacio remoto de ingeniería; - un modelo o servicio en la nube.

Aquí es donde una pequeña entrada física puede desbloquear una Capacidad mucho mayor.

## 2.3 Por qué importa la inteligencia distribuida

El mundo físico está lleno de máquinas maduras que nunca fueron diseñadas para los flujos de trabajo modernos de GenAI.

Reemplazarlas todas sería económica y ambientalmente poco realista.

Una estrategia más práctica consiste en separar: - la Capacidad física estable; - la interfaz sustituible; - el límite local de computación y control; - el modelo o workflow remoto; - la Autoridad humana para utilizarlos.

Esto permite añadir nueva inteligencia de forma incremental.

Una máquina de veinte años puede continuar realizando el movimiento que ya ejecuta bien. Un nuevo adaptador puede exponer un pequeño conjunto de operaciones seguras. Un nodo de clase T736 puede traducir datos, mantener estado local o conectar una cámara. Un modelo remoto puede ayudar a generar ajustes o inspeccionar resultados. Un operador humano sigue siendo responsable de la Authority específica del sitio y de gestionar excepciones.

La arquitectura trata, por tanto, las **cosas existentes como Capacidad potencial**, no como infraestructura obsoleta a la espera de ser reemplazada.

Esto es especialmente importante para pequeñas empresas y makers locales. Su ventaja competitiva muchas veces no es una plataforma digital propietaria. Es proximidad, experiencia práctica, acceso a equipos, capacidad de respuesta y habilidad para improvisar dentro de restricciones conocidas.

El reto consiste en convertir esa Capacidad tácita en algo de lo que otro equipo pueda depender.

## 2.4 De la piedra a un componente útil

«Piedra» en el título no afirma que los residuos de construcción puedan convertirse directamente en electrónica. Representa la pregunta más básica de la fabricación local:

**¿Qué función útil puede cumplir un material disponible después de comprender su origen, propiedades y condiciones de procesamiento?**

Un flujo de materiales procedente de construcción o fabricación puede contener fracciones minerales, polímeros, madera, metal o mezclas. Cada una requiere su propia caracterización y una ruta de proceso adecuada. Un proyecto responsable no etiqueta un elemento como «reciclado» y da por resuelto el argumento ambiental.

El workflow útil es:

6. identificar la fuente y composición en la medida de lo práctico;
7. definir la función prevista;
8. procesar una muestra mediante un método versionado;
9. medir el rendimiento relevante;
10. registrar rendimiento de material, residuos, energía, trabajo y coste;
11. comparar con la alternativa de referencia;
12. decidir si el material es adecuado para esa función.

Un material puede ser útil como: - cuerpo de útil; - placa estructural no eléctrica; - superficie de exposición o información; - componente protector; - sustrato de muestra; - embalaje; - jig temporal; - ingrediente de un composite.

Lo importante no es el número de usos posibles. Lo importante es que cada uso pueda convertirse en una Capacidad explícita con Evidence.

Así es como un material «ordinario» pasa a formar parte de una red de producción inteligente.

## 2.5 Del hilo a una capa funcional

«Hilo» representa un camino distinto: la transformación de una habilidad humana familiar en una contribución técnica medible.

La costura y el bordado son capacidades ampliamente distribuidas. Existen en grandes fábricas, pequeños talleres, escuelas, hogares y entornos comunitarios. El hilo conductor permite explorar patrones eléctricos utilizando equipos y habilidades ya ampliamente disponibles.

La contribución puede ser: - una geometría de antena bordada; - una pista conductora; - un contacto wearable; - una interfaz de sensor cosida; - un método repetible de colocación para un pequeño módulo electrónico.

Pero este libro blanco separa deliberadamente **fabricar el patrón** de **demostrar el rendimiento electrónico**.

Un maker puede ser capaz de reproducir densidad de puntada y geometría con gran consistencia. Puede hacer falta un ingeniero de RF para caracterizar impedancia y rendimiento de antena. Un socio de electrónica puede suministrar el chip compatible. Otro equipo puede probar la durabilidad después de doblar o lavar.

Este es exactamente el tipo de ingeniería multiparte que la GenAI puede ayudar a coordinar.

La red no exige que una sola persona lo sepa todo. Exige una definición compartida del resultado y un handoff fiable entre contribuyentes.

### 2.6 La tarjeta como contrato con el mundo físico

La función más importante de la tarjeta puede terminar siendo ni la computación ni la identificación.

Puede ser la **coordinación**.

Una tarjeta o tag físico puede apuntar a una identidad persistente de Resource. A partir de ahí, un usuario o agente autorizado puede saber: - qué es el objeto; - quién es responsable; - qué capacidades están disponibles; - qué documentos están vigentes; - qué Evidence existe; - qué acciones pueden solicitarse; - qué permisos son necesarios; - qué Work ya está en curso.

La entrada física es sencilla. La responsabilidad que hay detrás es explícita.

Por eso QR y NFC son útiles, pero no suficientes. Resuelven descubrimiento y proximidad. Por sí solos no resuelven Authority, actualidad, seguridad ni responsabilidad.

La tarjeta se convierte así en la **puerta de entrada** a una Capacidad mayor, no en la Capacidad misma.

---

# Capítulo 3 - No dejar a nadie atrás en la era física de la GenAI

## 3.1 Un principio humano para una transición técnica

La Agenda 2030 de las Naciones Unidas describe 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y 169 metas como integrados e indivisibles, e incluye el compromiso de que nadie quedará atrás y de que se llegará primero a quienes estén más rezagados. Las orientaciones de desarrollo de las Naciones Unidas también presentan Leave No One Behind como una promesa transformadora central, subrayando la necesidad de identificar quién queda excluido y por qué, permitir una participación significativa y mantener la responsabilidad.

Este libro blanco no afirma que HSIMC represente a las Naciones Unidas ni que toda actividad del proyecto haga avanzar todos los ODS.

En su lugar, adopta una pregunta práctica inspirada en ese principio:

> ***A medida que la GenAI entra en la economía física, ¿quién obtiene la capacidad de participar y quién puede quedar fuera del nuevo sistema de producción?***

La pregunta importa porque las transiciones tecnológicas pueden concentrar Capacidad incluso mientras reducen el coste de la información.

Una persona puede tener acceso a un potente modelo de IA y aun así carecer de: - una máquina; - un lugar de trabajo seguro; - una identidad reconocida en una red de suministro; - capital para utillaje; - acceso lingüístico; - conectividad fiable; - una forma de demostrar calidad; - un canal para recibir Work remunerado; - Authority sobre los datos o equipos implicados.

A la inversa, otra persona puede disponer de una valiosa Capacidad física pero no tener una vía sencilla para exponerla a un workflow global de ingeniería.

Una costurera puede comprender la producción textil repetible sin describir nunca esa Capacidad como un servicio de ingeniería. Un técnico jubilado puede conocer una máquina mejor que su documentación. Una pequeña imprenta puede producir una muestra funcional el mismo día que sea más valiosa para un ingeniero que un lote más barato procedente del extranjero y entregado semanas después. Un operador local puede saber que un palé, pasillo o útil es inseguro aunque el plan digital diga lo contrario.

Estas personas no son «no técnicas». Poseen formas de Capacidad que el sistema digital a menudo no reconoce.

## 3.2 Participación no es lo mismo que acceso

Dar a alguien un inicio de sesión no crea una participación significativa.

Una participación significativa requiere al menos cuatro cosas.

### *1. La persona puede comprender el Work*

La tarea debe expresarse en un idioma y una forma apropiados para el participante. El detalle técnico debe estar disponible cuando sea necesario, pero la primera interfaz debe hacer comprensible el resultado esperado.

Esta es una de las razones por las que el proyecto utiliza publicación por capas: tarjeta, brief, resumen y libro blanco completo. Diferentes personas necesitan diferentes profundidades de explicación.

El mismo principio se aplica al Work de ingeniería. Un operador de máquina necesita la condición de aceptación de la operación. Un ingeniero de hardware necesita límites eléctricos. Un ingeniero de software necesita el contrato de función. Un cliente necesita conocer el resultado, plazo, precio y responsabilidad.

### *2. La persona puede decidir si participa*

La Authority debe seguir visible.

Que un Resource sea descubrible no implica que pueda utilizarse. Que una persona aparezca listada no implica que haya aceptado un Work. Que una máquina sea técnicamente capaz no implica que esté permitido controlarla de forma remota. Que un documento pueda leerse no implica Authority para cambiar el sistema físico.

Por eso HSIMC separa **Resource** de **Authority**.

### *3. La contribución puede reconocerse y verificarse*

Una contribución debe dejar Evidence que pueda atribuirse a la parte responsable y a una versión.

Esa Evidence puede ser: - una muestra; - una medición; - una fotografía; - un registro de máquina; - un commit de código; - un informe de pruebas; - un Recibo de handoff; - un resultado de inspección; - una aceptación firmada; - un procedimiento reproducible.

El reconocimiento importa porque el trabajo invisible se infravalora con facilidad.

#### *4. El participante puede compartir el valor*

La participación sin una distribución justa del valor puede crear simplemente una nueva forma de extracción.

Por ello, el proyecto distingue: - Work remunerado; - contribución donada o patrocinada; - participación en investigación; - materiales aportados en especie; - infraestructura compartida; - contribución intelectual; - derechos comerciales futuros.

Las condiciones no tienen que ser idénticas en todos los proyectos. Tienen que ser lo bastante explícitas para que los participantes entiendan qué aportan y qué pueden recibir.

### 3.3 Colaboración stateless, responsabilidad persistente

La especificación MCP del 28 de julio de 2026 introdujo un núcleo de protocolo sin estado. En términos prácticos, cada solicitud puede llevar la información necesaria para procesarla en lugar de depender de estado oculto de la sesión de transporte. Si una aplicación necesita estado entre solicitudes, puede usar un handle o identificador explícito.

Esto constituye una base poderosa para la colaboración global en ingeniería.

Un ingeniero puede reconectarse desde otro cliente. Una solicitud puede enrutarse mediante infraestructura escalable. Los catálogos de tools y resources pueden descubrirse y almacenarse en caché. Los workflows no tienen que depender de una única sesión larga y frágil.

Pero un transporte stateless no elimina la responsabilidad del mundo real.

Un sistema físico sigue necesitando registros persistentes de: - identidad del Resource; - estado del equipo; - reservas; - órdenes de Work; - Custodia; - Recibos de operación; - autorización; - Evidence; - pago; - excepciones y recuperación.

Por tanto, el principio de diseño es:

> ***Solicitud stateless; responsabilidad persistente en el mundo real.***

Esta separación favorece la inclusión porque la participación ya no queda atada a una conversación oculta o a una única sesión de cliente. Un nuevo equipo puede retomar un Work claramente identificado, sujeto a Authority, y entender qué ha sucedido ya.

También protege a los participantes. Un recibo histórico no debe presentarse como una Observación reciente. Un reintento no debe crear una segunda acción física. Un permiso caducado no debe reutilizarse silenciosamente. Una descripción pública de Resource no debe conceder derechos de control de dispositivo.

Así es como un protocolo escalable puede apoyar la responsabilidad en lugar de debilitarla.

### 3.4 Autoridad humana · Capacidad local · Participación global

HSIMC resume su modelo de participación en tres frases.

#### *Autoridad humana*

Las personas y organizaciones conservan el derecho a definir el uso permitido de sus Resources, datos, equipos y Work.

Human Authority no significa que toda acción requiera un clic manual. Significa que la automatización opera dentro de un límite delegado explícitamente y que la responsabilidad puede rastrearse.

#### *Capacidad local*

La Capacidad física útil existe en lugares concretos.

Una máquina, sala, operador, lote de material o servicio de entrega tiene una ubicación, una ventana de disponibilidad, una condición y un responsable. La IA global no puede borrar esos hechos. Puede ayudar a coordinarlos.

La naturaleza local de la Capacidad física no es una limitación. Es la fuente de gran parte de su valor.

#### *Participación global*

El diseño, análisis, traducción, software, simulación, revisión de calidad y colaboración comercial pueden venir de cualquier lugar, siempre que los contribuyentes trabajen contra una interfaz común y un Límite de evidencia compartido.

La participación global no exige que todos los datos sean públicos. Exige una forma de exponer la información correcta al participante correcto bajo la Authority correcta.

Juntos, estos principios permiten una red en la que un pequeño contribuyente puede participar sin fingir que es una fábrica global, y un equipo global puede utilizar Capacidad local sin fingir que la ejecución física es simplemente una llamada API.

## 3.5 Los ODS como lente, no como distintivo de marketing

Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible ofrecen un marco amplio para considerar resultados sociales, económicos y ambientales. Este libro blanco mapeará los 17 objetivos, pero la relevancia variará según cada Work.

Se espera que las conexiones iniciales más fuertes incluyan: - **ODS 4 - Educación de calidad:** aprendizaje mediante Work de ingeniería real y reproducible; - **ODS 8 - Trabajo decente y crecimiento económico:** participación remunerada, Capacidad de pequeñas empresas y trabajo productivo; - **ODS 9 - Industria, innovación e infraestructura:** permitir que participantes pequeños se conecten con sistemas modernos de ingeniería y producción; - **ODS 10 - Reducción de las desigualdades:** reducir barreras creadas por geografía, idioma, capital, edad o acceso a infraestructura; - **ODS 12 - Producción y consumo responsables:** reparación, reutilización, Evidence de materiales y conciencia del ciclo de vida; - **ODS 17 - Alianzas para lograr los objetivos:** cooperación práctica multipartita alrededor de tecnología, conocimiento e implementación.

Un mapeo responsable de ODS requiere un Límite de evidencia.

Para cada contribución Propuesta, el proyecto debe preguntar:

13. ¿Qué cambió respecto a la línea de base?
14. ¿Quién se benefició?
15. ¿Quién asumió coste o riesgo adicional?
16. ¿Qué Evidence respalda el resultado?
17. ¿Qué sigue siendo desconocido?

Esto evita que los ODS se conviertan en iconos decorativos pegados a una actividad comercial ordinaria.

## 3.6 ESG como disciplina operativa

ESG resulta útil en este proyecto cuando da forma a decisiones, no cuando se añade después de terminar el Work.

### *Ambiental*

El proyecto debe medir cambios relevantes de material y energía, incluyendo: - material nuevo introducido; - residuos evitados o generados; - reparación y reutilización; - energía de proceso; - transporte; - ciclo de vida de dispositivos y baterías; - gestión al final de la vida útil.

Una entrada reciclada no produce automáticamente un resultado de menor impacto. Importa el proceso completo.

### *Social*

El proyecto debe observar: - quién puede participar; - quién recibe Work remunerado; - si se aprenden nuevas habilidades; - si disminuye la carga física o la espera; - si mejora el acceso para personas con diferentes necesidades; - si los trabajadores ganan o pierden capacidad de decisión; - si el sistema desplaza riesgo hacia participantes con menor poder.

### *Gobernanza*

El proyecto debe conservar: - propiedad o responsabilidad del Resource; - límites de Authority; - historial de versiones; - Evidence de aceptación; - registros de pago y contribución; - rutas de escalado y corrección; - límites de privacidad y datos.

La misma Evidence que ayuda a la fiabilidad de ingeniería puede, por tanto, ayudar a la credibilidad ESG.

## 3.7 La acción global significativa más pequeña

Un ecosistema global puede parecer imposiblemente grande. El proyecto define deliberadamente una acción inicial mucho menor.

Un participante puede aportar: - una muestra de material; - un proceso de fabricación; - una hora de máquina; - un jig; - una imagen de cámara; - un adaptador de software; - un método de prueba; - un sitio local; - una ventana logística; - una necesidad real de cliente.

Después describe: - qué puede proporcionar; - dónde y cuándo; - quién es responsable; - qué uso está permitido; - cómo puede comprobarse el resultado.

Eso es suficiente para empezar.

La red se vuelve real cuando una segunda parte puede utilizar la contribución, producir un resultado aceptado y devolver Evidence.

El siguiente nivel es la reproducción independiente en otro lugar.

El nivel posterior es valor económico repetible.

Esto crea una escalera de participación que no exige a cada contribuyente convertirse en una empresa de software, poseer infraestructura costosa o comprender todo el sistema antes de poder aportar valor.

### 3.8 Conclusión de la Parte I - de la inclusión a la Capacidad

La oportunidad descrita en la Parte I es mayor que el hardware y menor que una ideología.

Es mayor que el hardware porque el problema central no es una única tarjeta, ordenador, robot o protocolo. Es la coordinación de personas, tools, materiales, máquinas, Authority y Evidence alrededor de resultados físicos útiles.

Es menor que una ideología porque la propuesta puede probarse una función cada vez.

¿Puede un proceso local producir una muestra que otro equipo pueda verificar?

¿Puede un ingeniero remoto trabajar antes de que se envíe el hardware final?

¿Puede una máquina existente adquirir una interfaz nueva y útil sin ser reemplazada?

¿Puede una persona con una herramienta ordinaria aportar una función medible?

¿Pueden todas las partes implicadas comprender el valor, coste y responsabilidad?

Si las respuestas llegan a ser afirmativas, la idea adquiere sustancia.

La Parte II pasará de la oportunidad a los materiales de partida: **piedra, hilo, impresión y otros procesos familiares**, y a la disciplina de ingeniería necesaria para convertirlos de posibilidades interesantes en Capacidad reproducible.

---

## Límite de evidencia de la Parte I

Este es un **libro blanco independiente de HSIMC**. No afirma respaldo por parte de las Naciones Unidas, OpenAI, el proyecto Model Context Protocol, ISO ni ningún socio de ecosistema mencionado.

La Evidence de ingeniería heredada permanece sin cambios: - **C0-005:** línea de base documental de hardware T736; - **C0-007:** simulador con fuente verificada; - **C0-008:** registro histórico de simulación remota en Azure, 14/14 el 10 de noviembre de 2026; - **H0-001:** no hubo nueva sonda física del T736; la placa física de referencia permaneció sin vincular en ese handoff; - el hardware del tamaño de una tarjeta de crédito sigue siendo un objetivo de diseño y no una afirmación de producto terminado.

Los ejemplos exploratorios de movilidad, materiales y fabricación local se utilizan para definir preguntas y patrones de colaboración. No se presentan como especificaciones de producto validadas salvo que se indique un nivel específico de Evidence.

## Notas de fuentes seleccionadas


18. OpenAI, *Accelerating engineering for the physical world*, 3 November 2026. https://openai.com/index/accelerating-engineering-for-the-physical-world/
19. Model Context Protocol, *The 2026-07-28 Specification*. https://blog.modelcontextprotocol.io/posts/2026-07-28/
20. Model Context Protocol, specification dated 28 July 2026. https://modelcontextprotocol.io/specification/2026-07-28/
21. United Nations, *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. https://sdgs.un.org/2030agenda
22. United Nations Sustainable Development Group, *Leave No One Behind*. https://unsdg.un.org/2030-agenda/universal-values/leave-no-one-behind
23. ISO/IEC 7810, Identification cards - Physical characteristics; ID-1 nominal dimensions are 85.60 mm x 53.98 mm. https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:7810:ed-3:v1:en
24. HSIMC, *Card Phone and Cloud Development - Cross-Project Hand Off H0-001*, 11 November 2026.
25. HSIMC, *White Paper Executive Summary W0-004*, 11 November 2026.

# Parte II - Los materiales de partida: lo que las personas ya saben y ya tienen

## La Parte II de un vistazo

La Parte I sostuvo que la distancia entre una respuesta generada por IA y un resultado físico no es una molestia temporal. Es el lugar donde deben reunirse materiales, herramientas, personas, Authority, tiempo y Evidence.

La Parte II comienza con una pregunta práctica: **¿qué ocurre si la participación no empieza en una fábrica nueva, sino en lo que las personas ya saben y ya tienen?**

Un pequeño taller puede tener recortes de piedra, stock de embalaje, una máquina de coser, una bordadora, una impresora, una marcadora láser, lámina de cobre, herramientas manuales, un teléfono, una cámara, un jig, una caja de tags antiguos o simplemente una forma fiable de fabricar repetidamente una cosa. Ninguno de esos activos, por sí solo, es «fabricación GenAI». Sin embargo, cada uno puede formar parte de una red de producción habilitada por IA cuando su función, condiciones, interfaces y Evidence se hacen explícitos.

Esta Parte desarrolla tres proposiciones.

Primero, un material no debe valorarse únicamente por su categoría de mercado original. Un panel mineral descartado, una pieza de material de construcción o un recorte pueden adquirir una segunda vida si se comprenden su origen, condición, límites de procesamiento y nueva función. El mismo principio se aplica a composites minerales similares al papel, plásticos reciclados, metales y otros flujos de materiales. Las afirmaciones de reutilización deben vincularse con la identidad real del material y con rendimiento medido, no con etiquetas atractivas.

Segundo, los procesos artesanales familiares pueden convertirse en procesos funcionales de ingeniería sin dejar de ser artesanales. El hilo puede conducir corriente. El bordado puede posicionar pistas conductoras. La impresión puede depositar capas conductoras, dieléctricas o visuales. La lámina de cobre puede convertirse en un conductor rápido de prototipo. Un proceso de costura o impresión no se convierte en una fábrica electrónica simplemente porque se añada material conductor; la función electrónica sigue dependiendo de geometría, resistencia, matching, unión, aislamiento, curado, durabilidad y pruebas.

Tercero, la transición real es de **artesanía a Capacidad reproducible**. Una contribución útil no es simplemente «sé coser», «tengo una impresora» o «puedo cortar este material». Es una función versionada que otra persona o sistema puede solicitar, comprender, inspeccionar y reproducir bajo condiciones declaradas.

Esa transición es la base de la fabricación local y la participación global.

---

# Capítulo 4 - Una segunda vida para la piedra

## 4.1 De una fuente de material a un uso definido

«Piedra» en este libro blanco es deliberadamente amplio. Puede significar piedra natural, lámina con carga mineral, recorte de construcción, fragmento de hormigón, pieza cerámica, azulejo, composite mineral u otro material cuyo carácter dominante sea inorgánico y cuyo uso original pueda haber terminado.

El objetivo no es colapsar estos materiales en una sola categoría. El objetivo es mostrar cómo un material local se vuelve útil cuando su identidad y su siguiente función se describen con suficiente precisión para que otra persona pueda actuar.

Los residuos de construcción y demolición ilustran la escala de la oportunidad. La Comisión Europea señala que este flujo incluye hormigón, ladrillos, madera, vidrio, metales y plásticos, y representa más de un tercio de los residuos generados en la UE. También subraya que algunas fracciones tienen gran valor como recurso y que otras pueden reprocesarse en productos nuevos, siempre que las sustancias peligrosas y una clasificación deficiente no perjudiquen la reutilización y el reciclaje.

Esta es una distinción importante para HSIMC: **un material descartado no es automáticamente un Resource. Se convierte en un Resource solo cuando se comprenden su condición, riesgo y posible uso.**

Por tanto, un registro útil de material comienza con hechos como: - origen y uso anterior; - composición aproximada o identidad de producto, cuando se conozca; - dimensiones, espesor y masa; - daños visibles, contaminación, humedad o tratamiento superficial; - si el material ha sido cortado, pintado, laminado o tratado químicamente; - quién es propietario y quién puede autorizar la reutilización; - dónde se almacena y cuándo está disponible; - qué pruebas se han realizado; - qué usos todavía no están validados explícitamente.

Una fotografía puede ayudar, pero no es una especificación de material. Un nombre comercial puede ayudar, pero no es un informe de condición actual. Un uso previo en un edificio puede ayudar, pero no demuestra adecuación para una nueva función de carga, eléctrica, higiénica o relacionada con fuego.

El valor de un registro de Resource no consiste en convertir incertidumbre en certeza. Consiste en hacer visible la incertidumbre.

### *Un ejemplo local: de superficie descartada a muestra funcional*

Consideremos un pequeño recorte mineral recuperado de una obra de reforma. La primera pregunta más útil quizá no sea «¿puede convertirse en un producto comercial nuevo?», sino «¿puede convertirse en una base estable de muestra, placa de jig, superficie de montaje, señal, espaciador o útil para una prueba definida?».

Un segundo uso modesto puede ser económicamente y ambientalmente significativo si desplaza una compra nueva y si el esfuerzo de preparación es suficientemente bajo. La misma pieza puede ser inadecuada para un uso estructural y perfectamente válida como útil de ensayo no estructural.

La Capacidad no es entonces «reciclar piedra». Es algo más preciso, por ejemplo:

> ***Preparar una base mineral plana para muestra, huella nominal de 85,60 x 53,98 mm, dentro de un espesor y condición de borde acordados, adecuada para una prueba no estructural especificada.***

Esta declaración crea una ruta hacia Evidence:

26. identificar el material de origen;
27. inspeccionar contaminación y defectos;
28. cortar o mecanizar la muestra;
29. medir las dimensiones finales;
30. registrar masa, espesor y condición superficial;
31. realizar la prueba prevista;
32. conservar un resultado versionado.

Un maker con herramientas sencillas de corte y acabado puede contribuir a este workflow. Un ingeniero remoto puede definir geometría y criterios de aceptación. Una cámara local o herramienta de medición puede generar Evidence. Un segundo taller puede reproducir la misma muestra con otro material y comparar resultados.

La inteligencia no está dentro de la piedra. La inteligencia está en la **definición compartida de qué se pide al material que haga y en la Evidence de que lo hizo.**

## 4.2 Stone paper, composites y residuos de construcción: rutas distintas

La expresión «stone paper» resulta atractiva porque parece conectar contenido mineral con un producto familiar similar al papel. También es una fuente de confusión.

Las láminas comerciales similares al papel con carga mineral suelen ser composites diseñados con formulación y proceso de fabricación definidos. Los residuos minerales de construcción son un flujo heterogéneo. La piedra natural pertenece a otra categoría. Estas rutas no deben fusionarse silenciosamente.

Para HSIMC, el enfoque correcto es tratar cada una como un Resource y Perfil de proceso separados.

#### *Ruta A: lámina comercial existente con carga mineral*

Si está disponible una lámina comercial con carga mineral, las preguntas útiles incluyen: - composición declarada y datos del fabricante; - espesor y estabilidad dimensional; - energía superficial e imprimibilidad; - sensibilidad térmica; - compatibilidad con láser, cuchilla o punzón; - adhesión de tintas, laminados, inlays NFC o etiquetas; - comportamiento al plegado, rasgado y abrasión; - ruta real de reciclaje o eliminación en el mercado correspondiente.

Después, un diseño puede probar si el material resulta útil para una tarjeta, etiqueta, funda, inserto de regalo, jig, componente de embalaje u otra función definida.

#### *Ruta B: composite mineral formulado localmente*

Si el objetivo es formular una nueva lámina o pieza moldeada a partir de polvo mineral y aglutinante, se trata de un proyecto de desarrollo de materiales. Requiere receta declarada, características de las partículas, sistema de aglutinante, proceso de mezcla y conformado, condiciones de curado, pruebas mecánicas y datos de repetibilidad.

La frase atractiva «de piedra a tarjeta» no basta. Una formulación que funciona una sola vez en una muestra manual todavía no es una Capacidad de fabricación.

La Evidence mínima útil se parece más a: - identidad y lote del material de entrada; - fracciones másicas o rango de formulación; - método y equipo de procesamiento; - temperatura, presión, tiempo y otras variables relevantes; - espesor y densidad de muestra; - cambio dimensional después del proceso; - resistencia, flexibilidad, abrasión u otra propiedad relevante para la función prevista; - modos de fallo; - número de muestras y variación observada.

#### *Ruta C: reutilización directa de material de construcción*

Una tercera ruta evita fabricar un composite nuevo. Un azulejo recuperado, panel, recorte de piedra u otra pieza puede cortarse y reutilizarse directamente.

Esta puede ser la ruta local más rápida porque minimiza la transformación. También da mayor importancia a inspección, clasificación y adaptación a la irregularidad del material de origen.

La lógica ambiental es distinta en cada ruta. Reutilizar un recorte existente puede evitar producción nueva pero requerir transporte y corte. Producir un nuevo composite puede consumir aglutinantes, energía y pasos de acabado. Una lámina comercial con carga mineral puede tener impactos upstream y opciones de fin de vida diferentes.

Por ello, este libro blanco no afirma que una ruta sea universalmente «más verde». Propone que la comparación se mida para la función concreta.

#### *Un registro práctico de comparación*

Para una muestra del tamaño de una tarjeta, una comparación sencilla podría registrar:

| Campo | Recorte mineral reutilizado | Lámina comercial con carga mineral | Nuevo composite local |
|---|---|---|---|
| Origen | material local recuperado | producto comprado | ingredientes preparados localmente |
| Preparación | cortar / lijar / limpiar | cortar / imprimir / laminar | mezclar / conformar / curar / acabar |
| Material nuevo añadido | bajo a moderado | producto ya fabricado | aglutinante + aditivos + energía |
| Consistencia dimensional | depende del origen | normalmente alta | depende del proceso |
| Superficie para impresión | puede requerir tratamiento | depende del producto | depende de la formulación |
| Evidence necesaria | condición + geometría + prueba de uso | ficha técnica + prueba de proceso | receta + proceso + prueba de propiedades |
| Estado actual | debe verificarse | debe verificarse | I+D hasta que sea repetible |

Esta tabla es deliberadamente incompleta. Es un marco de decisión, no una certificación de material.

### 4.3 Medir rendimiento, durabilidad, coste y efectos ambientales

Un experimento de material se vuelve económicamente útil cuando empieza a responder cuatro preguntas:

33. **Rendimiento** - ¿cuánta salida utilizable se obtiene de la entrada disponible?
34. **Durabilidad** - ¿el resultado sigue siendo apto para la función prevista durante el tiempo necesario?
35. **Coste** - ¿cuánto cuesta realmente una salida aceptada, incluidos intentos fallidos y mano de obra?
36. **Efecto ambiental** - ¿qué material nuevo, energía, transporte y residuos se introducen o evitan?

### *Rendimiento*

El rendimiento debe definirse contra una regla de aceptación. Si se recogen diez piezas recuperadas y solo cuatro permiten producir una muestra plana y limpia del tamaño requerido, el rendimiento no es diez. Las piezas rechazadas forman parte de la Evidence del proceso.

Para fabricación local, el rendimiento puede ser más informativo que el precio del material. Un flujo de residuos «gratuito» con altos costes de clasificación, limpieza y fallos puede resultar más caro que una lámina comprada. A la inversa, un recorte local que requiere casi ningún procesamiento puede ser un Resource excelente aunque solo esté disponible en cantidades pequeñas.

### *Durabilidad*

La durabilidad debe vincularse al uso previsto. Una muestra utilizada para una sola prueba de alineación de laboratorio tiene requisitos diferentes de una tarjeta destinada a sobrevivir años en una cartera, un regalo manipulado por clientes o un útil expuesto a calor y vibración.

Las pruebas útiles pueden ser modestas pero explícitas: - inserción o retirada repetida; - ciclos de doblado o flexión; - abrasión superficial; - exposición a humedad; - adhesión de capas impresas o pegadas; - cambio dimensional; - daño de borde tras el corte; - rendimiento de lectura de un elemento QR, NFC o RFID adherido.

Importan el método de prueba y el número de ciclos. «Parece duradero» no es un resultado de ingeniería.

### *Coste completo por resultado aceptado*

Una fórmula útil es:

> ***Coste completo por resultado aceptado = material total + mano de obra + máquina + energía + utillaje + inspección + coste de salidas fallidas, dividido por cantidad aceptada.***

Esto es especialmente importante en fabricación local de lotes pequeños. El precio unitario del material puede ser casi irrelevante frente a preparación, alineación y retrabajo.

La misma lógica explica por qué la velocidad puede llegar a ser más importante que un coste unitario bajo. Un taller local puede ser más caro por lámina pero capaz de producir hoy una muestra revisada, permitiendo que un equipo global continúe de inmediato. El valor económico está en el tiempo de iteración, no solo en el precio del material.

### *Efectos ambientales sin afirmaciones automáticas*

Las afirmaciones ambientales deben realizarse contra una línea de base definida.

Si un material recuperado sustituye a una placa nueva, preguntas útiles incluyen: - qué material nuevo se evitó realmente; - qué distancia recorrió el material recuperado; - qué limpieza, corte o recubrimiento fueron necesarios; - qué residuos generó la preparación; - si el nuevo uso prolonga la vida o solo retrasa la eliminación; - si la nueva combinación dificulta una separación posterior; - si se introduce algún constituyente peligroso o desconocido en un contexto nuevo.

Esto es coherente con un principio más amplio de economía circular: la recuperación tiene valor, pero importan la calidad, la clasificación y la manipulación segura.

### *De historia ambiental a Evidence reproducible*

La historia de sostenibilidad más sólida no siempre es dramática. Puede ser simplemente:

> ***Este lote utilizó 12 recortes recuperados localmente. Ocho cumplieron los criterios de muestra. Cuatro fueron rechazados. Las muestras aceptadas sustituyeron ocho placas nuevas para esta serie de pruebas. El corte consumió un tiempo de máquina registrado y produjo una masa medida de residuo.***

Esta declaración puede mejorar con el tiempo. Puede compararse con otros materiales. Puede auditarse. Puede informar la siguiente decisión.

Es más útil que una afirmación sin respaldo de que un producto es «residuo cero» o «verde».

---

# Capítulo 5 - Del hilo a la interfaz

## 5.1 Hilo conductor y antenas textiles

Una máquina de coser es una de las herramientas de producción más familiares del mundo. También es un ejemplo instructivo de cómo una Capacidad artesanal existente puede adquirir un nuevo papel de ingeniería.

El hilo ordinario se utiliza para unir, reforzar y decorar. El hilo conductor también puede transportar corriente eléctrica o formar parte de una antena, electrodo o sensor. El bordado puede colocar ese hilo en una geometría repetible.

La investigación sobre antenas NFC bordadas muestra con claridad tanto el potencial como las restricciones. Un estudio de la University of Manchester fabricó prototipos de antenas NFC sobre algodón utilizando hilos conductores recubiertos de metales, entre ellos plata y acero inoxidable. El trabajo comparó enfoques de bordado y midió diferencias importantes en resistencia DC. También ajustó una bobina bordada a un microchip NFC específico. El resultado no fue «cualquier hilo metálico se convierte en NFC». El resultado fue que un hilo definido, una geometría de puntada, una forma de antena y un chip pueden diseñarse juntos y medirse.

Esa distinción es central para este libro blanco.

### *La máquina de coser aporta Capacidad de colocación*

La máquina de coser o bordar no necesita comprender el protocolo NFC. Su contribución puede ser más estrecha:

> ***Colocar un hilo conductor especificado a lo largo de una trayectoria versionada sobre un sustrato textil especificado, con parámetros de puntada declarados y Evidence de inspección.***

Otro contribuyente puede proporcionar el diseño de antena. Otro puede seleccionar el chip. Otro puede modelar el comportamiento RF. Otro puede probar el rango de lectura. Otro puede diseñar la fijación mecánica a un cable, regalo, prenda o funda de tarjeta.

Así una máquina cotidiana se convierte en parte de un workflow global de ingeniería sin fingir que realiza toda la función del sistema.

### *Las variables importantes*

Para una función textil conductora, las variables útiles incluyen: - material del hilo, recubrimiento y diámetro; - resistencia medida por unidad de longitud; - tipo de sustrato, espesor y elasticidad; - tipo de puntada, paso, tensión y número de pasadas; - geometría y separación entre trayectorias conductoras; - método de conexión a un componente o conector; - aislamiento y alivio de tensión; - requisitos de doblado, lavado, abrasión o humedad; - ajuste de antena o sensor, cuando corresponda; - método de inspección y aceptación.

Un ingeniero remoto puede especificar estas variables. Un maker local puede informar qué puede lograr realmente la máquina. El diseño puede entonces converger mediante Evidence y no mediante suposiciones.

### *La función decorativa y la función electrónica pueden coexistir*

El bordado también demuestra que una función electrónica no exige lenguaje visual industrial. Investigaciones han mostrado antenas textiles conductoras integradas en logotipos bordados decorativos, con hilo conductor colocado en la cara posterior mientras hilo de color crea el diseño visible.

Para HSIMC, esto sugiere un principio de diseño valioso:

> ***Una interfaz funcional puede seguir siendo local en términos culturales, estéticos y comerciales.***

Un regalo de hotel, uniforme de equipo, credencial de evento o accesorio de cable no tiene que parecer un prototipo de laboratorio simplemente porque contenga un punto de entrada digital o un conductor funcional.

Esto importa para la participación. Los productores locales pueden aportar no solo capacidad de fabricación, sino también conocimiento de materiales, estética, significado cultural y familiaridad con el cliente.

## 5.2 Marcas impresas, electrodos y superficies funcionales

La impresión es otro proceso maduro que puede pasar a formar parte de electrónica y sensado cuando el material depositado tiene una propiedad funcional.

La literatura sobre electrónica impresa describe tintas conductoras, semiconductoras y dieléctricas depositadas sobre sustratos mediante métodos como serigrafía e inkjet, a menudo seguidas de curado o sinterizado. El

rendimiento depende no solo de la tinta, sino también de rugosidad del sustrato, porosidad, mojado, secado y postprocesado.

Esto crea un puente útil entre distritos de impresión tradicionales y prototipado electrónico.

#### *Empezar por la capa funcional más sencilla*

La primera contribución funcional no tiene que ser un transistor ni un circuito completo. Puede ser: - una marca visual de alineación de alto contraste; - una almohadilla conductora; - un electrodo táctil capacitivo; - una pista de antena; - un elemento resistivo; - una huella de conector; - un separador dieléctrico; - un patrón de calibración impreso; - un código QR vinculado a una identidad de Resource; - una capa de registro que permita al proceso posterior alinearse con precisión.

Cada función tiene una prueba de aceptación distinta.

Un QR puede validarse mediante decodificación óptica. Una pista conductora puede comprobarse por resistencia y continuidad. Un electrodo capacitivo puede probarse con un controlador conocido. Una antena requiere tuning y pruebas de lectura. Una marca de registro requiere medición geométrica.

La imprenta local no tiene que asumir responsabilidad por todo el producto final. Debe ser responsable del resultado impreso acordado.

#### *El sustrato forma parte del proceso*

Un diseño que se imprime bien sobre PET recubierto puede fallar sobre papel rugoso, textil o lámina mineral. Una tinta conductora puede penetrar en un sustrato poroso o agrietarse al flexionarlo. Una temperatura de curado adecuada para un material puede deformar otro.

Por tanto, una capa funcional impresa siempre debe vincularse con un Perfil de sustrato.

Como mínimo: - identidad y espesor del material; - tratamiento superficial, recubrimiento o laminado; - proceso y equipo de impresión; - identidad y lote de tinta o pasta; - malla, boquilla, resolución u otro parámetro de proceso aplicable; - condición de curado o secado; - geometría final; - prueba eléctrica u óptica; - límites ambientales y de manipulación.

Aquí es donde el conocimiento local de impresión se vuelve valioso. Los operadores suelen saber por experiencia qué sustrato alimenta bien, qué recubrimiento causa problemas de adhesión, cómo cambia el secado con la humedad y cómo deriva el registro en una máquina concreta. La GenAI puede ayudar a estructurar y comparar esas observaciones, pero el proceso local sigue produciendo la Evidence.

#### *Lámina de cobre, film e iteración rápida*

La lámina de cobre proporciona otra ruta accesible de prototipado. Un patrón conductor puede cortarse, grabarse, laminarse o formarse de otra manera sin comprometerse con un proceso convencional de PCB multicapa.

El valor está en la velocidad y accesibilidad. Un equipo local puede producir inmediatamente una antena única, electrodo, jumper o patrón de circuito de baja complejidad.

La limitación es igualmente importante. Un prototipo de foil no es automáticamente equivalente a una PCB de producción. Adhesión, tamaño mínimo de características, aislamiento, oxidación, capacidad de corriente, flexión, fiabilidad de conectores, comportamiento RF y tolerancia de fabricación pueden ser diferentes.

Por tanto, el workflow correcto es:

**prototipar rápido -> medir -> aprender -> decidir si mantener el método local o pasar a un proceso de fabricación más controlado.**

El resultado de un experimento no es un compromiso con una tecnología de fabricación. Es Evidence que estrecha la siguiente decisión.

### 5.3 Unir artesanía, módulos electrónicos y computación

El patrón más poderoso de este capítulo es la separación de funciones.

Un objeto funcional puede construirse a partir de capas aportadas por distintas personas:

37. **capa de material** - textil, papel, lámina mineral, plástico, metal u otro sustrato;
38. **superficie funcional** - conductor impreso, hilo bordado, pista de foil, marca o electrodo;
39. **módulo electrónico** - chip NFC, sensor, lector, controlador, radio o placa de interfaz;
40. **nodo de computación** - teléfono, nodo T736, ordenador local u otro Runtime;
41. **capa cloud y de modelo** - diseño, análisis, planificación, versionado y colaboración;
42. **Human Authority** - la persona u organización autorizada a usar, modificar, compartir u operar el resultado;
43. **capa de Evidence** - mediciones y registros que demuestran qué se construyó y probó realmente.

La ventaja de esta arquitectura es que la innovación no exige que cada contribuyente domine todas las capas.

Un taller textil puede aportar colocación repetible. Una imprenta puede aportar marcas funcionales. Una empresa electrónica puede proporcionar un módulo. Un equipo de software puede proporcionar un tool. Un integrador local puede conectarlo a una máquina existente. Un equipo global de IA puede ayudar a comparar diseños y generar planes de prueba.

La interfaz compartida es lo que permite que estas contribuciones se encuentren.

### *Un ejemplo del tamaño de una tarjeta de crédito*

Imaginemos un objeto del tamaño de una tarjeta cuya superficie visible se imprime localmente, cuya cara posterior contiene una antena bordada o de foil, cuya función electrónica la proporciona un pequeño módulo NFC y cuya Capacidad más profunda se alcanza mediante una URI QR/NFC conectada a un HSIMC Resource.

La propia tarjeta puede no tener procesador.

En otra versión, la tarjeta puede conectarse a un pequeño módulo de interfaz.

En una versión posterior, un nodo de computación basado en T736 puede proporcionar procesamiento local e interfaces físicas.

Las tres pueden pertenecer a la misma familia de Capacidad sin fingir que son el mismo hardware.

Ese es el valor de una arquitectura por capas: **el objeto visible puede seguir siendo sencillo mientras la Capacidad evoluciona detrás.**

### *Un regalo puede convertirse en una entrada a Capacidad*

Esto también cambia el papel de productos cotidianos.

Un cable, tag, funda de tarjeta, parche textil, paquete o regalo puede llevar: - un identificador duradero; - una entrada QR/NFC; - información de material y lote; - un enlace de servicio o configuración; - una acción de garantía o mantenimiento; - una descripción de Capacidad local; - una ruta hacia una función de soporte humana o de IA.

El producto físico sigue siendo útil por sí mismo. La capa digital no tiene que dominar el objeto. Puede limitarse a crear una relación continua entre el objeto, el maker, el usuario y el siguiente servicio.

Esto es especialmente relevante para pequeños productores. No necesitan construir una plataforma global. Pueden producir una capa física bien definida y conectarla con un sistema más amplio bajo Authority acordada.

---

# Capítulo 6 - De la artesanía a una Capacidad reproducible

## 6.1 Una función, una interfaz y un resultado repetible

La transformación más importante de la Parte II no es de «material viejo» a «material inteligente». Es de una habilidad informal a una Capacidad que otra parte pueda utilizar con seguridad.

Una Capacidad artesanal a menudo vive en la memoria de una persona: - «sé cómo hacer este corte limpiamente»; - «esta máquina puede manejar ese tejido si cambio la tensión»; - «esta tinta funciona con este recubrimiento»; - «el láser marca bien si cambio ligeramente el foco»; - «este proveedor puede fabricar la pieza rápido».

Estas afirmaciones son valiosas. También son difíciles de escalar porque las condiciones son implícitas.

Una Capacidad reproducible hace explícitas las partes útiles.

Una descripción mínima de Capacidad puede incluir:

| Campo | Pregunta |
|---|---|
| Función | ¿Qué resultado puede producirse? |
| Entrada | ¿Qué material, archivo, objeto o estado se requiere? |
| Salida | ¿Qué resultado físico o digital se devuelve? |
| Condiciones | ¿Qué máquina, herramienta, entorno o preparación se requiere? |
| Interfaz | ¿Cómo se presenta la solicitud y cómo se identifica el resultado? |
| Authority | ¿Quién puede solicitar, aprobar, modificar o liberar el Work? |
| Evidence | ¿Qué medición o inspección demuestra la finalización? |
| Versión | ¿Qué método, diseño y software se utilizaron? |
| Coste y tiempo | ¿Qué Resources se consumieron realmente? |
| Límites | ¿Qué sigue sin estar soportado o verificado? |

Esta descripción puede existir como hoja legible por personas, Perfil legible por máquinas o ambas cosas.

El objetivo no es la burocracia. El objetivo es reducir la cantidad de conocimiento oculto que debe redescubrirse cada vez que llega un nuevo colaborador.

### *Reproducible no significa idéntico en todas partes*

Un segundo taller puede utilizar una máquina distinta. Otra ciudad puede tener otro material. Un operador local puede elegir otro útil.

La reproducibilidad no exige que cada implementación sea idéntica. Exige que las diferencias sean visibles y que el resultado pueda comprobarse contra la misma expectativa funcional.

Por ejemplo, dos talleres pueden producir una antena textil NFC usando máquinas de bordar diferentes. Si ambos registran hilo, geometría, ajustes de puntada, resistencia y pruebas de lectura, sus resultados pueden compararse.

El objeto común es el **contrato de función**, no la marca de máquina.

## 6.2 Habilidades, muestras, condiciones de proceso y aceptación

Una contribución práctica puede organizarse en cuatro objetos relacionados:

### *1. Habilidad*

La Capacidad humana u organizativa: cortar, imprimir, coser, mecanizar, ensamblar, probar, programar, calibrar, reparar o coordinar.

El registro de habilidad no debe afirmar competencia universal. Puede ser estrecho y útil.

Ejemplo:

> *«Puede bordar hilo conductor sobre sustratos de algodón y poliéster utilizando una trayectoria vectorial especificada; puede proporcionar medición de resistencia y fotografías de muestra; el tuning RF lo realiza otra parte.»*

Esto es más fiable que «experto en textil inteligente» si la contribución real es bordado y medición.

#### *2. Muestra*

Una muestra es Evidence de que un proceso ha producido un resultado bajo condiciones conocidas.

Un registro útil de muestra incluye: - ID de muestra; - versión de diseño; - lote de entrada; - máquina y herramienta; - operador o parte responsable; - fecha y lugar; - ajustes de proceso; - resultado de inspección; - fotografías o archivos de medición; - desviaciones y fallos.

Una muestra puede convertirse después en parte de una biblioteca creciente de Evidence.

#### *3. Condición de proceso*

Las condiciones de proceso hacen interpretable la muestra.

Sin ellas, una muestra exitosa puede resultar imposible de reproducir.

Para fabricación local, incluso un registro sencillo puede ser poderoso: - modelo de máquina; - tipo de herramienta o aguja; - velocidad de avance o de proceso; - temperatura o tiempo de curado; - versión del útil; - condición ambiental si es relevante; - nota del operador sobre un ajuste manual.

La GenAI puede ayudar a convertir notas libres en Perfiles estructurados, comparar versiones e identificar variables faltantes. No debe inventar un valor que nunca se midió.

#### *4. Aceptación*

La aceptación es lo que transforma «se fabricó algo» en «se entregó el resultado solicitado».

La aceptación puede ser: - medición dimensional; - prueba de continuidad; - rango de resistencia; - decodificación QR; - lectura NFC; - puntuación de alineación de imagen; - inspección visual contra una referencia; - ajuste mecánico correcto; - aprobación del cliente; - combinación de pruebas.

Diferentes aplicaciones necesitan diferentes reglas de aceptación.

Lo importante es que la aceptación se acuerde antes de escalar siempre que sea posible.

### 6.3 Participación a lo largo de la fabricación y el uso

Cuando la Capacidad se describe de esta manera, la participación se hace más amplia sin volverse vaga.

Un taller familiar puede participar produciendo un patrón textil probado. Una imprenta puede participar fabricando una capa conductora o visual registrada. Un estudiante puede participar escribiendo un tool de inspección. Una persona jubilada con conocimiento profundo de proceso puede aportar un método de jig o una guía de troubleshooting. Un gran proveedor puede aportar un componente certificado. Un ingeniero cloud puede aportar una simulación. Un operador logístico puede aportar una ventana de transporte aceptada.

No necesitan convertirse en una sola empresa.

Necesitan una forma de hacer que su contribución sea comprensible, autorizada y verificable.

#### *Participación no significa trabajo gratuito*

Un modelo de participación global debe distinguir entre aprendizaje, voluntariado, contribución a investigación, Work remunerado, suministro comercial y licencia de propiedad intelectual.

La misma acción física puede tener significados económicos y éticos muy distintos según el acuerdo.

Un contribuyente debe poder saber: - qué se solicita; - si el Work es pagado, donado, experimental o especulativo; - cómo puede reutilizarse el resultado; - si se nombrará al contribuyente; - quién posee el nuevo diseño o datos; - quién asume el coste del fallo o retrabajo; - cuándo vence el pago; - cómo puede dejar de participar.

Aquí Human Authority se convierte en un principio económico práctico.

#### *La participación debe crear Capacidad, no dependencia*

Un proyecto útil debe dejar a los participantes algo que puedan volver a utilizar: - un proceso probado; - un útil mejor; - una plantilla reutilizable; - un Perfil de máquina; - una habilidad documentada; - una nueva relación con cliente; - un método de medición; - un tool de software; - una muestra de referencia; - una comprensión más clara del coste y los límites.

El objetivo no es convertir a cada persona en ingeniero de hardware. Es permitir que las personas contribuyan en el nivel donde ya tienen competencia, ofreciendo vías para aprender más.

#### *De prueba local a participación global*

Una Capacidad local se vuelve globalmente útil mediante una secuencia:

44. **descubrir** - alguien identifica un material, habilidad, tool o proceso existente;
45. **describir** - se registran la función y los límites;
46. **muestrear** - se produce un pequeño resultado;
47. **medir** - se inspecciona el resultado;
48. **versionar** - se congelan el método y la Evidence;
49. **ofrecer** - la Capacidad pasa a estar disponible bajo condiciones declaradas;
50. **aceptar** - una parte responsable acuerda realizar un Work específico;
51. **ejecutar** - el Work se realiza localmente;
52. **verificar** - se devuelve Evidence;
53. **aprender** - el resultado mejora el siguiente diseño, proceso o modelo.

Este ciclo conecta fabricación local con ingeniería global sin exigir al maker local operar una plataforma global de software.

### *La primera pregunta económica: ¿qué cambió?*

El valor de una Capacidad debe medirse por el cambio que crea.

¿Llegó la muestra más rápido?

¿El nuevo método redujo iteraciones fallidas?

¿El material local evitó una nueva compra?

¿Un maker obtuvo una nueva tarea remunerada?

¿Otro equipo reprodujo el resultado sin una larga llamada explicativa?

¿Un cliente recibió un producto o servicio mejor?

¿El proceso redujo o aumentó el uso de material y energía?

¿El contribuyente conservó Authority sobre el uso de su Work?

Estas preguntas conectan directamente la Parte II con ROI, ESG y ODS sin convertir esos marcos en decoración.

### *Un paquete compacto de participación*

El libro blanco propone un primer paquete sencillo para un nuevo contribuyente:

> ***Aporta una Capacidad existente. Entrega una función reproducible.***

Un paquete de contribución puede ser pequeño: - una descripción de función; - una muestra o salida de referencia; - una nota de proceso; - un método de aceptación; - una declaración de Authority y condiciones de reutilización; - un registro del tiempo y coste reales.

Eso es suficiente para empezar.

Después puede conectarse con una tarjeta, entrada NFC/QR, HSIMC Resource, Perfil legible por máquinas, nodo T736, simulador o workflow global de colaboración.

El paquete pequeño es intencionado. La participación no debe exigir a un taller pequeño construir un gemelo digital completo antes de que alguien pueda trabajar con él.

### *El puente hacia la Parte III*

La Parte II se ha centrado en materiales, herramientas familiares y la transformación de la artesanía en Capacidad reproducible.

La Parte III abordará el modelo de colaboración que hace que esas capacidades sean utilizables entre equipos: personas que mantienen Authority, tools que realizan acciones, resources que aportan contexto, contratos que definen funciones y Evidence que conserva responsabilidad a través de solicitudes stateless.

El material es local.

La habilidad es local.

La persona responsable es local.

La colaboración puede ser global.

---

## Notas de fuentes de la Parte II

Las siguientes fuentes externas respaldan afirmaciones específicas de contexto en esta Parte. No certifican prototipos de HSIMC ni productos futuros.

54. European Commission, **Construction and demolition waste** - construction and demolition waste composition, resource recovery potential, sorting and hazardous-material considerations.
https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/construction-and-demolition-waste_en

55. University of Manchester research PDF, **e-Textile Embroidered Wearable Near Field Communication RFID Antennas** - embroidered NFC antenna prototypes, conductive yarns, stitch-method comparison, measured resistance and chip matching.

https://research.manchester.ac.uk/files/76660584/e_Textile_Embroidered_Wearable_Near_Field_Communication_RFID_Antennas.pdf

56. Gil et al., **Colorful Textile Antennas Integrated into Embroidered Logos**, Journal of Sensor and Actuator Networks - conductive e-thread integrated into embroidered decorative forms.
https://www.mdpi.com/2224-2708/4/4/371

57. A. Kamyshny et al. and related review literature summarized in **A Review on Printed Electronics: Fabrication Methods, Inks, Substrates, Applications and Environmental Impacts** - functional inks, substrates, printing methods, curing and the importance of ink-substrate interaction and repeatability.
https://www.mdpi.com/2504-4494/5/3/89

58. Rubio & Bolduc, **Screen Printing for Energy Storage and Functional Electronics: A Review** - screen printing of conductive and functional materials on flexible substrates, with process variables influencing device performance.
https://www.mdpi.com/2673-3978/6/2/7

59. OpenAI, **Accelerating engineering for the physical world**, 3 November 2026 - background context for AI-supported mechanical, electrical, simulation and manufacturing workflows.
https://openai.com/index/accelerating-engineering-for-the-physical-world/

## Límite de evidencia

La Parte II es un marco de arquitectura y participación. **No** afirma que: - el material recuperado de construcción haya sido cualificado para uso estructural, de contacto alimentario, de seguridad eléctrica o con clasificación contra fuego; - HSIMC haya desarrollado o validado «stone paper» formulado localmente; - el hilo de coser ordinario o cualquier hilo conductor arbitrario sea adecuado para NFC; - una máquina de coser o bordar pueda por sí sola fabricar un producto electrónico completo; - un conductor impreso sea equivalente a una PCB de producción; - una tinta conductora, foil, textil, sustrato, chip NFC o proceso de fijación concreto haya sido cualificado para lanzamiento comercial; - se haya completado un producto T736 del tamaño de una tarjeta de crédito; - se haya demostrado beneficio ambiental sin una línea de base definida y medición.

El propósito de esta Parte es definir cómo esas afirmaciones podrían hacerse comprobables, atribuibles y reproducibles mediante Resource, Authority y Evidence.

# Parte III - El modelo de colaboración: personas, Tools, Resources y Evidence

## La Parte III de un vistazo

La Parte I definió la oportunidad: la GenAI puede producir planes con rapidez, pero un resultado físico sigue necesitando materiales, máquinas, personas, tiempo, Authority y Evidence.

La Parte II mostró que la participación puede comenzar con lo que las personas ya saben y ya tienen. Un recorte mineral, una máquina de coser, una bordadora, una impresora, lámina de cobre, una cámara, un jig o un taller local pueden formar parte de una red de producción inteligente cuando se hacen explícitos una función, sus condiciones y su Evidence.

La Parte III formula la pregunta de sistema: **¿cómo pueden colaborar muchas personas, modelos, tools, resources y organizaciones sin convertir acceso en Authority, contexto en control o una solicitud exitosa en una afirmación no verificada de finalización?**

La respuesta propuesta aquí tiene tres partes.

Primero, **las personas mantienen la Authority**. Un modelo puede proponer, comparar e invocar tools permitidos, pero el derecho a leer un documento, reservar una máquina, arrancar un motor, revelar un registro de cliente, aceptar una obligación comercial o liberar un pago procede de una persona u organización responsable que actúa dentro de un alcance acordado. Por tanto, HSIMC trata Authority como un hecho empresarial de primera clase, no como una suposición oculta dentro de una sesión de chat.

Segundo, **tools y resources necesitan contratos compartidos**. Los MCP tools exponen operaciones invocables. Los MCP resources exponen datos y contexto. Los HSIMC Resources son objetos empresariales del mundo real como personas, lugares, máquinas, materiales, inventarios, franjas de Work y servicios. Estos conceptos pueden conectarse, pero no deben colapsarse unos dentro de otros. Una máquina puede estar representada por un HSIMC Resource, descrita mediante MCP resources y controlada mediante uno o más MCP tools. La relación debe ser explícita.

Tercero, **las solicitudes de protocolo stateless no eliminan el estado ni la responsabilidad del mundo real**. MCP 2026-07-28 elimina sesiones a nivel de protocolo y hace autodescriptiva cada solicitud. Las aplicaciones aún pueden mantener estado mediante handles explícitos. En un workflow físico, el estado persistente es inevitable: una máquina puede estar ocupada, un palé puede estar en tránsito, una maleta puede estar bajo Custodia, un motor puede seguir moviéndose, una factura puede seguir pendiente. HSIMC adopta por ello un principio sencillo:

> ***Solicitud stateless; responsabilidad persistente en el mundo real.***

El propósito de esta Parte no es inventar un sustituto nuevo para MCP, ERP, MES, WMS, IAM ni el derecho contractual. Es definir una capa de colaboración que permita que esos sistemas y los participantes del mundo real se encuentren alrededor de un Work verificable.

---

# Capítulo 7 - Las personas mantienen la Authority

## 7.1 M-Person, organizaciones y M-Teams

La GenAI cambia quién puede planificar. No debería cambiar silenciosamente quién está autorizado a decidir.

Una persona puede usar un sistema de IA para redactar un diseño, inspeccionar una fotografía, comparar proveedores o preparar una solicitud de operación. Un equipo puede usar varios modelos y tools en paralelo. Una organización puede exponer capacidades seleccionadas mediante una API o un servidor MCP. Ninguno de esos hechos, por sí solo, responde una pregunta más básica: **¿quién tiene el derecho a autorizar la siguiente acción del mundo real?**

HSIMC utiliza el término **M-Person** como concepto de participación: una persona real que puede trabajar con modelos, tools y equipos manteniendo Authority sobre los derechos que pertenecen a esa persona o a la organización que legítimamente representa. Un **M-Team** puede incluir personas, modelos, servicios de software y agentes especializados, pero no es por sí mismo un principal jurídico mágico. Actúa a través de relaciones de Authority definidas.

Esto importa porque la misma persona puede ocupar roles distintos en Works diferentes.

Un propietario de fábrica puede ser comprador en un Work y proveedor de Capacidad en otro. Un diseñador puede aportar un plano pero no tener permiso para arrancar un láser. Un hotel puede controlar la habitación y el proceso de Custodia, pero no el sistema de equipaje de la aerolínea. Un ingeniero puede estar autorizado a consultar una placa de referencia T736 pero no a desplegar una nueva imagen en una unidad entregada. Un fundador puede autorizar directamente una empresa, pero necesitar otro director o cotitular para otra empresa.

La arquitectura separa por tanto: - **identidad** - quién o qué se está referenciando; - **rol** - qué función tiene el participante en este Work; - **Authority** - qué decisiones u operaciones está autorizado a tomar el participante; - **alcance** - qué Resource, tiempo, ubicación y operación cubre esa Authority; - **Evidence** - qué demuestra que la Authority fue concedida y qué ocurrió bajo ella.

Un único perfil global puede ser útil para descubrimiento, pero la Authority debe evaluarse en el punto donde una decisión importa.

### *La identidad aporta continuidad, no permiso*

HSIMC conserva las identidades Runtime y Resource existentes siempre que sea posible. Una tarjeta, código QR, tag NFC o URL corta puede ayudar a una persona a encontrar de nuevo el mismo objeto. Esta continuidad es valiosa. No convierte el identificador en un token de autorización.

Un QR impreso sobre una máquina puede abrir su página pública de Capacidad. Eso no significa que cualquiera que lo escanee pueda mover la máquina. Un tag NFC en una pieza de equipaje puede identificar el registro de servicio. Eso no significa que cualquiera con un teléfono pueda cambiar el destino de entrega. Un Card ID puede conectar un objeto físico con un Perfil digital. No reemplaza la identidad del dispositivo T736 real, su operador ni su propietario.

La distinción es sencilla:

> ***Identidad responde «¿qué es esto?». Authority responde «¿quién puede hacer qué con ello, ahora?».***

Esto es especialmente importante en un sistema global donde el mismo Resource público puede ser descubierto por muchos modelos y usuarios.

### *Los M-Teams deben aclarar la responsabilidad, no difuminarla*

Un M-Team potente puede repartir Work entre especialidades: - un modelo interpreta una solicitud de cliente; - otro comprueba una restricción de fabricación; - un operador humano confirma la condición de un material; - un tool de visión mide la alineación; - un proveedor acepta una tarea de mecanizado; - un controlador local ejecuta movimiento determinista; - un servicio de Evidence registra el resultado.

La ventaja es Capacidad paralela. El riesgo es la difusión de responsabilidad.

Por ello, para cada Work HSIMC pide puntos de responsabilidad identificados. Como mínimo:

60. **Solicitante** - quién quiere el resultado;
61. **Authority del Resource** - quién puede comprometer la máquina, material, espacio, datos o servicio relevante;
62. **Ejecutor** - quién o qué realiza la acción;
63. **Aceptador** - quién decide que el resultado cumple la condición acordada;
64. **Principal económico** - quién paga o recibe valor cuando corresponde;
65. **Custodio de Evidence** - dónde se conserva el registro autoritativo del resultado.

Una persona puede desempeñar varios de estos roles. Un modelo puede asistir a uno o más roles. El registro debe seguir distinguiéndolos.

## 7.2 Acceso documental, control de dispositivos y derechos de contribución

Un error recurrente en sistemas conectados es tratar todo acceso como un único permiso.

No lo es.

Leer un PDF, editar un archivo de diseño, consultar un sensor, reservar una máquina y ordenar movimiento físico son acciones diferentes con riesgos distintos. Deben tener permisos diferentes aunque aparezcan en la misma interfaz de usuario.

Una escalera útil de permisos es:

| Clase de permiso | Ejemplo | Consecuencia típica |
|---|---|---|
| **Descubrir** | Ver que existe una Capacidad | baja consecuencia; aun así puede exponer información comercial |
| **Leer** | Leer una ficha técnica, plano u Observación reciente | divulgación de información |
| **Contribuir** | Subir un modelo, diseño, resultado de muestra o nota de proceso | cambia conocimiento compartido |
| **Reservar** | Retener una franja de máquina, cantidad de inventario o ventana de servicio | afecta la disponibilidad para otros |
| **Configurar** | Cambiar parámetros, mapeos o Perfiles | puede alterar ejecuciones posteriores |
| **Ejecutar** | Arrancar una máquina, escribir un tag, mover un carro | efecto físico o transaccional |
| **Detener / recuperar** | Parar movimiento, cancelar o recuperar un proceso | impacto en seguridad y continuidad |
| **Aceptar / liberar** | Aceptar una salida, liberar Custodia o autorizar pago | consecuencia comercial / de gobernanza |
| **Administrar** | Cambiar identidades, permisos o política | consecuencia a nivel de sistema |

Esta escalera no es una norma universal. Es una herramienta práctica de diseño. Una implementación real puede mapear estas categorías a IAM existente, scopes OAuth, procedimientos operativos o roles locales de control.

### *La autorización documental no es autorización de dispositivo*

El handoff T736 ilustra esta diferencia. Un ingeniero puede estar autorizado a recibir un Perfil de hardware versionado en OneDrive u otro workspace. Esa entrega puede demostrarse mediante identidad del archivo, versión, hash y lectura de retorno. No implica que el ingeniero pueda controlar la placa de referencia.

De forma similar, un cliente remoto puede obtener permiso para ejecutar un simulador sin que se le conceda un objetivo físico. El handoff H0-001 conserva explícitamente esta separación: destinos documentales y control de hardware son permisos distintos, y un objetivo de ejecución simulado no debe promocionarse silenciosamente a uno físico.

Esta separación mejora la colaboración porque la información puede moverse antes que el control.

Un ingeniero de software puede empezar a programar contra un contrato común. Un ingeniero de hardware puede diseñar la interfaz. Un técnico local puede preparar un jig. El actuador físico puede permanecer sin vincular hasta que la Authority y el caso de seguridad estén preparados.

### *Los derechos sobre la contribución importan tanto como los derechos de acceso*

Una red global de Capacidad también debe responder otra pregunta: **¿qué ocurre con la propia contribución?**

Si un pequeño taller desarrolla un jig mejor, un estudiante escribe un adaptador, un ingeniero crea un archivo de calibración o un proveedor proporciona una geometría de antena probada, el sistema no debe asumir reutilización sin restricciones.

Un registro de contribución puede incluir: - identidad u organización del contribuyente; - Work y Resource con los que se relaciona la contribución; - versión y hash; - uso permitido - evaluación, un proyecto, un cliente, uso interno, reventa, reutilización abierta u otro alcance acordado; - requisitos de atribución; - periodo de uso; - condiciones de pago o licencia; - límites sobre entrenamiento, publicación o redistribución; - proceso para retirar futuras autorizaciones cuando corresponda.

Esto no significa que cada muestra necesite un contrato jurídico complejo. Significa que el sistema no debe convertir una contribución técnica en propiedad «sin dueño» simplemente porque fue compartida digitalmente.

#### *Menor Authority, escalado explícito*

Cuando sea posible, un workflow debería comenzar con el permiso mínimo necesario.

Un modelo que solo necesita leer una especificación no necesita Authority de ejecución. Un ingeniero que prueba un adaptador en simulación no necesita acceso a una máquina de producción. Un cliente que solicita una muestra no necesita Authority para editar el Perfil del proveedor.

Si el siguiente paso requiere más poder, la solicitud puede escalar explícitamente.

Por ejemplo:

**discover -> read -> reserve -> configure -> execute -> accept**

Cada transición puede exigir una nueva comprobación de Authority y del estado actual del Resource, tiempo y Work.

El protocolo puede transportar la solicitud. La capa empresarial define la Authority.

### 7.3 Responsabilidad, pago, reparación y retirada

Authority está incompleta sin accountability.

Un sistema colaborativo debe registrar no solo quién tenía permiso para actuar, sino también qué ocurre cuando el Work llega tarde, está incompleto, es inseguro, se disputa o deja de ser deseado.

#### *La aceptación es un acto separado*

Una operación puede finalizar sin ser aceptada.

Un láser puede completar un ciclo de marcado y aun así producir el número de serie equivocado. Una máquina de coser puede completar una pista conductora que falle la prueba de resistencia. Una entrega puede llegar al hotel antes de que el huésped esté listo. Un modelo puede generar un archivo válido que use la revisión de diseño incorrecta.

Por ello, un ciclo útil de Work separa:

**solicitado -> aceptado para Work -> ejecutando -> ejecución completada -> Evidence disponible -> aceptado / rechazado / aceptado parcialmente**

Esto permite distinguir «la máquina se detuvo» de «el cliente recibió el resultado acordado».

#### *El pago debe seguir un evento económico definido*

Una red global se vuelve más inclusiva solo si la contribución puede transformarse en valor económico comprensible.

Posibles disparadores de pago incluyen: - reserva aceptada; - material suministrado; - muestra entregada; - prueba superada; - servicio completado; - cliente aceptó; - uso medido; - ingresos recibidos.

El disparador correcto depende del Work. Debe acordarse antes de la ejecución siempre que sea posible.

El registro de Evidence también debe distinguir valor monetario de contribución no monetaria. Un taller puede donar una muestra para un piloto. Un estudiante puede aportar Work bajo un acuerdo educativo. Un proveedor puede prestar una placa de desarrollo. Una empresa puede patrocinar pruebas. Esas contribuciones siguen teniendo valor y deben registrarse sin fingir que son ingresos.

#### *Reparación y corrección*

«No dejar a nadie atrás» exige algo más que acceso. Los participantes necesitan una forma de impugnar un registro incorrecto o un resultado perjudicial.

Ejemplos: - un maker afirma que el sistema atribuyó una muestra al contribuyente equivocado; - un operador afirma que se asignó una tarea fuera de la ventana acordada; - un cliente disputa un resultado de aceptación; - una persona quiere revocar un enlace de datos privado; - un propietario de dispositivo informa de que un Perfil de Capacidad está desactualizado; - un proveedor afirma que un modelo fue reutilizado fuera del alcance acordado.

El sistema debe conservar la Evidence original y permitir que se añada una corrección, disputa o decisión que la sustituya. Reescribir silenciosamente Evidence histórica suele ser peor que mantener un rastro visible de corrección.

#### *Retirarse no invierte la física*

Una persona puede retirar permiso para usos futuros. Eso no siempre revierte una acción ya completada.

Un archivo puede haber sido enviado ya a un destinatario autorizado. El material puede haberse cortado ya. Un paquete puede estar ya en tránsito. Un motor puede haber movido ya un carro. Un pago puede haberse liquidado ya.

Por ello, la retirada necesita alcance temporal: - detener nuevas solicitudes; - detener reutilización futura; - cancelar reservas todavía no ejecutadas; - solicitar parada o recuperación para acciones en curso; - conservar Evidence de lo ya ocurrido; - aplicar reglas de devolución, eliminación, retirada o compensación cuando realmente sean posibles y estén acordadas.

Esta es otra razón por la que el estado persistente del mundo real importa incluso en una arquitectura de protocolo stateless.

---

# Capítulo 8 - Tools, Resources y contratos compartidos

## 8.1 Tools para acciones; resources para contexto

MCP ofrece un vocabulario útil para conectar modelos con sistemas externos, pero el vocabulario debe utilizarse con precisión.

En MCP, los **tools** exponen operaciones invocables. Un tool tiene nombre, descripción y esquema de entrada, y puede devolver salida estructurada o no estructurada. El servidor puede listar los tools disponibles y el cliente puede invocar un tool seleccionado.

En MCP, los **resources** exponen datos y contexto, identificados mediante URI. Pueden representar contenido de texto o binario y los clientes pueden listarlos o leerlos conforme a las capacidades del servidor y su modelo de autorización.

HSIMC utiliza **Resource** en un sentido empresarial distinto y más amplio: un objeto real u organizativo que puede participar en Work. Ejemplos: - una persona o equipo; - una sala, fábrica, hotel, granja o zona aeroportuaria; - un dispositivo T736; - una máquina de coser o marcadora láser; - un lote de material; - una posición de inventario; - un palé, silla de ruedas o carro de equipaje; - un anchor UWB; - un servicio de entrega; - una franja temporal; - una Capacidad de ingeniería verificada.

Estos conceptos se conectan de forma natural, pero no son sinónimos.

### *Un Resource real puede tener muchas superficies digitales*

Consideremos una marcadora láser UV en un taller local.

El **HSIMC Resource** es la instancia real de la máquina, con propietario, ubicación, configuración, estado de mantenimiento y relación de Authority.

Los MCP **resources** podrían exponer: - manual de operación; - Perfil de material soportado; - registro de calibración actual; - cola de trabajos actual; - última imagen de alineación de cámara; - especificación aprobada de logotipo o número de serie.

Los MCP **tools** podrían exponer: - `get_status`; - `prepare_job`; - `locate_marks`; - `submit_marking_job`; - `get_operation`; - `request_stop`.

Un **Work contract** compartido conecta la solicitud empresarial con estas interfaces:

> *Marcar este identificador versionado en este lote, utilizando este Perfil de máquina, dentro de esta ventana temporal, bajo esta Authority, y devolver esta Evidence.*

La máquina no es el tool. El manual no es la máquina. La URI no es la Authority. El Work no es la sesión de transporte.

Mantener estas capas separadas es lo que permite escalar el sistema.

## 8.2 MCP resources y objetos HSIMC Resource

Una red global de colaboración necesita tanto **descubrimiento de contexto** como **identidad del mundo real**.

Los MCP resources son adecuados para descubrir contexto. Ofrecen a un modelo o cliente una forma estructurada de obtener documentos o datos necesarios para una tarea. Los objetos HSIMC Resource se utilizan para mantener continuidad a través de cambios físicos y organizativos.

### *Un objeto Resource debe sobrevivir a los cambios de interfaz*

Una máquina puede controlarse primero manualmente. Después se añade un adaptador USB. Más tarde, un nodo T736 proporciona una interfaz MCP. La máquina real no debería recibir una identidad nueva cada vez que cambia su interfaz de software.

De igual forma, un palé puede adquirir una etiqueta QR, después un tag NFC y luego un tag RFID. La tecnología del tag puede cambiar mientras el Resource sigue siendo el mismo objeto físico o empresarial.

Un Perfil útil de Resource puede incluir: - Resource ID estable; - nombre legible por personas; - relación con organización o propietario; - ubicación o referencia de ubicación; - tipo y modelo cuando corresponda; - interfaces actualmente disponibles; - Perfiles de Capacidad; - nivel de Evidence actual; - vínculos de Authority; - hora de la última Observación verificada; - referencias versionadas a manuales, planos o informes de prueba; - limitaciones conocidas.

El Perfil debe distinguir **Capacidad posible** de **Capacidad observada**.

Una ficha técnica del proveedor puede indicar que un módulo soporta un bus. Eso es Evidence documental. Una placa de referencia puede mostrar que el bus está cableado de una determinada manera. Eso es otra capa de

Evidence. Una prueba de dispositivo real que demuestre comunicación con un periférico especificado constituye Evidence más fuerte para esa instancia.

El handoff T736 de HSIMC ya utiliza esta disciplina. C0-005 es una línea de base documental de hardware. C0-007 es un simulador con fuente verificada. C0-008 registra una ejecución de simulación remota. Ninguno de esos registros se reescribe silenciosamente como Capacidad actual de placa física.

#### *Observación reciente frente a Recibo de operación histórico*

Un sistema de colaboración también necesita distinguir dos preguntas:

66. **¿Qué ocurrió en la operación X?**
67. **¿Qué es cierto ahora?**

La respuesta a la primera debe ser estable. La respuesta a la segunda puede necesitar una nueva observación.

Por ejemplo, un Recibo de operación puede decir correctamente que un tag fue leído a las 09:00. Reproducir el mismo recibo a las 14:00 no demuestra que el tag siga presente. Una máquina puede haber informado `idle` antes de que otro equipo la reservara. Una coordenada UWB puede quedar obsoleta en segundos.

HSIMC distingue por ello: - **Recibo de operación** - Evidence inmutable o append-only sobre una operación concreta; - **observación** - medición o afirmación de estado con marca temporal; - **estado efectivo** - lógica de aplicación derivada de observaciones, reservas, Works aceptados y transiciones conocidas; - **requisito de frescura** - qué reciente debe ser la observación para la siguiente acción.

Esta distinción evita que la idempotencia se convierta en reutilización de estado obsoleto.

### 8.3 Contratos de función entre hardware y software

Una Capacidad se vuelve globalmente utilizable cuando otro equipo puede comprender su contrato sin depender de la conversación original.

Un contrato de función compartido debe responder al menos: - **nombre** - qué función se solicita; - **propósito** - qué resultado útil produce; - **entradas** - parámetros, archivos, Resource IDs y unidades; - **salidas** - campos de resultado, unidades y referencias de Evidence; - **precondiciones** - condiciones físicas, eléctricas, de Authority y de frescura; - **efectos secundarios** - qué puede cambiar en el mundo real; - **Resources exclusivos** - qué no puede utilizarse concurrentemente; - **timeouts** - cuándo el llamador debe dejar de esperar o cambiar de estrategia; - **idempotencia** - cómo los reintentos evitan efectos secundarios duplicados; - **errores** - razones de fallo legibles por máquinas; - **recuperación** - qué hacer después de ejecución incierta o parcial; - **versión** - versiones de contrato, adaptador, firmware, modelo y proceso; - **aceptación** - cómo se verifica el resultado empresarial.

#### *Un contrato puede existir antes del hardware final*

Este es uno de los beneficios más importantes de la ruta de desarrollo cloud de HSIMC.

Supongamos que un equipo desarrolla una función de alineación de muestras. Antes de que la ruta de cámara T736 esté lista, el contrato ya puede especificar: - formato de imagen de entrada; - definición de marcadores; - coordenadas de salida; - campo de confianza o calidad; - referencia de calibración; - casos de error; - versión y salida de Evidence.

Un simulador cloud puede operar con imágenes fijas. Un ingeniero remoto puede implementar el algoritmo. Un maker local puede imprimir el marcador y construir un jig. Un ingeniero de hardware puede diseñar el adaptador de cámara. Cuando la placa física esté disponible, la cámara real sustituye la entrada sintética detrás de la misma función orientada al negocio, sujeta a nueva validación del dispositivo.

El contrato no elimina las diferencias de hardware. Les da un lugar donde registrarse.

#### *Los efectos necesitan identidad explícita*

Para operaciones con efectos secundarios, un reintento no debe crear una segunda acción física simplemente porque se haya perdido una respuesta de red.

Un patrón práctico consiste en dar al efecto previsto una identidad de operación estable y vincular esa identidad a la definición del efecto.

Por ejemplo: - operation ID: `op-123`; - Resource objetivo: `laser-KT-01`; - función: `submit_marking_job`; - hash de diseño: `abc...`; - lote: `B-42`; - cantidad: `20`; - contexto de Authority: llamador autorizado actual y alcance.

Si se reintenta el mismo operation ID con el mismo efecto previsto, el servidor puede devolver el recibo existente o continuar el mismo Work. Si el operation ID se reutiliza con un efecto distinto, el servidor debe rechazar el conflicto.

La identidad de operación no debe depender de un access token de corta duración. La autorización se evalúa en cada solicitud; la identidad del efecto permanece estable a través de refresh de token o reconexión de cliente.

### *Los contratos compartidos no son permisos universales*

Publicar un contrato significa que otros pueden comprender cómo funciona una Capacidad. No significa que cualquiera pueda invocarla.

Un contrato público puede coexistir con ejecución privada. Esto es útil para el desarrollo del ecosistema: los ingenieros pueden construir clientes y simuladores compatibles mientras los dispositivos reales permanecen protegidos por Authority local y organizativa.

Esta es otra manera de permitir que la colaboración comience antes de que se conceda control.

---

# Capítulo 9 - Solicitudes stateless, resultados responsables

## 9.1 28 de julio de 2026: contexto transportado en cada solicitud

La especificación MCP del 28 de julio de 2026 es un hito útil porque cambia el modelo de colaboración del protocolo de una manera que encaja bien con la ingeniería global.

La versión mueve MCP a un **núcleo de protocolo stateless**. El anterior handshake `initialize` / `initialized` y el session ID a nivel de protocolo se eliminan para el protocolo moderno. Cada solicitud transporta la versión de protocolo, identidad del cliente y capacidades relevantes del cliente. Un cliente puede utilizar `server/discover` cuando desea conocer de antemano las capacidades del servidor, pero el protocolo ya no depende de una sesión oculta y duradera para dar significado a una solicitud ordinaria.

La consecuencia práctica es importante:

> ***Una solicitud puede comprenderse a partir de información explícita transportada con la propia solicitud, en lugar de una historia conversacional invisible vinculada a una conexión.***

Esto facilita routing web ordinario, escalado y recuperación. También coincide con el objetivo de HSIMC de que otro ingeniero, dispositivo o red pueda continuar el Work cuando las identidades, versiones, Authority y Evidence necesarias son explícitas.

### *Protocolo stateless no significa aplicación sin estado*

Los mantenedores de MCP hacen directamente esta distinción. Si una aplicación necesita estado entre llamadas, puede emitir un handle explícito y hacer que el cliente lo pase en solicitudes posteriores.

Para un sistema físico, ese enfoque no es opcional. Muchos hechos persisten: - Work ID; - reserva de Resource; - instancia de dispositivo; - operation ID; - task handle; - lote de material; - registro de Custodia; - versión de calibración; - estado de pago; - resultado de aceptación; - estado de recuperación.

La mejora consiste en que el estado es explícito y direccionable en lugar de estar escondido dentro de una sesión de transporte.

HSIMC resume el principio de diseño como:

> ***Solicitud stateless; responsabilidad persistente en el mundo real.***

### *El routing basado en headers puede apoyar la gobernanza*

MCP 2026-07-28 también añade headers de protocolo como `Mcp-Method` y, cuando corresponde, `Mcp-Name`. Los gateways pueden utilizar esta información para routing, metering y enforcement de política sin tener que inferir la operación de una sesión larga.

Para HSIMC, esto sugiere una separación útil: - el gateway de protocolo decide si una solicitud es estructuralmente válida y autenticada; - la autorización de aplicación decide si el principal puede solicitar esta función sobre este Resource; - el Runtime local comprueba precondiciones físicas actuales; - el controlador determinista ejecuta la acción física permitida; - la capa de Evidence registra el resultado.

Ninguna capa necesita fingir que puede decidirlo todo.

## 9.2 Observaciones recientes, Recibos de operación y reintentos

Los sistemas stateless deben ser especialmente disciplinados con los reintentos porque un cliente puede perder una respuesta mientras la acción física sí ha ocurrido.

Imaginemos un trabajo de láser:

68. el cliente presenta la operación;
69. el servidor la acepta;
70. el láser realiza la marca;
71. la conexión de red falla antes de que la respuesta de éxito llegue al cliente.

Si el cliente simplemente presenta una operación nueva, la pieza puede marcarse dos veces.

El comportamiento correcto de recuperación es:

> ***Cuando el resultado es incierto, consultar la operación original antes de crear un efecto nuevo.***

Este principio se aplica a fabricación, logística y pagos.

#### *Estados sugeridos de operación*

Un ciclo práctico de operación física puede incluir: - `prepared` - entradas validadas, aún sin efecto físico; - `accepted` - Authority y Resources aceptados; - `running` - ejecución física o transaccional iniciada; - `input_required` - la ejecución necesita entrada o confirmación adicional explícita; - `cancel_requested` - se ha recibido una solicitud de parada/cancelación; - `cancel_confirmed` - el ejecutor responsable confirma que la acción se ha detenido o no continuará; - `completed` - ejecución finalizada; - `failed` - ejecución terminada sin éxito con estado conocido; - `result_unknown` - el sistema todavía no puede demostrar el estado físico final; - `accepted_result` - el aceptador empresarial ha aceptado el resultado entregado; - `rejected_result` - el resultado fue inspeccionado y rechazado.

Estos son conceptos de aplicación HSIMC, no una afirmación de que MCP defina exactamente esta máquina de estados.

#### *Cancelación no equivale a parada física*

Una solicitud digital `cancel` puede ser reconocida mientras la máquina todavía desacelera, mientras un mensajero todavía sostiene el paquete o después de que ya haya ocurrido un paso irreversible.

Por tanto, el sistema debe distinguir: - **solicitud de cancelar**; - **acuse del ejecutor**; - **parada física confirmada o no ejecución confirmada**; - **recuperación o disposición de material parcialmente modificado**.

Para movimiento relacionado con seguridad, el comportamiento local de parada debe seguir siendo determinista e independiente de la conectividad continua de un modelo remoto.

#### *La frescura pertenece al contrato*

Una solicitud stateless puede ser autodescriptiva y aun utilizar información obsoleta.

Por ello, la solicitud debe identificar expectativas de frescura cuando importen. Ejemplos: - observación de inventario no mayor de 5 minutos; - ubicación UWB no mayor de 500 milisegundos; - estado de seguridad de máquina leído inmediatamente antes de ejecutar; - preferencia de entrega del huésped válida hasta una hora indicada; - calibración válida para un jig y versión de software concretos.

Si la observación disponible es más antigua que el umbral, el resultado correcto puede ser `refresh_required`, no un resultado adivinado.

#### *Multi Round-Trip Requests y confirmación explícita*

MCP 2026-07-28 introduce Multi Round-Trip Requests para casos en los que un tool necesita entrada adicional durante una interacción stateless. Un servidor puede devolver un resultado que requiere input, y el cliente puede reenviar la llamada original con las respuestas solicitadas.

Esto es conceptualmente útil para acciones de alta consecuencia: - confirmar el coste cotizado antes de una tirada de fabricación de pago; - pedir una dimensión faltante antes de cortar; - solicitar aprobación antes de liberar un envío; - confirmar un cambio de hora de entrega en hotel; - solicitar confirmación de un operador local antes de activar una placa física de referencia.

MRTR es un mecanismo de protocolo. Si una acción concreta del mundo real requiere confirmación sigue siendo una decisión de aplicación y gobernanza.

### 9.3 Responsabilidad persistente a través de clientes y roles cambiantes

La razón más fuerte para adoptar handles explícitos, Resources, Work IDs y Evidence no es la elegancia técnica. Es la continuidad.

La colaboración global implica que el cliente original puede desaparecer.

El ingeniero que diseñó la pieza puede desconectarse. El teléfono usado para escanear un tag puede cambiar. La sesión del modelo puede terminar. Otro proveedor de servicio puede asumir Custodia. El hardware puede enviarse desde Hong Kong a otro país. Un ingeniero futuro puede necesitar reproducir un resultado meses después.

Un sistema responsable debería seguir pudiendo responder: - ¿qué Work fue solicitado? - ¿qué versión se usó? - ¿qué Resource lo ejecutó realmente? - ¿quién tenía Authority en ese momento? - ¿qué observaciones eran suficientemente recientes para soportar la decisión? - ¿qué efecto físico ocurrió? - ¿qué Evidence lo demuestra? - ¿quién aceptó el resultado? - ¿qué sigue incierto?

Eso es lo que hace portable una colaboración entre equipos.

#### *El objeto Work como ancla de continuidad*

HSIMC propone tratar **Work** como el ancla de continuidad empresarial. Un Work no es simplemente un registro de tarea. Vincula: - resultado deseado; - solicitante; - Resources relevantes; - roles de Authority y aceptación; -

tiempo y lugar; - contratos de Capacidad / tool; - versiones de entrada; - reservas; - operaciones; - Evidence; - términos económicos; - resultado de aceptación.

Un Work puede sobrevivir a una sesión de chat. Puede referenciar una task MCP cuando un tool decide ejecutarse de forma asíncrona. También puede existir sin utilizar MCP Tasks.

Esta distinción importa porque MCP 2026-07-28 mueve Tasks a una extensión. El soporte de protocolo debe detectarse y utilizarse cuando ambos lados realmente lo soportan. El Work empresarial no debe desaparecer simplemente porque un cliente o servidor concreto no implemente esa extensión.

### *De planificación global a ejecución local*

Una arquitectura útil para Work físico es:

**Capa global / cloud** - descubrir capacidades; - comparar planes; - ensamblar contratos; - comprobar autorización empresarial; - programar y enrutar Work; - mantener referencias versionadas de Evidence.

**Capa Runtime local** - vincular el dispositivo real; - leer estado físico actual; - aplicar interlocks locales y Resources exclusivos; - traducir contratos comunes a drivers específicos del dispositivo; - mantener registros de operación durante interrupciones de red; - exponer resultado y estado de recuperación.

**Capa de control determinista** - ejecutar lógica de temporización sensible de motor, láser, actuador o seguridad; - detener de forma segura ante fallos definidos; - evitar depender de latencia de modelos de lenguaje remotos para seguridad hard real-time.

Este modelo por capas permite a la GenAI contribuir fuertemente sin pedirle que se convierta en un PLC de seguridad.

### *Evidence es el puente entre confianza y escala*

La participación global falla si cada nuevo socio debe confiar personalmente en todos los demás.

La Evidence reduce esa carga.

Un maker puede demostrar que una muestra fue producida bajo un proceso conocido. Un ingeniero remoto puede reproducir el análisis. Una máquina puede devolver un Recibo de operación. Un cliente puede aceptar o rechazar contra un criterio declarado. Una segunda ubicación puede repetir el procedimiento y comparar resultados.

La Evidence puede incluir: - hashes y version IDs; - fotografías y vídeo; - archivos de sensor o medición; - referencias de calibración; - logs de máquina; - registros de lote de material; - verificación de lectura/escritura para NFC o RFID; - aceptación firmada o autenticada; - timestamps y referencias de ubicación; - recibos financieros cuando corresponda.

La Evidence no elimina la necesidad de confianza, normas o responsabilidad jurídica. Hace la confianza más transferible.

### *No dejar a nadie atrás exige Authority visible y valor visible*

Un sistema global puede ser técnicamente abierto y aun excluir a personas económica o socialmente.

Si solo las grandes empresas pueden describir capacidades, los pequeños makers siguen invisibles. Si el modelo puede usar la contribución de una persona pero el contribuyente no puede ver cómo se utilizó, la participación se vuelve extractiva. Si se espera que un operador absorba cada fallo pero no tiene Authority para rechazar Work inseguro, el sistema no es significativamente inclusivo.

La Parte III termina por tanto con una prueba de gobernanza para cada Work:

72. **¿Puede el participante comprender el resultado solicitado?**
73. **¿Puede decir sí, no o proponer condiciones?**
74. **¿Está explícito el alcance de Authority?**
75. **¿Puede atribuirse y evidenciarse la contribución?**
76. **¿Puede el participante ver el resultado de aceptación?**
77. **¿Puede registrarse con precisión el valor económico o la contribución no monetaria?**
78. **¿Puede añadirse una disputa o corrección sin borrar la historia?**
79. **¿Puede otro equipo autorizado reproducir el resultado a partir de los registros?**

Si la respuesta es consistentemente afirmativa, Stateless MCP se vuelve algo más que un patrón escalable de transporte. Se convierte en parte de una arquitectura de colaboración responsable en la que los modelos pueden moverse rápido mientras las personas conservan Authority sobre las consecuencias del mundo real.

---

## Conclusión de la Parte III - De conectividad a colaboración responsable

La era física de la GenAI no necesita otra promesa de que «todo estará conectado». La conexión ya abunda.

El problema más difícil es coordinar con responsabilidad.

La Parte III propone un modelo operativo sencillo:

> ***Las personas mantienen Authority. Los Tools exponen acciones. Los Resources aportan contexto. Los HSIMC Resources preservan identidad del mundo real. Los contratos compartidos definen funciones. Las solicitudes stateless transportan contexto explícito. El Work persistente y la Evidence preservan responsabilidad.***

Este modelo permite que un maker pequeño, un ingeniero global, un modelo cloud, un nodo T736, un controlador de máquina, un operador logístico y un cliente participen en el mismo Work sin fingir que tienen el mismo rol o Authority.

También prepara la siguiente Parte de este libro blanco.

La Parte IV pasa de la arquitectura de colaboración a la ruta de ingeniería: cómo los equipos desarrollan juntos antes de que se envíe el hardware, cómo la ruta de referencia T736 soporta iteración cloud-to-physical y cómo una función puede ser reproducida por muchos makers y dispositivos.

---

## Evidence y notas de fuentes de la Parte III

**S1 - Model Context Protocol, versión 2026-07-28.** La publicación oficial de MCP describe el núcleo de protocolo stateless, la eliminación del intercambio `initialize` / `initialized` y del session ID a nivel de protocolo, solicitudes autodescriptivas, `server/discover`, routing basado en headers, resultados de listas cacheables, endurecimiento de autorización, MRTR, Tasks como extensión y deprecations. Declara explícitamente que las aplicaciones pueden seguir siendo stateful mediante handles explícitos.

https://blog.modelcontextprotocol.io/posts/2026-07-28/

**S2 - MCP 2026-07-28 release candidate / evolución del protocolo.** La documentación de release candidate describe el rediseño stateless, cambios de ciclo de vida de Tasks, endurecimiento de autorización y el principio de que el estado de aplicación puede transportarse mediante handles explícitos en lugar de sesiones de transporte.

https://blog.modelcontextprotocol.io/posts/2026-07-28-release-candidate/

**S3 - Guía de migración del SDK MCP para 2026-07-28.** La documentación actual del SDK describe headers modernos por solicitud, gestión de versión de protocolo, suscripciones a resources y requisitos de autorización para la era 2026-07-28. Es guía de implementación y no demuestra por sí sola compatibilidad de ningún cliente o servidor HSIMC.

https://ts.sdk.modelcontextprotocol.io/v2/migration/support-2026-07-28

**S4 - HSIMC Card Phone & Cloud Development Handoff H0-001, 11 November 2026.** El handoff conserva T736 como ruta actual más corta, simulación cloud -> placa física de referencia remota -> freeze -> envío -> vinculación local, continuidad de Resource / Authority / Evidence, permisos separados de documentos y control de hardware, y el Límite de evidencia para C0-005 / C0-007 / C0-008. H0-001 no volvió a sondear físicamente el T736.

**S5 - HSIMC Stone & Thread White Paper, Part I W0-005 and Part II W0-006.** Estas Partes anteriores definen la brecha del resultado físico, el punto de partida del tamaño de tarjeta de crédito, el principio de participación Leave No One Behind, la disciplina de Evidence de material/función y la transición de artesanía a Capacidad reproducible.

### *Disciplina de Evidence*

Esta Parte distingue: - **hechos del protocolo MCP** procedentes de fuentes oficiales MCP; - **propuestas arquitectónicas HSIMC** como M-Person, Work, la escalera de permisos y los estados propuestos de operación física; - **Evidence existente del proyecto HSIMC** procedente de H0-001 y las Partes anteriores del libro blanco; - **requisitos futuros de implementación** que todavía necesitan validación de cliente, servidor, hardware y Work real.

Ninguna afirmación de esta Parte debe interpretarse como prueba de que un cliente MCP externo concreto ya soporte control físico HSIMC, que una placa T736 real esté actualmente accesible o que una máquina esté autorizada para ejecución remota.

# Parte IV - La ruta de ingeniería: desarrollar juntos, verificar en la realidad

## La Parte IV de un vistazo

Las Partes I-III establecieron la oportunidad, los materiales de partida y el modelo de colaboración. La Parte IV formula la pregunta de ingeniería: **¿cómo pueden personas en lugares diferentes comenzar Work útil antes de que el hardware final esté terminado, preservando a la vez la distinción entre simulación, validación de referencia y Evidence física entregada?**

La respuesta propuesta es una ruta de ingeniería por etapas construida alrededor de contratos comunes y objetivos de ejecución sustituibles.

Un ingeniero de software no debería tener que esperar una placa personalizada terminada para probar el significado de una operación. Un ingeniero de hardware no debería tener que esperar el workflow final de cliente para fijar restricciones de alimentación, conectores y recuperación. Una imprenta local debería poder preparar una muestra marcada o un jig mientras un ingeniero remoto de visión desarrolla contra un conjunto fijo de imágenes. Una placa T736 de referencia puede sustituir posteriormente al simulador para comprobaciones seleccionadas. Solo después de validar la configuración prevista debería congelarse la versión para envío. Tras el envío, la instancia entregada debería seguir operando bajo su propia identidad, configuración y registro de Evidence.

Esto no es un argumento para fingir que una simulación es hardware. Es lo contrario. El propósito del desarrollo paralelo es hacer que el límite entre cada etapa sea lo bastante explícito para que los equipos puedan trabajar antes sin confundir lo que se ha demostrado con lo que no.

El handoff HSIMC actual proporciona una referencia concreta. T736 es la ruta de hardware más corta porque ya existen una familia real de módulos, documentación de proveedor, trabajo de diseño acumulado y un simulador con fuente verificada. El Límite de evidencia sigue siendo estricto: - **C0-005** es una línea de base documental de hardware. Contiene dimensiones revisadas, grupos de interfaces, información de pines y conflictos que aún requieren confirmación a nivel de instancia. - **C0-007** es un simulador y ledger de operaciones con fuente verificada. Es útil para desarrollo de contratos y replay determinista, no para afirmar I/O físico. - **C0-008** registra una ejecución de simulación remota en Azure de 14/14 del 10 de noviembre de 2026. Es un registro histórico de simulación remota, no un informe de aceptación física T736. - La instancia real 736 no fue vuelta a sondear en H0-001. Su accesibilidad actual, BOM exacta, sistema operativo, drivers, directorio de tools y ruta Azure-a-placa siguen pendientes de vinculación y verificación. - Un producto completo del tamaño de una tarjeta de crédito sigue siendo un objetivo de diseño. Las dimensiones conocidas del módulo core y de la placa de referencia no demuestran que ya se haya construido un producto completo de ese tamaño.

El principio de ingeniería es, por tanto:

> ***Desarrollar temprano contra el contrato. Vincular Capacidad física solo cuando la Evidence lo respalde.***

Esta Parte desarrolla ese principio en tres pasos. El Capítulo 10 define la ruta de desarrollo paralelo. El Capítulo 11 mapea la ruta sobre la plataforma de referencia T736. El Capítulo 12 sigue una función Propuesta, `locate_marks`, desde una muestra versionada a través de simulación, fabricación local, integración de placa de referencia y reproducción en una segunda ubicación.

---

# Capítulo 10 - Construir juntos antes de enviar el hardware

## 10.1 Desarrollo paralelo de aplicación, hardware y proceso

Los proyectos tradicionales de hardware a menudo fuerzan el Work a una secuencia:

**especificación -> placa -> firmware -> aplicación -> prueba -> cliente**

Esa secuencia puede ser adecuada cuando las interfaces son inmaduras o el caso de seguridad exige un diseño estrechamente controlado. También puede crear largos periodos de espera. El software espera hardware. El hardware espera un caso de uso estable. Fabricación espera planos. Un cliente ve valor solo después de que muchas decisiones upstream ya se hayan vuelto caras de cambiar.

La GenAI crea una oportunidad para reorganizar parte de este Work, pero únicamente si el proyecto dispone de un contrato suficientemente claro.

El contrato no necesita describir cada detalle interno de implementación. Necesita definir aquello en lo que otro equipo puede apoyarse. Para una función, normalmente significa: - nombre y propósito de la función; - entradas requeridas y formatos aceptados; - estructura y unidades de salida; - errores y casos no soportados; - efectos secundarios esperados; - requisitos de tiempo o frescura cuando correspondan; - Resource u objetivo de ejecución al que aplica la función; - Authority necesaria para invocarla; - información de versión y compatibilidad; - Evidence necesaria para aceptar el resultado.

Cuando ese límite es suficientemente estable, varios equipos pueden empezar en paralelo.

### *Work de aplicación y modelo*

Un equipo remoto de aplicación puede construir lógica de cliente, flujos de usuario, vectores de prueba y manejo de errores contra un simulador o dataset registrado. No necesita acceso a un actuador real para decidir cómo se representará un resultado, cómo se gestionarán solicitudes duplicadas o cómo debe informarse una entrada no soportada.

Por ejemplo, una función de visión puede desarrollarse contra una colección fija de imágenes antes de seleccionar la cámara final. El resultado aún no es Capacidad de cámara física. Es un resultado de algoritmo e interfaz bajo una condición de entrada Documentada.

### *Work de hardware e interfaz*

Un equipo de hardware puede trabajar en alimentación, recuperación, asignación de conectores, presupuesto USB Host, transceptores serie, conexión de cámara, restricciones térmicas y packaging mecánico. Esas preguntas pueden avanzar mientras el equipo de aplicación trabaja sobre el contrato funcional común.

El equipo de hardware debe publicar el resultado como un Profile: qué está Documentado, qué se ha medido, qué interfaces entran en conflicto, qué sigue siendo opcional y qué Evidence aplica a qué revisión de placa.

### *Work local de proceso y útiles*

Un maker local puede desarrollar la muestra física, impresión, jig, montaje, patrón de antena, posición de etiqueta o fixture mientras los equipos de software y hardware trabajan en otros lugares. El maker local necesita un plano versionado o una condición de aceptación, no toda la pila de software.

Aquí la velocidad local puede convertirse en un factor estratégico. Una revisión de diseño puede transformarse en una muestra visible en horas o un día, fotografiarse o medirse y devolverse al equipo global. El valor no es simplemente un coste de fabricación bajo. Es una distancia de feedback más corta.

### *Work de Evidence*

Una capa de Evidence también puede comenzar antes del hardware final. Imágenes de prueba, hashes de muestras, dimensiones, salidas esperadas, casos de fallo conocidos y criterios de aceptación pueden registrarse temprano. Cuando más tarde la placa real de referencia ejecute la función, el equipo puede comparar la nueva Evidence con el contrato anterior en lugar de inventar una prueba a posteriori.

El resultado no son cuatro proyectos separados. Es un solo Work con varios carriles de ejecución ligados al mismo límite versionado.

### *Una matriz práctica de paralelo*

| Carril | ¿Puede empezar antes del hardware final? | Entregable temprano | No puede afirmar todavía |
|---|---|---|---|
| Aplicación / GenAI | Sí | lógica de cliente, vectores de prueba, manejo del contrato | comportamiento de dispositivo físico |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Algoritmo | Sí | resultado sobre datos fijos, rendimiento en dataset declarado | rendimiento de cámara en vivo |
| Hardware | Sí | Profile de interfaz, diseño de alimentación y conectores | Capacidad del producto integrado final |
| Fabricación local | Sí | muestra, jig, pista, panel, fixture | repetibilidad más allá del conjunto de muestras probado |
| Simulador | Sí | semántica determinista de operación y replay | comportamiento eléctrico o temporal de placa real |
| Placa de referencia | Después de vincular | I/O físico seleccionado y Evidence de Runtime | identidad de unidad entregada o condiciones de campo |
| Unidad entregada | Tras freeze y envío | aceptación específica de instancia y Evidence local | capacidades no incluidas en esa configuración |

La matriz protege la idea central: **el Work paralelo solo es útil cuando la afirmación sigue el nivel de Evidence.**

## 10.2 Validación remota de referencia y congelación de configuración

Un simulador reduce espera. Una placa de referencia reduce incertidumbre. No son intercambiables.

La etapa de placa de referencia existe para responder preguntas que no pueden resolverse solo desde documentos y simulación host-side.

Preguntas típicas incluyen: - ¿arranca de forma fiable la imagen de sistema operativo seleccionada en la configuración real? - ¿se enumera y mantiene estable la cámara USB prevista? - ¿utiliza la ruta serie el nivel lógico y transceptor esperados? - ¿está disponible la ruta de red seleccionada bajo la política de seguridad prevista? - ¿sobrevive la aplicación a reinicio y reconexión? - ¿se conservan los operation IDs a través de reinicios de proceso? - ¿informa el dispositivo estado busy cuando un Resource exclusivo ya está en uso? - ¿produce la cancelación una solicitud, un acuse y, cuando corresponda, una parada física verificada por separado? - ¿contiene la Evidence la identidad real de placa, versión de software, versión de driver y timestamp?

La respuesta debe registrarse contra una instancia física de referencia identificada. Una prueba exitosa en un host x86 de Azure no es un resultado T736. Una prueba exitosa en una placa T736 de referencia no es automáticamente resultado para cada variante de placa. Una ejecución exitosa en referencia física no es automáticamente resultado para el dispositivo entregado después a otro sitio.

### *Objetivos de ejecución sustituibles*

Un contrato útil puede dirigirse a varias clases de ejecución: - `simulation` - `physical_reference` - `physical_delivered`

La misma operación de alto nivel puede existir en esas clases, pero el Capability Profile y la Evidence son distintos.

Por ejemplo:

```
locate_marks(image_ref, marker_profile, calibration_ref?)
```

podría ejecutarse:

80. en Azure contra una imagen fija;
81. en una placa T736 de referencia usando una cámara USB;
82. en una instancia T736 entregada usando su cámara vinculada localmente y calibración.

La aplicación puede preservar el significado de la operación mientras el sistema preserva la identidad del ejecutor y el nivel de Evidence.

### *El freeze es una configuración, no un nombre de archivo*

Un proyecto suele decir «versión congelada» cuando se ha nombrado un archivo de software. Eso es insuficiente para una entrega física.

Un freeze de entrega debe incluir, según corresponda: - modelo y revisión de hardware; - BOM u opciones instaladas; - imagen de sistema operativo; - kernel y drivers; - Runtime y adaptadores; - Capability Profiles; - contratos y versiones; - aplicación; - configuración; - modelos de IA o algoritmos locales; - dependencias offline; - métodos de recuperación; - informe de pruebas; - hashes de archivos; - identidad de instancia de referencia; - pendientes conocidos y excepciones aceptadas.

El freeze debe ser lo bastante preciso para que el sistema entregado pueda compararse con lo que se validó.

Un archivo ZIP puede transportar el freeze. No es el freeze por sí mismo.

#### *La Evidence del freeze debe ser legible por el siguiente equipo*

La aceptación de una configuración no debe vivir únicamente en la memoria del ingeniero original.

Un paquete útil de freeze debería decir: - qué se probó; - en qué Resource; - con qué versión; - qué periféricos; - qué funciones; - qué condiciones; - qué falló; - qué no se probó; - qué sigue Propuesto; - qué procedimiento devuelve la unidad a un estado conocido.

Esto permite que fabricación, logística, cliente o un futuro equipo de soporte comprendan qué recibieron realmente.

### 10.3 Envío, vinculación local, recuperación y uso continuado

Enviar hardware no completa la ingeniería. Cambia la evidencia necesaria.

La unidad entregada necesita su propia identidad y aceptación local.

#### *Vincular la instancia entregada*

La vinculación local debe registrar: - Resource ID del dispositivo entregado; - identidad de hardware/BOM; - versiones de software y Runtime; - propietario u organización responsable; - ubicación y alcance operativo local; - periféricos conectados y sus Profiles; - operaciones remotas permitidas; - responsabilidad local de stop/recovery; - destino de Evidence; - fecha y resultado de aceptación local.

Un Card ID, QR o número de pedido puede enlazar este registro. No debe sustituir la identidad del dispositivo.

#### *La operación local no debe depender de una sesión cloud siempre abierta*

Un sistema físico debe definir qué ocurre cuando la nube no está disponible.

Posibles comportamientos locales incluyen: - terminar una operación atómica segura ya aceptada; - rechazar nuevo Work mientras está desconectado; - permanecer en estado idle seguro; - permitir a un operador local detener o recuperar; - poner Evidence en cola para subida posterior; - continuar funciones offline seleccionadas que no requieren Authority cloud reciente.

El comportamiento correcto depende de la aplicación. Una estación de inspección por cámara y una silla de ruedas en movimiento no tienen el mismo perfil de riesgo.

El core stateless de MCP del 28 de julio de 2026 ayuda aquí porque la continuidad de protocolo ya no depende de una sesión de transporte oculta. Cada solicitud puede identificar su contexto, mientras la aplicación transporta handles explícitos de Work, Operation o Resource. La aplicación física sigue necesitando su propia máquina de estados y comportamiento offline seguro.

#### *La recuperación forma parte del producto*

Un sistema entregado necesita una ruta conocida para volver desde un fallo.

Para un nodo basado en T736, un diseño mínimo de carrier debe preservar intencionalmente rutas de servicio y recuperación. La hoja de ruta documental actual propone mantener alimentación, OTG/FEL/recovery, servicio UART0, una ruta de red, USB Host y expansión serie seleccionada. El conector exacto y plan de pines siguen pendientes de congelación para el carrier real.

La Evidence de recuperación debe responder: - ¿puede identificarse la unidad sin ejecutar la aplicación normal? - ¿puede un operador local devolverla a un estado de software conocido? - ¿puede distinguirse una actualización fallida de un fallo de hardware? - ¿puede conservarse la Evidence de la operación fallida? - ¿puede el siguiente ingeniero reproducir el método de recuperación a partir del paquete?

Un producto que funciona solo mientras está presente el ingeniero original todavía no se ha convertido en una Capacidad reutilizable.

---

# Capítulo 11 - La ruta de referencia T736

## 11.1 El módulo existente y una interfaz común mínima

HSIMC no comienza la ruta T736 desde una hoja en blanco. El handoff H0-001 hereda la revisión de hardware C0-005, la planificación de ingeniería remota C0-006, el simulador C0-007 y el resultado registrado de simulación remota C0-008.

La ruta de hardware más corta actual utiliza el módulo core **HelperT736C** como referencia. La línea de base documental registra un tamaño de módulo aproximado de **60 x 40 x 3,0 mm**, con tolerancia de espesor indicada de ±0,2 mm, usando **188 pads castellated periféricos más 34 contactos LGA inferiores**. El carrier de referencia revisado mide aproximadamente **150 x 105 mm**. Son dimensiones documentales, no una unidad recién medida en esta Parte.

El plano de tarjeta de crédito - aproximadamente 85,6 x 53,9 mm como objetivo de diseño HSIMC - es por tanto un reto de packaging, no una forma de producto actual demostrada.

La pregunta de ingeniería no es «¿puede encogerse el carrier de referencia escalando el dibujo?». La pregunta es: **¿qué funciones deben permanecer en el carrier común, cuáles pueden moverse a módulos adaptadores sustituibles y cuáles pertenecen a la nube o a equipos externos?**

### *Un carrier común mínimo Propuesto*

El handoff actual propone un carrier común pequeño que preserve, como mínimo:

83. entrada de alimentación definida y protección;
84. USB0 / OTG / FEL o ruta de recuperación equivalente;
85. funciones de reset / boot necesarias para recuperación;
86. acceso de servicio UART0;
87. una ruta de red deliberada;
88. USB Host con presupuesto de potencia externa declarado;
89. expansión serie asignada intencionalmente;
90. condiciones mecánicas, térmicas y de conectores necesarias para la forma de producto seleccionada.

Este es un alcance de diseño, no un esquema congelado.

Evita deliberadamente intentar exponer todas las funciones posibles del T736 en una placa del tamaño de una tarjeta. Las funciones opcionales de alta velocidad, display, cámara y expansión pueden añadirse mediante carriers o adaptadores específicos de producto cuando un Work real las requiera.

### *La alimentación debe especificarse por configuración*

La línea de base documental contiene declaraciones de alimentación que necesitan reconciliación. El carrier de referencia acepta 12 V y convierte a la entrada de 5 V del módulo; los documentos revisados contienen interpretaciones conflictivas de una declaración de 1,5 A, y algunas descripciones de tensión del bank PK también requieren confirmación de BOM/configuración.

Por ello, un T736 Profile no debe contener una sola línea vaga como «5 V / 1,5 A soportados». Debe separar: - rango de entrada aceptado del carrier; - requisito de alimentación del módulo; - rating del regulador y condición térmica; - supuestos de corriente pico; - presupuesto de alimentación USB/periféricos; - condición de arranque o transitorio; - resultado real medido en la configuración identificada.

Esta distinción importa cuando se conecta una cámara, radio UWB, dispositivo de almacenamiento o adaptador serie. El módulo base puede arrancar correctamente mientras el sistema completo sigue teniendo un presupuesto de potencia insuficiente para periféricos.

### *Los nombres de interfaz no son garantías eléctricas*

Una señal UART en el lado SoC es serie de nivel lógico. RS-232 y RS-485 son interfaces eléctricas distintas y requieren transceptores adecuados. Un conector con aspecto miniPCIe no demuestra señalización PCIe. El carrier T736 revisado incluye casos donde la forma del conector y el protocolo enrutado difieren. Del mismo modo, recursos PHY multiplexados significan que no debe suponerse que todas las funciones del diagrama de bloques puedan operar simultáneamente.

El Profile debe describir, por tanto:

**interfaz lógica -> capa eléctrica -> conector -> driver -> dispositivo previsto -> Evidence**

Esa cadena es mucho más útil para un ingeniero remoto que una foto del conector por sí sola.

## 11.2 Adaptadores para cámaras, tags, posicionamiento y controladores

Un nodo T736 común se vuelve más útil cuando la complejidad específica del dispositivo puede moverse a adaptadores pequeños y explícitos.

El principio del adaptador es sencillo:

> ***Mantener estable el contrato de función; sustituir el adaptador físico cuando cambie el equipo local.***

### *Adaptadores de cámara*

Para la primera ruta de visión, una cámara USB compatible es una candidata práctica porque reduce el número de cuestiones CSI específicas no resueltas durante el desarrollo temprano. Es una elección de ruta, no una afirmación de que USB sea siempre superior.

Un Camera Adapter Profile debe registrar: - vendor/model e identidad USB; - resolución y formatos de píxel soportados; - frame rate usado por la aplicación; - lente y condición de enfoque; - posición de montaje; - supuestos de exposición/iluminación; - comportamiento del timestamp de captura; - versión de calibración cuando se informan coordenadas métricas; - dependencias de driver y kernel; - CPU/memoria/latencia observadas en la configuración T736 real.

Cambiar de una imagen sintética a una cámara real crea por tanto una nueva puerta de Evidence. El algoritmo puede seguir en la misma versión, pero cámara, ruta de captura y calibración pasan a formar parte del resultado.

### *Adaptadores NFC, UHF RFID y UWB*

Estas tecnologías no deben colapsarse en una única función de «ID inalámbrica». - **NFC** puede proporcionar una ruta de interacción de corto alcance con teléfono o dispositivo. - **UHF RFID** puede soportar identificación de artículos a mayor distancia con lectores y tags compatibles. - **UWB** puede proporcionar observaciones de rango, ángulo o posicionamiento dependiendo del hardware y geometría concretos.

Un nodo T736 puede conectarse a cualquiera mediante USB, serie, red u otra interfaz soportada. El módulo, driver, antena y firmware reales determinan la Capacidad.

El adaptador debe devolver una observación con su propio tiempo, calidad y fuente, en lugar de convertir silenciosamente una lectura antigua en verdad actual.

### *Adaptadores de máquina y controlador de movimiento*

No se debe exigir al T736 que sustituya control determinista de motor o seguridad que maneja mejor un PLC existente, servo controller o controlador dedicado de movimiento.

Una arquitectura útil es:

**GenAI / cliente -> HSIMC Work -> adaptador T736 / supervisor local -> controlador determinista -> máquina física**

La capa T736 puede traducir una operación versionada, comprobar condiciones locales, recopilar estado y empaquetar Evidence. El controlador de movimiento sigue siendo responsable del comportamiento real-time para el cual fue diseñado.

Para equipos antiguos, un adaptador puede usar RS-232, RS-485, Ethernet, I/O discreta o protocolo de proveedor. Cada conversión eléctrica y supuesto temporal debe formar parte del Profile.

### *El adaptador también es un límite comercial*

Un integrador local puede aportar valor sin rediseñar toda la plataforma. Si una fábrica tiene una cortadora legacy, un hotel un carro existente o un taller un láser con controlador propietario, el contribuyente local puede construir y validar el adaptador que conecta ese Resource con un Work contract compartido.

Esto convierte la integración de sistemas en una Capacidad modular que puede atribuirse, versionarse, probarse y remunerarse.

## 11.3 Capacidad Documentada, simulación y Evidence física

La ruta T736 solo es útil si la escalera de Evidence permanece visible.

Una escalera sencilla es:

| Nivel de Evidence | Qué demuestra | Ejemplo |
|---|---|---|
| **Documentado** | documentación de proveedor/revisada declara una Capacidad o restricción | grupo de pines, dimensión del módulo, diagrama de bloques |

| | | |
|---|---|---|
| **Simulado** | el contrato de aplicación se comporta bajo condiciones simuladas declaradas | replay de operaciones C0-007 |
| **Simulado de forma remota** | otro cliente alcanza el simulador mediante una ruta remota | registro Azure C0-008 14/14 |
| **Referencia física** | una placa de referencia identificada realiza la función seleccionada | cámara enumera; operación UART exitosa |
| **Entregado físicamente** | la unidad entregada supera aceptación local | ejecución en sitio de cliente sobre identidad entregada |
| **Operativo** | la Capacidad funciona repetidamente bajo condiciones de Work reales | Evidence de campo a lo largo del tiempo |

# Capítulo 12 - Una función, muchos makers

## 12.1 El contrato `locate_marks` propuesto

Una plataforma puede volverse abstracta muy rápidamente. Una función pequeña hace concreto el modelo de colaboración.

Por ello, HSIMC propone `locate_marks` como función de ingeniería de referencia para la siguiente fase.

La función responde a una pregunta acotada:

> ***Dada una imagen versionada y una definición de marcadores, ¿dónde están las marcas esperadas y qué Evidencia respalda el resultado?***

Esto resulta útil en impresión, fabricación de tarjetas, alineación láser, verificación de útiles, embalaje, etiquetado y otras tareas de producción local.

Deliberadamente, no es un comando de movimiento de máquina.

### *Por qué esta función es una buena primera referencia*

Conecta varias capacidades existentes sin exigir que el producto final esté completo: - un diseñador puede crear el patrón de marcas; - una impresora ordinaria puede producir una muestra; - un maker local puede fabricar un útil; - un teléfono o una cámara puede capturar la muestra; - un ingeniero remoto de visión puede desarrollar el detector; - Azure puede ejecutar pruebas con imágenes fijas; - T736 puede ejecutar más adelante la misma función con una cámara real; - un operador puede comparar la Evidencia devuelta con la muestra; - un láser u otra máquina solo puede consumir el resultado mediante un contrato de acción separado y autorizado.

Esta separación permite desarrollar en paralelo la visión y el proceso físico sin dejar que un resultado de detección se convierta en un comando de actuador no intencionado.

### *Contrato de entrada candidato*

Una primera solicitud candidata podría contener:

| Campo | Propósito |
|---|---|
| work_id | vincula la solicitud con el Work de ingeniería o negocio |
| operation_id | hace explícita y consultable esta invocación concreta |
| target_resource_id | identifica el ejecutor simulado, de referencia o entregado |
| image_ref | referencia la imagen de entrada o captura versionada |
| marker_profile | define qué marcas deben localizarse |
| calibration_ref | calibración opcional cuando se requieren coordenadas métricas |
| algorithm_version | identifica la implementación del detector |
| authority_context | identifica el solicitante permitido actual / alcance |

El esquema exacto en el cable todavía debe implementarse y probarse. El punto importante es que la operación no depende de memoria conversacional oculta para saber qué imagen, Perfil o ejecutor se pretende utilizar.

### *Contrato de salida candidato*

Un resultado útil puede incluir: - `operation_id`; - `observation_id`; - identidad del ejecutor y clase de ejecución; - marca temporal de captura o fuente; - versión del algoritmo; - identificadores de marcadores detectados; - coordenadas de píxel; - valores de confianza o calidad; - referencia de calibración si se emiten coordenadas métricas; - hash de la imagen de entrada; - referencias de Evidencia; - avisos o condiciones no compatibles.

Si no existe una calibración válida, la función debe informar coordenadas de píxel en lugar de inventar milímetros silenciosamente.

Si la imagen está obsoleta, dañada o no es compatible, la función debe indicarlo.

### *Observación, no control*

El resultado significa: **este ejecutor, utilizando este algoritmo y esta entrada, observó estas marcas en estas posiciones.**

No significa: - que el material sea seguro para procesar; - que la máquina esté alineada; - que el operador haya autorizado movimiento; - que el láser deba disparar; - que el resultado esté dentro de la tolerancia del cliente; - que una imagen posterior contenga las mismas marcas.

Esas son decisiones y etapas de Evidencia separadas.

Este es exactamente el tipo de límite que la Parte III denominó contrato compartido.

## 12.2 De imágenes sintéticas a una muestra real

La primera implementación útil puede comenzar antes de vincular una cámara en vivo.

### *Etapa A - entradas sintéticas y generadas fijas*

Crear un pequeño conjunto de datos versionado: - muestra nominal; - muestra rotada; - variación de escala; - un marcador ausente; - oclusión parcial; - bajo contraste; - formato no compatible; - Perfil de marcador equivocado.

Cada entrada tiene un resultado esperado conocido. El propósito es validar la semántica de la función, no afirmar precisión de campo.

Un ingeniero remoto puede implementar el detector y producir Evidencia determinista contra ese conjunto.

### *Etapa B - muestra impresa localmente y útil*

Una imprenta o taller local recibe el arte versionado y las dimensiones del útil. Imprime una muestra real, la coloca en el útil y captura imágenes bajo condiciones declaradas de iluminación y cámara.

El entregable local debe incluir: - versión de la muestra; - método de impresión / descripción del material; - versión del útil; - fotografía de la muestra; - dimensiones medidas relevantes para la aceptación; - archivos de imagen y hashes; - defectos o desviaciones visibles; - Evidencia de operador / ubicación / tiempo cuando corresponda.

A continuación, el detector remoto se ejecuta sobre la imagen real.

Ahora el equipo puede distinguir dos clases de fallo:

91. la muestra física o la captura no cumple la condición esperada;
92. el algoritmo falla sobre una muestra física aceptable.

Sin esta separación, los equipos de software y fabricación pueden culparse mutuamente con facilidad sin Evidencia.

### *Etapa C - ruta de cámara de referencia T736*

Una vez que la placa de referencia sea accesible, se vincula un Perfil de cámara específico.

La misma función se ejecuta desde un fotograma en vivo o capturado localmente. La Evidencia añade entonces: - identidad de Resource T736; - versión de hardware y Runtime; - identidad y driver de la cámara; - ajustes de captura; - marcas temporales; - latencia de procesamiento; - observaciones de CPU / memoria si son relevantes; - identidad de calibración; - Evidencia del resultado.

El algoritmo puede permanecer sin cambios desde la Etapa A. El nivel de Evidencia es distinto porque la captura y el Runtime son físicos.

### *Etapa D - uso posterior acotado*

Solo después de que la observación sea fiable debería consumirla otro Work.

Por ejemplo, una función de preparación de alineación láser podría transformar las marcas detectadas en una transformación de coordenadas propuesta. Una persona o un controlador local podría validar la propuesta. Una acción de máquina autorizada y separada podría ejecutarse entonces bajo su propio `operation_id`.

Esto crea una cadena auditable:

**muestra -> imagen -> observación `locate_marks` -> propuesta de alineación -> aceptación -> acción de máquina -> inspección de salida**

Cada etapa puede pertenecer a un contribuyente distinto y seguir formando parte de un único Work.

## 12.3 Reproducción independiente en una segunda ubicación

La Evidencia más sólida de que una Capacidad es reutilizable no es que el equipo original pueda repetirla. Es que otro equipo pueda reproducir la función a partir del paquete.

Por ello, la reproducción en una segunda ubicación debe ser una puerta de ingeniería explícita.

### *Lo que recibe el segundo equipo*

El equipo debe recibir un paquete compacto que contenga: - `START_HERE`; - contrato de función; - matriz de compatible / no compatible; - arte de muestra; - dibujo del útil o nota de construcción; - imágenes de prueba fijas; -

algoritmo o paquete de cliente dentro del alcance de distribución permitido; - instrucciones de entorno / dependencias; - resultados esperados; - plantilla de Evidencia; - referencias de fuentes y hashes.

Los grandes archivos de proveedor permanecen referenciados por separado salvo que la reproducción realmente los necesite.

### *Lo que debe devolver el segundo equipo*

El paquete de retorno debe incluir: - qué instrucciones fueron suficientes; - qué instrucciones fueron ambiguas; - versiones del entorno y herramientas; - el resultado de cada vector de prueba; - Evidencia de muestra real o imagen si se produjo; - desviaciones respecto del resultado esperado; - tiempo empleado en preparar y ejecutar el trabajo; - cualquier cambio local necesario; - una declaración clara de qué se reprodujo y qué no.

Esto produce más que un resultado de aprobado/no aprobado. Mide la calidad de la interfaz de colaboración.

### *El tiempo de reproducción es una métrica de producto*

Una métrica útil para un sistema de ingeniería física nativo de GenAI es:

> ***tiempo desde la recepción de un paquete versionado hasta la reproducción independiente de la función acordada.***

Una segunda métrica es el número de aclaraciones necesarias.

Una tercera es la cantidad de conocimiento local oculto que tuvo que redescubrirse.

Estas métricas revelan un tipo distinto de deuda de ingeniería. Un diseño puede funcionar perfectamente en el taller original y seguir siendo difícil de transferir. Esa dificultad de transferencia forma parte del producto.

### *Muchos makers, una cadena de Evidencia*

El ejemplo `locate_marks` muestra cómo una función sencilla puede conectar a muchos participantes:

| Contribuyente | Posible contribución | Evidencia |
|---|---|---|
| Diseñador | arte / versión del marcador | hash de diseño |
| Impresor | muestra física | registro de impresión / material |
| Maker local | fixture / útil | dimensiones, fotos, versión |
| Ingeniero de visión | detector | versión del algoritmo y resultados de prueba |
| Ingeniero cloud | simulador / servicio | registros de ejecución |
| Ingeniero T736 | adaptador de cámara | placa, driver y Perfil de captura |
| Operador | confirmación local | registro de observación / aceptación |
| Integrador de máquina | adaptador posterior | contrato de acción y Evidencia del resultado |
| Segundo sitio | reproducción independiente | informe de reproducción |

Ninguno de estos participantes necesita ser propietario del producto completo.

Ese es el significado de ingeniería de la invitación más amplia de HSIMC:

> ***Aporta tu capacidad existente. Entrega una función reproducible.***

El sistema se vuelve más potente a medida que las funciones son más fáciles de combinar, pero la combinación nunca debe borrar el Límite de evidencia de cada contribución.

### *De una función a una red de capacidades*

Después de que una función sea reproducible, el mismo método puede ampliarse: - `read_tag` - `write_tag` - `measure_range` - `get_machine_state` - `prepare_job` - `reserve_slot` - `verify_output` - `request_pickup` - `confirm_handover`

Cada función puede ser implementada por diferentes Resources locales y diferentes tecnologías.

El requisito común no es hardware idéntico. Es un contrato que otro participante pueda comprender, un modelo de Authority que limite la acción adecuadamente y Evidencia que muestre lo que ocurrió.

---

# Conclusión de la Parte IV - El producto es la ruta reproducible

La oportunidad de ingeniería en la era física de la GenAI no consiste simplemente en fabricar un dispositivo inteligente más.

Consiste en acortar la distancia entre un plan y un resultado verificado, permitiendo al mismo tiempo que más personas y más instalaciones existentes participen.

Eso requiere una ruta en la que: - el software pueda comenzar antes de terminar el hardware personalizado; - el hardware pueda estabilizar interfaces antes de conocer cada detalle de la aplicación; - makers locales puedan convertir rápidamente dibujos en muestras reales; - un simulador pueda demostrar semántica sin fingir ser hardware; - una placa de referencia pueda demostrar comportamiento físico seleccionado; - una configuración congelada pueda enviarse con suficiente Evidencia para que otro ingeniero la comprenda; - la unidad entregada pueda vincularse localmente y seguir funcionando sin que el equipo original del proyecto esté a su lado; - un segundo equipo pueda reproducir la función y exponer supuestos ocultos.

T736 es la referencia de hardware más corta actualmente para esta ruta, no el destino de todo el ecosistema. El formato del tamaño de una tarjeta de crédito es un reto de diseño, no un requisito previo para una colaboración útil. El producto más profundo es la **ruta de ingeniería reproducible** que conecta personas, tools, Resources y Evidencia.

Este es el puente desde el modelo de colaboración de la Parte III hasta la pregunta de valor de la Parte V: **cuando la ruta se vuelve reproducible, ¿qué resultados económicos, sociales y ambientales crea, y cómo deben medirse esos resultados sin doble conteo?**

---

## Evidencia y notas de fuentes de la Parte IV

**Evidencia de ingeniería de HSIMC** - H0-001 handoff de desarrollo de Card Phone y cloud, 11 de noviembre de 2026. - C0-005 línea de base documental de estandarización de hardware T736, 9 de noviembre de 2026. - C0-006 plan de ingeniería remota, 9 de noviembre de 2026. - C0-007 simulador con fuente verificada y pruebas de simulador registradas, 10 de noviembre de 2026. - C0-008 resultado registrado de simulación remota Azure, 10 de noviembre de 2026: 14/14 comprobaciones en el informe registrado.

**Contexto externo** - OpenAI, *Accelerating engineering for the physical world*, 3 de noviembre de 2026. El artículo describe trabajo en ingeniería mecánica, ingeniería eléctrica, software, simulación y fabricación, e invita a colaboradores de ingeniería y fabricación. La arquitectura y las afirmaciones de HSIMC siguen siendo independientes. - Model Context Protocol, *The 2026-07-28 Specification*, 28 de julio de 2026. La publicación introduce un núcleo de protocolo stateless, solicitudes autodescriptivas, enrutamiento basado en cabeceras, un marco de extensiones y cambios relacionados de autorización. El estado de aplicación puede seguir transportándose mediante handles explícitos.

**Disciplina de Evidencia**

Esta Parte distingue arquitectura propuesta, información documental de hardware, Evidencia simulada, Evidencia registrada de simulación remota y futura validación física. Ninguna afirmación de esta Parte debe interpretarse como que existe un T736 actualmente accesible, un producto completo del tamaño de una tarjeta de crédito, un resultado de aceptación con cámara en vivo o una prueba de unidad entregada, salvo que esté respaldada por Evidencia física fechada por separado.

# Parte V - El valor: resultados útiles y participación medible

## La Parte V de un vistazo

Las Partes I-IV avanzaron desde la oportunidad hacia las capacidades existentes, después hacia una colaboración responsable y, por último, hacia una ruta de ingeniería que permite que varios equipos desarrollen juntos antes de enviar el hardware final. La Parte V formula la siguiente pregunta: **¿qué valor útil se crea realmente, para quién, y cómo puede medirse sin contar varias veces el mismo beneficio?**

Aquí es donde un libro blanco puede volverse vago con facilidad. Es sencillo afirmar que un proyecto apoya la sostenibilidad, ahorra trabajo, mejora inclusión, crea innovación, reduce residuos y contribuye a muchos Objetivos de Desarrollo Sostenible. Es más difícil mostrar qué resultado ocurrió, qué participante se benefició, qué participante asumió una nueva carga, qué flujo de caja cambió realmente, qué flujo de material o energía cambió y qué Evidence respalda la afirmación.

HSIMC trata por ello el valor como un conjunto de cambios observados, no como un adjetivo de marketing.

Un Work útil debería permitir responder al menos cinco preguntas:

93. **Resultado** - ¿Qué cambió en el mundo físico o de servicio?
94. **Valor para el participante** - ¿Quién ganó tiempo, ingresos, Capacidad, acceso, comodidad o menor riesgo?
95. **Coste para el participante** - ¿Quién aportó efectivo, trabajo, tiempo de equipo, materiales, atención o responsabilidad?
96. **Evidence** - ¿Qué línea de base, recibo, medición o registro de aceptación respalda el resultado?
97. **Distribución** - ¿El beneficio se compartió con suficiente justicia para que el sistema pueda continuar sin desplazar costes ocultos hacia otro participante?

Esta Parte desarrolla el enfoque en tres capítulos.

El Capítulo 13 sigue tres clases de recorridos del mundo real: **Make, Move y Assist**. No son afirmaciones de que toda aplicación Propuesta por HSIMC ya se haya desplegado. Son patrones de referencia para organizar Work, Custodia, Authority y Evidence. Cuando ya existen servicios adyacentes, como entrega de equipaje aeroportuario, tags inteligentes de equipaje y monitorización de carros, el texto los identifica como Evidence externa y no como despliegues HSIMC.

El Capítulo 14 define un método práctico de contabilidad de valor. Separa resultados de caja, Capacidad liberada, resultados de usuario/servicio, efectos ambientales y Evidence de gobernanza. También distingue contabilidad a nivel de participante de contabilidad a nivel de red, de modo que un pago de un participante a otro no se cuente dos veces como valor nuevo. Para afirmaciones de gases de efecto invernadero, separa inventarios organizativos de efectos de proyecto/intervención y trata las emisiones evitadas como una capa analítica separada en lugar de restarlas casualmente de una huella.

El Capítulo 15 mapea el Work frente a los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. El propósito no es afirmar que una plataforma «logra» 17 Objetivos. El propósito es decir dónde una contribución puede ser relevante, qué Evidence se requeriría y dónde la relevancia sigue siendo condicional. Se espera que las conexiones iniciales más fuertes estén en habilidades, trabajo decente, participación industrial inclusiva, reducción de desigualdades, producción responsable y alianzas multipartitas. Otros Objetivos se vuelven relevantes únicamente cuando una aplicación concreta produce el resultado correspondiente.

El principio de valor de esta Parte es:

> ***Cuenta el cambio una vez. Muestra quién lo recibió. Muestra quién pagó por él. Mantén la Evidence cerca del Work.***

---

# Capítulo 13 - Recorridos del mundo real: Make, Move y Assist

## 13.1 Make: de material disponible a salida aceptada

El recorrido más básico del mundo real es la transformación.

Un material, pieza, archivo u objeto comienza en un estado. Una persona, máquina o proceso lo cambia. Otra parte acepta el resultado. El valor económico no se crea simplemente porque se haya encendido una máquina. Se crea cuando un resultado solicitado alcanza una condición que alguien está dispuesto a aceptar y utilizar.

Por tanto, un Work útil de fabricación tiene más estructura que una línea de orden de compra.

Una cadena mínima es:

**Demanda -> entrada confirmada -> preparación -> proceso -> inspección -> salida aceptada -> almacenamiento o siguiente handoff**

Cada transición puede estar representada por una parte responsable distinta y un tipo diferente de Evidence.

Para una pequeña interfaz impresa o bordada, por ejemplo: - la demanda define patrón, cantidad, sustrato, tolerancia y ventana de entrega; - el registro de material identifica sustrato, hilo, tinta, film, laminado u otra entrada utilizada realmente; - la preparación registra versión de archivo, ajustes de máquina, fixture y operador; - el registro de proceso identifica máquina o maker y ventana temporal; - la inspección devuelve dimensiones, resistencia, Evidence de imagen, resultado de lectura/escritura u otra medida relevante de aceptación; - el registro de salida aceptada identifica quién aceptó la muestra y bajo qué versión; - almacenamiento o entrega registran adónde fueron después los elementos aceptados.

Esta estructura permite participar a un productor muy pequeño sin fingir que es una empresa electrónica totalmente integrada.

Un taller de costura o bordado puede aportar el paso de colocación controlada. Una imprenta puede producir marcas de registro o una superficie funcional. Un equipo de hardware puede aportar el módulo NFC o sensor. Un ingeniero remoto puede aportar inspección de imagen o vectores de prueba. Un integrador local puede fabricar el conector o fixture. El cliente puede aceptar el resultado integrado.

La unidad comercial no es por tanto «una fábrica». Puede ser **una transformación aceptada** ensamblada a partir de varias capacidades.

### *Demanda, inventario y proceso deben permanecer distintos*

Un fallo común en sistemas digitales de fabricación es tratar tres afirmaciones distintas como equivalentes: - «el cliente quiere diez unidades»; - «el material está disponible»; - «la máquina puede producir diez unidades antes del plazo».

No son equivalentes.

La demanda describe un resultado futuro solicitado. El inventario describe un estado de material u objeto en una hora concreta de observación. La Capacidad describe lo que un Resource puede ser capaz de hacer bajo condiciones especificadas. Un compromiso se crea únicamente cuando un proveedor autorizado acepta un Work contra una visión suficientemente reciente de esas condiciones.

Esta diferencia se vuelve especialmente importante en un modelo de colaboración stateless. El cliente debe poder volver a presentar el contexto necesario para comprender una solicitud, pero la reserva de material, reserva de máquina, Work aceptado y Recibo de operación siguen siendo hechos empresariales persistentes.

### *La baja frecuencia puede crear una red compartida valiosa*

La Parte I introdujo una observación recurrente en espacios industriales pequeños: una única fábrica puede necesitar una Capacidad de movimiento o producción solo ocasionalmente. Eso no significa que la Capacidad no tenga mercado.

La pregunta más útil es si muchos usuarios de baja frecuencia pueden compartir una Capacidad sin conflictos inaceptables.

Para una máquina, fixture, módulo de potencia o estación de inspección compartidos, las variables relevantes incluyen: - tiempo de setup y teardown; - tiempo de desplazamiento o transferencia entre usuarios; - tamaño mínimo de lote útil; - requisitos de preparación; - disponibilidad del operador; - ventana de mantenimiento; - requisito de almacenamiento; - solapamiento de plazos; - probabilidad de fallo y retrabajo.

La oportunidad comercial no consiste simplemente en vender más hardware. Puede consistir en hacer que hardware, habilidades y espacio existentes sean más fáciles de programar y de confiar.

Un maker local que puede devolver una muestra verificada en dos horas puede crear más valor para una iteración rápida que un proveedor remoto con precio unitario menor pero un loop de feedback de cinco días. La

comparación correcta es el **coste completo de llegar a un resultado aceptado**, incluyendo espera, iteraciones fallidas, comunicación y retrabajo.

#### *Un paquete de Evidence de transformación*

Un Work de fabricación reproducible debería poder producir finalmente un paquete compacto de Evidence que contenga, según corresponda: - Work ID y versión aceptada; - solicitante, proveedor y aceptador responsables; - identidad de entrada y cantidad observada; - lote de material o referencia de origen; - máquina / tool / Process Profile; - parámetros de proceso que afecten materialmente el resultado; - timestamps de inicio y finalización; - resultado de inspección e incertidumbre cuando corresponda; - cantidad rechazada o retrabajada; - cantidad aceptada; - coste directo y tiempo reales; - siguiente ubicación de Custodia o almacenamiento.

No todo maker local necesita operar directamente este modelo de datos. Un teléfono, tarjeta, entrada QR/NFC o asistente HSIMC puede traducir una interacción local sencilla a un registro estructurado.

Ese es el significado práctico de hacer globalmente utilizable una Capacidad local: **la persona no necesita convertirse en una plataforma de software; la contribución necesita una interfaz fiable y Evidence.**

### 13.2 Move: de almacén a máquina, de aeropuerto a hotel y de un custodio a otro

El movimiento crea valor cuando un objeto llega al lugar correcto, en el momento correcto, bajo la Custodia y condición correctas.

Una ruta por sí sola no basta.

Para un Work de almacén a máquina, el cambio de estado relevante puede ser:

**stock disponible -> stock reservado -> recogido -> en tránsito -> recibido en máquina -> consumido o devuelto**

Para productos terminados puede ser:

**salida aceptada -> almacenada -> liberada -> entregada a transportista -> recibida por siguiente custodio**

Para equipaje de viaje puede ser:

**pasajero tiene maleta -> maleta aceptada para servicio -> maleta bajo Custodia -> maleta llega a hotel o punto de almacenamiento -> huésped elige hora de recepción -> handoff final**

Cada paso tiene Authority y Evidence diferentes.

#### *Los servicios de viaje existentes demuestran que las piezas ya existen*

El Aeropuerto Internacional de Hong Kong enumera actualmente servicios de entrega de equipaje de pago que pueden mover equipaje entre el aeropuerto y el hotel, domicilio o ubicación urbana designada del pasajero, dependiendo del proveedor. Esto demuestra que el movimiento aeropuerto-hotel ya existe como categoría de servicio adquirible; no demuestra que el modelo Propuesto por HSIMC de timing y handoff esté desplegado.

HKIA también opera MyTAG, un smart baggage tag RFID que puede notificar a un pasajero cuando el equipaje llega a la cinta y utiliza un QR para registrar y vincular el tag a un viaje. De nuevo, esto demuestra que identidad física, RFID y servicio digital ya pueden combinarse en un workflow real de pasajero. No convierte automáticamente datos de aerolínea o aeropuerto en un HSIMC Resource ni concede Authority a un tercero.

El aeropuerto también ha descrito capacidades de monitorización/rastreo de carros en tiempo real dentro de su desarrollo smart airport. Esto respalda la idea de que posición y distribución de carros son problemas operativos reales, aunque la propuesta HSIMC de liberar un punto de transferencia siga siendo un concepto que requiere validación con el operador del lugar.

#### *El recorrido aeropuerto-hotel Propuesto*

La oportunidad HSIMC consiste menos en inventar un viaje completamente nuevo que en conectar mejor estados que ya pueden existir.

Un modelo útil separa:

- **RoomReady** - la habitación puede utilizarse;
- **BagReady** - el equipaje ha llegado al punto de Custodia del hotel o servicio y está disponible para el siguiente paso;
- **GuestReady** - el huésped está preparado para recibir el equipaje bajo una opción y ventana acordadas.

Estos estados no son equivalentes.

Un huésped puede entrar en la habitación antes de que llegue la maleta. Una maleta puede llegar mientras el huésped se ducha, duerme, está en una reunión o no quiere interrupción. Un hotel económico puede no tener servicio de bellman continuo. Un proveedor externo de equipaje puede haber completado correctamente su

contrato al entregar al punto de recepción del hotel incluso aunque todavía no haya ocurrido el handoff final al huésped.

El Work final de entrega puede por ello registrar: - identidad del equipaje / referencia de viaje; - custodio actual; - ubicación de recepción; - opciones de tiempo del huésped; - proveedor que acepta la entrega final; - precio y alcance; - evento de handoff; - excepción o intento fallido.

La oportunidad de GenAI está en explicar, traducir, programar y coordinar esos estados. La ejecución sigue perteneciendo a los proveedores y personas autorizadas.

#### *Identidad no es Custodia*

Un barcode, RFID, QR o NFC puede ayudar a identificar una maleta o registro de servicio. No demuestra por sí solo quién tiene Custodia física ni quién puede cambiar el destino.

Un sistema responsable necesita distinguir: - identificador de viaje o equipaje; - identidad interna del objeto de servicio; - Work de servicio; - custodio actual; - siguiente custodio previsto; - persona u organización autorizada a cambiar el plan; - Evidence de handoff.

Esta distinción permite reutilizar identificadores existentes donde sea apropiado sin sobrecargarlos con responsabilidades que no fueron diseñados para transportar.

#### *El recorrido Propuesto de carros de aeropuerto*

Para un carro de equipaje, el primer Work valioso puede ser más estrecho que «conducción autónoma por todo el aeropuerto».

Puede ser:

> ***Después de que un pasajero termine de usar un carro en un punto de handoff aprobado, confirmar que el carro está vacío y fuera de uso, moverlo a una posición temporal aprobada y liberar el punto de transferencia para el siguiente pasajero.***

La métrica operativa puede ser tiempo desde devolución hasta liberación del punto.

Los primeros pilotos pueden utilizar confirmación humana y movimiento asistido o manual. La automatización solo se añade cuando mejora el resultado completo.

Esto encaja con el principio del proyecto de no automatizar más de lo necesario para demostrar valor.

#### *La IA ya está entrando en la capa de planificación de viajes*

La IATA 2026 Global Passenger Survey informó que el 49% de los pasajeros globales encuestados ya había utilizado IA para planificación de viajes. La encuesta recibió más de 10.000 respuestas de más de 200 países.

Esto no demuestra demanda de ningún servicio HSIMC concreto. Sí indica que la interacción de viaje con IA ya se está normalizando.

El paso complementario es conectar intención digital con acción local fiable:

**«Quiero mi equipaje más tarde» -> proveedor acepta -> Work programado -> handoff completado -> Evidence devuelta.**

La acción local, no la conversación por sí sola, es lo que completa el valor.

### 13.3 Assist: hacer más fácil la movilidad y el Work existentes sin colapsar límites de seguridad

Assist describe una clase de Work en la que el objetivo no es sustituir a una persona o activo, sino añadir una Capacidad útil a algo que ya existe.

Puede incluir: - asistencia eléctrica para un carro; - ayuda para mover un palé con ruedas; - transporte de instrumentos en universidad o science park; - asistencia a un trabajador con una carga pesada; - asistencia de movilidad para una silla de ruedas existente; - ayuda para reposicionar un objeto compartido.

La arquitectura de interfaz puede compartir algunas ideas entre estos casos: Resource identity, módulo de potencia, posicionamiento, Work, stop/recovery, Evidence.

El caso de seguridad no puede compartirse automáticamente.

#### *La asistencia debe preservar la diferencia entre persona y carga*

Un sistema que mueve un carro vacío o un palé no valida un sistema que transporta a una persona.

Una aplicación de movilidad de pasajeros requiere requisitos separados de seguridad, frenado, estabilidad, interfaz humana, uso indebido previsible, emergencia, confort, regulación y responsabilidad.

La reutilización adecuada se encuentra en métodos y componentes cuando la Evidence lo permite, no en copiar afirmaciones de aceptación de una clase de riesgo a otra.

Esta es una razón por la que HSIMC conserva el nivel de Evidence por configuración y por Work.

### *El esfuerzo humano no es automáticamente un coste a eliminar*

Una narrativa de automatización puede caer fácilmente en «sustituir trabajo» como única métrica.

Las mejores preguntas son: - ¿qué tarea es físicamente pesada o repetitiva? - ¿qué tarea requiere juicio, confianza o interacción humana? - ¿puede un tool permitir a una persona hacer Work más seguro o de mayor valor? - ¿el tiempo liberado reduce realmente horas extra pagadas o permite más servicio remunerado? - ¿el cambio elimina una oportunidad de ingresos sin crear otra vía? - ¿quién decide si la asistencia es deseable?

Esto conecta directamente con «No dejar a nadie atrás». Un sistema físico GenAI no debería crear valor para una parte haciendo invisible el Work de otra.

### *Medir dignidad y elección cuando forman parte del servicio*

En equipaje, asistencia y hospitalidad, el valor puede incluir poder elegir cuándo ocurre una interacción.

En movilidad, el valor puede incluir menor esfuerzo físico, mayor movimiento independiente o apoyo más fácil al cuidador.

Para makers locales, el valor puede incluir acceso a Work que antes requería una empresa mayor o un equipo de ingeniería lejano.

Son resultados reales, pero requieren medidas apropiadas. Un proyecto no debería convertir cada beneficio social en un importe ficticio simplemente para completar una hoja de cálculo.

Parte del valor debe permanecer en su unidad natural: - minutos de interrupción no deseada evitados; - kilogramos o metros de manipulación manual evitados; - porcentaje de ventanas de tiempo solicitadas cumplidas; - número de personas recién capaces de realizar una tarea; - número de makers que pueden Reproducir independientemente una función; - número de participantes que reciben Work remunerado; - facilidad o confianza reportada por usuario bajo un método de encuesta definido.

La Parte V utiliza por ello múltiples registros en lugar de forzar cada resultado a un único número financiero.

---

# Capítulo 14 - Medir valor sin doble conteo

## 14.1 Separar los registros antes de combinar la historia

Un sistema multiparte puede crear confusión porque el mismo evento aparece de forma distinta para cada participante.

Si un hotel paga HKD 100 a un proveedor de servicio de equipaje, el hotel ve HKD 100 de coste y el proveedor ve HKD 100 de ingresos. Si un informe conjunto suma ambos como «HKD 200 de valor económico creado», ha contado dos veces la misma transferencia.

Si una automatización ahorra 20 minutos de trabajador pero ningún trabajador sale antes, no se reducen horas extra y no se completa ningún servicio adicional remunerado, el proyecto ha liberado Capacidad. Todavía no ha demostrado un importe de ahorro de caja.

Si un material reciclado sustituye material virgen en un componente, el proyecto no debe afirmar automáticamente todas las emisiones evitadas de un producto completo salvo que límite de sistema, baseline y efectos de ciclo de vida respalden esa conclusión.

HSIMC utiliza por ello varios registros.

### *Registro 1 - Caja*

Registrar flujos de caja incrementales reales para cada participante.

Para el participante *j* durante el periodo *t*:

**Contribución incremental de caja(j,t) = nuevos ingresos de caja + gasto de caja evitado verificado - nuevo gasto operativo de caja**

La inversión inicial de integración o equipo se registra por separado.

Un ROI simple del periodo puede calcularse entonces como:

**ROI(j) = (suma de contribución incremental de caja - inversión inicial) / inversión inicial**

cuando la inversión inicial es mayor que cero.

Si la inversión es cero o principalmente en especie, informar contribución neta de caja y contribución en especie en lugar de forzar una ratio ROI indefinida.

La Evidence de caja debe proceder de facturas reales, cambios de nómina/horas extra, facturas de proveedores, órdenes de servicio pagadas u otro registro auditable. Una estimación de modelo puede mostrarse como forecast, pero no debe relabelarse como caja realizada.

### *Registro 2 - Capacidad liberada*

Medir capacidad en unidades operativas.

Ejemplos: - minutos de trabajador liberados; - minutos de máquina recién utilizables; - tiempo de cola reducido; - trabajos adicionales completados en el mismo turno; - iteración de muestra más rápida; - menor tiempo desde freeze de diseño a muestra visible; - menor tiempo desde release package a reproducción en segundo sitio; - más posiciones de almacenamiento utilizables; - menos intentos fallidos de handoff.

La Capacidad liberada puede causar posteriormente un efecto de caja. Hasta que ocurra, sigue siendo un resultado operativo.

### *Registro 3 - Resultado de usuario y servicio*

Medir el resultado en términos que importen al usuario u operador.

Ejemplos: - porcentaje de entregas completadas dentro de la ventana solicitada; - minutos que un carro bloquea un punto de transferencia; - número de reentregas o handoffs fallidos; - método de entrega seleccionado por usuario; - distancia de viaje o caminata evitada; - solicitudes de asistencia de accesibilidad completadas; - tasa de defectos o retrabajo; - tiempo para encontrar material o tool correctos; - tiempo para recuperarse de una operación fallida.

Este registro evita que el proyecto optimice una métrica técnica que el usuario no valora.

### *Registro 4 - Efecto ambiental y material*

Registrar flujos reales de material y energía antes de hacer una afirmación de sostenibilidad.

Medidas posibles: - masa de material reutilizado; - masa y tipo de material nuevo añadido; - masa de muestras fallidas y scrap; - material de packaging; - electricidad consumida en proceso; - energía de carga de baterías; -

distancia de transporte o movimientos de servicio; - activos reparados o con vida extendida; - vida de producto o componente; - ruta de fin de vida cuando se conozca.

El GHG Protocol Product Standard es una referencia útil porque enmarca emisiones del ciclo de vida del producto a través de materias primas, fabricación, transporte, almacenamiento, uso y eliminación. Esa amplitud es importante: la reutilización local puede reducir un flujo de material y a la vez añadir energía de proceso, transporte o un componente electrónico en otro lugar.

#### *Registro 5 - Gobernanza y Evidence*

Registrar si el sistema operó realmente bajo el modelo prometido de Authority y accountability.

Ejemplos: - porcentaje de acciones físicas vinculadas a un Work ID aceptado; - porcentaje de entregas con registro de Custodia completado; - operaciones rechazadas porque Authority faltaba o había caducado; - solicitudes duplicadas resueltas correctamente sin repetir una acción física; - solicitudes de stop/recovery con resultados confirmados; - completitud de Evidence por tipo de Work; - disputas de pago y tiempo de resolución; - número de participantes capaces de inspeccionar la Evidence que les corresponde.

La gobernanza no es una categoría ESG decorativa. Determina si se puede confiar en los demás registros.

### 14.2 Baseline, atribución y diferencia entre transferencia y creación

La medición de valor necesita un baseline.

Sin baseline, «tiempo ahorrado» es únicamente una descripción de un proceso nuevo. Sin baseline, «residuo reducido» puede reflejar un pedido menor en lugar de un proceso mejor. Sin baseline, «mayor productividad» puede estar causada por una mezcla de producto distinta.

Por tanto, un Work práctico debería registrar, cuando sea posible: - periodo o método baseline; - resultado planificado; - compromiso del proveedor; - resultado real; - varianza; - cambios externos conocidos; - confianza o incertidumbre cuando importen.

El baseline no siempre necesita ser sofisticado. Para un taller pequeño puede ser tres ejecuciones manuales observadas antes de introducir un tool de asistencia. Para entrega de equipaje puede ser el número histórico de handoffs fallidos o no deseados. Para iteración de muestras puede ser el tiempo desde cambio de diseño a muestra medible bajo el proceso anterior.

#### *La contabilidad del participante y la contabilidad de red son diferentes*

A nivel del participante, un pago es económicamente real.

A nivel de red consolidada, un pago entre dos participantes es una transferencia. Debe eliminarse si el propósito es estimar valor neto creado por la red en su conjunto.

Una ecuación consolidada útil es:

**Contribución neta de caja de la red = ingresos externos + coste externo evitado verificado - nuevo coste operativo externo**

Los pagos internos entre participantes incluidos se eliminan en la consolidación.

Esto es similar en espíritu a eliminar transacciones intragrupo en estados financieros consolidados, aunque este libro blanco no propone una nueva norma contable.

#### *Ahorrar tiempo no es automáticamente ahorrar salarios*

Supongamos que un trabajador antes pasaba 30 minutos empujando un carro y ahora pasa 10 minutos supervisando un movimiento asistido.

El proyecto ha liberado 20 minutos de Capacidad.

Los siguientes resultados posibles incluyen: - el trabajador termina el turno antes y bajan las horas extra; - el trabajador completa otra entrega remunerada; - el trabajador realiza control de calidad; - el trabajador espera porque no hay otra tarea; - el empleador reduce plantilla; - el servicio mejora sin cambiar plantilla.

Son resultados sociales y financieros materialmente distintos.

El sistema debe por tanto preservar primero el resultado operativo y después observar qué ocurre con caja, carga de Work, calidad de servicio y empleo.

#### *Evitar contar dos veces el mismo beneficio ambiental*

Las guías de GHG Protocol distinguen contabilidad de inventario a nivel organizativo de contabilidad de proyecto/intervención.

La contabilidad de inventario describe emisiones asociadas con el límite definido y la cadena de valor de una organización. La contabilidad de proyecto estima el efecto de una intervención concreta frente a un baseline contrafactual. Los dos métodos responden preguntas distintas.

Esta diferencia resulta especialmente útil para HSIMC.

Si un proyecto local reutiliza un palé existente, reduce un movimiento de transporte o prolonga la vida útil de un equipo, puede estimar un efecto de intervención frente a un baseline apropiado. Ese resultado no debe restarse automáticamente del inventario Scope 1, 2 o 3 de cada organización participante. Las estimaciones de emisiones evitadas deben mostrarse por separado y con sus supuestos.

GHG Protocol también subraya evitar o gestionar transparentemente el doble conteo en contextos comparativos y de acreditación. La regla práctica HSIMC es:

> ***Informar el cambio físico, el efecto de inventario y cualquier efecto evitado estimado como hechos separados, salvo que un método reconocido los conecte explícitamente.***

#### *La atribución debe seguir la Evidence, no la marca más ruidosa*

El Work multiparte crea otro riesgo: una organización puede reclamar todo el resultado aunque varias partes lo hayan hecho posible.

Un registro más creíble separa: - la parte que definió la demanda; - la parte que suministró el material; - el maker u operador; - el contribuyente de modelo o software; - el propietario del equipo; - el proveedor del sitio; - el operador logístico; - el financiador o patrocinador; - el aceptador; - la parte responsable de medición.

Un caso publicado puede entonces describir contribuciones sin fingir que cada participante causó por sí solo todo el resultado.

### 14.3 Decidir qué escalar comparando valor marginal con carga marginal

El propósito de medir no es informar por informar. Es tomar mejores decisiones siguientes.

Un proyecto puede por tanto utilizar puertas escalonadas de inversión.

#### *Puerta 1 - ¿Es observable el problema?*

¿Puede el equipo medir retraso, coste, carga, defecto o problema de acceso actual?

Si no, el primer Work puede ser simplemente una observación baseline.

#### *Puerta 2 - ¿Puede un servicio mínimo mejorar el resultado sin hardware personalizado nuevo?*

Usar personas existentes, QR, teléfonos, tags disponibles, confirmación manual, tools prestados o logística existente cuando corresponda.

Esto identifica si el concepto de servicio tiene valor antes de una automatización costosa.

#### *Puerta 3 - ¿Mejora un tool añadido el resultado completo?*

Introducir un fixture, lector, módulo UWB, unidad clip-on de potencia, adaptador T736 o automatización de software.

Medir: - nuevo coste directo; - tasa de fallos e intervención; - tiempo ahorrado; - demanda adicional atendida; - resultado de usuario; - carga de seguridad o gobernanza; - requisito de mantenimiento.

#### *Puerta 4 - ¿Mejora compartir la utilización sin crear un coste de coordinación que anule el beneficio?*

Un activo compartido tiene un coste de segundo orden: reserva, desplazamiento, setup, devolución, carga, limpieza, mantenimiento y gestión de conflictos.

La métrica relevante de utilización no es simplemente «porcentaje del día encendido». Puede ser:

**Work útil aceptado / coste total de Capacidad**

Un activo de baja utilización puede seguir siendo racional si la alternativa es extremadamente costosa, urgente o inaccesible. A la inversa, un activo muy utilizado puede ser una mala inversión si fallos y supervisión son elevados.

#### *Puerta 5 - ¿Puede un segundo sitio reproducir el valor?*

La replicación debe reproducir tanto la función como la lógica contable.

Un segundo sitio debería poder declarar: - qué permaneció igual; - qué cambió localmente; - qué coste cambió; - qué medida de aceptación cambió; - si el beneficio original se mantuvo; - qué nueva carga apareció.

Esta es la diferencia entre una demostración y un método escalable.

### *Un dashboard práctico de valor*

Un dashboard compacto a nivel de Work puede mostrar:

| Dimensión | Medida de ejemplo | Fuente de Evidence |
|---|---|---|
| Resultado | unidades aceptadas / handoffs completados | recibo de aceptación |
| Caja | ingresos externos, gasto externo evitado, coste operativo | factura / nómina / registro de proveedor |
| Capacidad | minutos liberados, trabajos añadidos, cola reducida | workflow con timestamps |
| Usuario | éxito en ventana temporal, interrupción, accesibilidad | registro de servicio / encuesta |
| Material | masa reutilizada, scrap, material añadido | registro de lote / peso |
| Energía | kWh o ciclos de batería cuando sean relevantes | medidor / cargador / estimación con método |
| Gobernanza | acciones autorizadas, manejo de duplicados, recuperación | ledger de operaciones |
| Replicación | tiempo para reproducir en segundo sitio | registros de release y aceptación |

El dashboard no debe utilizarse para comprimir todas las dimensiones en una puntuación única salvo que el método de ponderación y propósito sean explícitos.

Un negocio puede ganar dinero mientras crea una carga social. Un proyecto puede producir beneficio ambiental mientras pierde dinero. Un servicio puede mejorar dignidad del usuario sin reducir coste laboral. Un programa de formación puede crear Capacidad antes de crear ingresos.

El modelo de valor debe hacer visibles estas diferencias, no ocultarlas.

---

# Capítulo 15 - Diecisiete objetivos, contribuciones específicas

## 15.1 Usar los ODS como mapa de relevancia y Evidence, no como colección de distintivos

La Agenda 2030 de las Naciones Unidas describe 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y 169 metas como integrados e indivisibles. También se compromete a no dejar a nadie atrás y a llegar primero a quienes están más rezagados. El Objetivo 17 reclama explícitamente alianzas multipartitas que movilicen y compartan conocimiento, experiencia, tecnología y Resources, así como datos mejores, oportunos y fiables.

Estas ideas encajan de forma natural con una red de Capacidad local y colaboración global.

Pero encajar no es demostrar.

Un libro blanco no debería mostrar diecisiete iconos y sugerir que cada Work hace avanzar todos los Objetivos. La relevancia depende de la aplicación, baseline y resultado real.

HSIMC propone por ello tres niveles de conexión con ODS: - **Relevancia inicial directa** - el propio modelo de colaboración puede razonablemente generar Evidence relacionada con este Objetivo. - **Relevancia dependiente de la aplicación** - el Objetivo se vuelve relevante solo cuando un Work concreto crea el resultado correspondiente. - **Relevancia condicional / guardrail** - el Objetivo identifica principalmente un efecto que debe comprobarse o un área de aplicación futura, no una afirmación positiva actual.

La siguiente matriz es un punto de partida para medición, no una certificación.

| ODS | Relevancia para el enfoque HSIMC | Ejemplo de ruta de contribución | Evidence necesaria antes de una afirmación positiva |
|---|---|---|---|
| **1 Fin de la pobreza** | Condicional | micro-Work remunerado, acceso a Capacidad productiva, ingresos locales resilientes | cambio de ingreso neto, baseline del participante, persistencia, efectos de desplazamiento |
| **2 Hambre cero** | Dependiente de aplicación | logística agrícola, procesado local de alimentos, menor pérdida de manipulación | cantidad/calidad de alimento, baseline de pérdida, ingresos de agricultor/Work, efectos energéticos/materiales |
| **3 Salud y bienestar** | Dependiente de aplicación | movilidad asistida, menor esfuerzo físico, manipulación más segura | resultado de usuario, Evidence de seguridad, eventos adversos, datos de accesibilidad |
| **4 Educación de calidad** | Relevancia inicial directa | aprender produciendo una función reproducible; formación técnica/profesional | Capacidad antes/después, finalización independiente de tarea, participación y acceso |
| **5 Igualdad de género** | Guardrail transversal | reducir barreras de participación; reconocer restricciones de cuidado/Work no pagado; roles de decisión igualitarios | participación, remuneración, liderazgo, carga de Work, datos de acceso desagregados apropiadamente |
| **6 Agua limpia y saneamiento** | Condicional | monitorización de procesos de agua o proceso local de menor impacto | uso de agua, vertido, contaminación y datos de tratamiento |
| **7 Energía asequible y no contaminante** | Dependiente de aplicación | producción local consciente de energía, equipos compartidos, procesos de menor energía | energía medida, servicio baseline equivalente, vida de equipo y efectos rebote |
| **8 Trabajo decente y crecimiento económico** | Relevancia inicial directa | Capacidad local remunerada, Work más seguro, participación de PYME, nuevos roles productivos | pago, horas, seguridad, calidad del empleo, ingresos externos, resultado de trabajador |
| **9 Industria, innovación e infraestructura** | Relevancia inicial directa | conectar pequeños makers y equipos existentes con ingeniería digital/IA | número de PYME capaces, funciones aceptadas, uso de infraestructura, Evidence de replicación |
| **10 Reducción de las desigualdades** | Relevancia inicial directa | reducir barreras de idioma, hardware, geografía, discapacidad o tamaño de empresa | quién participa, quién queda excluido, asequibilidad, accesibilidad, distribución de beneficios |
| **11 Ciudades y comunidades sostenibles** | Dependiente de aplicación | movilidad accesible, reparación/fabricación local, mejor uso de activos urbanos compartidos | acceso a servicio, congestión, seguridad, resultados materiales y operativos |
| **12 Producción y consumo responsables** | Relevancia inicial directa | reutilización, reparación, materiales trazables, menor sustitución innecesaria, producción verificada | flujo de materiales, scrap, componentes añadidos, vida extendida, fin de vida y Evidence de calidad |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **13 Acción por el clima** | Dependiente de aplicación | intervenciones medidas de energía/material y desarrollo de Capacidad relacionada con clima | método GHG, baseline, boundary, incertidumbre, reporting separado inventory/project |
| **14 Vida submarina** | Condicional / guardrail | prevenir fugas o residuos dañinos de materiales/procesos | vertido, ruta de residuos, Evidence química/material relevante para impacto acuático |
| **15 Vida de ecosistemas terrestres** | Condicional / guardrail | abastecimiento responsable de materiales, reutilización, aplicaciones suelo/agricultura | trazabilidad de origen, baseline de terreno/ecosistema, resultado de residuo o restauración |
| **16 Paz, justicia e instituciones sólidas** | Relevancia directa de gobernanza | Authority transparente, Evidence, reclamaciones y registros de decisión responsables | reglas de acceso, consentimiento, gestión de disputas, auditabilidad, Evidence de participación |
| **17 Alianzas para lograr los objetivos** | Relevancia inicial directa | intercambio multipartito de conocimiento, experiencia, tecnología y Resources | compromisos reales, Work completado, registros de contribución, datos fiables y replicación |

### *El cluster inicial más fuerte*

Para el presente libro blanco, el cluster inicial más defendible es:

**ODS 4, 8, 9, 10, 12 y 17.**

¿Por qué?

Porque el sistema Propuesto trata directamente de: - habilidades que permiten realizar Work técnico útil; - participación productiva y potencialmente remunerada; - industria e innovación inclusivas usando infraestructura existente; - reducir barreras de entrada entre participantes grandes y pequeños; - reutilización, reparación y decisiones de producción responsable; - alianzas multipartitas y Capacidad técnica compartida.

Incluso aquí, el proyecto sigue necesitando Evidence. Una sesión de formación no es automáticamente un empleo decente. Un material reutilizado no es automáticamente ambientalmente mejor. Una pequeña empresa conectada a una plataforma no gana automáticamente más. Un logo de alianza no es una alianza implementada.

El mapeo ODS pide por tanto resultados, no afiliación.

### *Los Objetivos dependientes de aplicación deben seguir dependiendo de la aplicación*

Las ramas de movilidad y equipaje pueden crear Evidence relevante para ODS 3 u 11. Aplicaciones agrícolas pueden crear Evidence relevante para ODS 2, 6, 13 o 15. La medición energética puede conectar con ODS 7. Fugas de material o gestión de residuos pueden crear un guardrail relevante para ODS 14.

El enfoque correcto es activar la medición relevante cuando el Work entra en ese dominio.

Esto evita un problema común de reporting: utilizar una visión amplia de plataforma para reclamar resultados que solo podría crear un proyecto futuro.

## 15.2 ESG es una lente operativa, no un sustituto de los ODS

Los ODS describen resultados públicos de desarrollo. ESG se utiliza en este libro blanco como lente práctica de gestión para efectos ambientales, sociales y de gobernanza de un Work.

Ambos pueden apoyarse, pero no son intercambiables.

### *Ambiental: ¿qué carga física cambió?*

Para cada Work material o físico, preguntar: - ¿qué material entró? - ¿qué material nuevo se añadió? - ¿qué scrap o muestra fallida se creó? - ¿qué energía se utilizó? - ¿qué transporte o reposicionamiento fue necesario? - ¿se reparó, reutilizó o mantuvo más tiempo un activo existente? - ¿qué sucede al final del uso? - ¿la intervención desplazó carga hacia otro sitio, material o fuente energética?

Cuando importen afirmaciones GHG, indicar si el número es: - una cantidad de inventario organizativo; - un inventario de ciclo de vida de producto; - una estimación de proyecto/intervención frente a baseline contrafactual; - o una estimación de emisiones evitadas divulgada por separado.

Esto es más creíble que utilizar una etiqueta genérica «verde».

### *Social: ¿quién gana Capacidad, ingresos, acceso o dignidad?*

Preguntar: - ¿quién puede participar ahora y antes no podía? - ¿qué habilidad se adquirió? - ¿puede la persona completar una tarea independientemente? - ¿la contribución es remunerada? - ¿cuánto tarda el pago? - ¿reduce el nuevo proceso carga física? - ¿aumenta vigilancia o presión? - ¿elimina una fuente de ingreso sin alternativa? -

¿pueden utilizar el servicio personas con diferentes idiomas, dispositivos o capacidades? - ¿puede un participante rechazar o retirarse sin perder acceso no relacionado?

El registro social debe incluir resultados negativos y quejas, no solo historias exitosas.

#### *Gobernanza: ¿quién decide, quién puede inspeccionar, quién puede corregir?*

Preguntar: - ¿quién posee o controla el Resource? - ¿quién puede leer los datos relevantes? - ¿quién puede autorizar una acción física? - ¿quién puede detenerla? - ¿quién acepta el resultado? - ¿quién puede disputar un pago o resultado de calidad? - ¿puede reconstruirse la Evidence más tarde? - ¿las credenciales temporales están separadas de la identidad permanente de operación? - ¿son visibles los roles de participantes y conflictos de interés? - ¿se conserva un resultado fallido o inseguro en vez de borrarlo de la historia?

Esta capa de gobernanza conecta directamente con la Parte III: **Human Authority es una relación de decisión del mundo real; la autorización de protocolo es solo un mecanismo técnico que ayuda a aplicarla.**

### 15.3 No dejar a nadie atrás se vuelve medible cuando la distribución es visible

Las orientaciones Leave No One Behind de Naciones Unidas subrayan identificar quién queda excluido y por qué, participación significativa, Evidence, transparencia, privacidad y accountability.

Esto significa que un proyecto HSIMC no debería informar únicamente el resultado promedio.

Si diez empresas se benefician pero las más pequeñas no pueden pagar el lector requerido, importa la distribución.

Si un servicio aeroportuario se vuelve más rápido para la mayoría pero más difícil para un viajero sin smartphone, importa la distribución.

Si un maker local obtiene pedidos pero debe absorber muestreo y retrabajo no remunerados, importa la distribución.

Si una automatización reduce levantamiento pesado pero también elimina horas pagadas de un trabajador, importa la distribución.

Una revisión práctica LNOB puede preguntar:

98. **¿Quién debía beneficiarse?**
99. **¿Quién participó realmente?**
100. **¿Quién no pudo participar y por qué?**
101. **¿Quién recibió efectivo o Work remunerado?**
102. **¿Quién aportó tiempo o equipo no remunerado?**
103. **¿Quién ganó poder de decisión?**
104. **¿Quién asumió nuevo riesgo, monitorización o carga de cumplimiento?**
105. **¿Qué ruta alternativa de acceso existía para personas sin el dispositivo, idioma, cuenta o habilidad preferidos?**
106. **¿Se registraron quejas y fallos?**
107. **¿Qué cambió en la siguiente versión debido a esa Evidence?**

#### *Relevancia no equivale a logro*

La regla de reporting más importante de este capítulo es sencilla:

> ***La relevancia ODS no equivale a lograr los ODS. La intención ESG no equivale al desempeño ESG. La Evidence de un Work no es Evidence para toda la plataforma.***

Un caso público creíble debe etiquetar por tanto la etapa de Evidence.

Para resultados de valor, una secuencia útil es:

**Propuesto -> Baseline medido -> Work aceptado -> Resultado observado -> Resultado comparativo -> Reproducido independientemente**

Esta secuencia de valor complementa la secuencia de ingeniería de la Parte IV:

**Documentado -> Simulado -> Simulado de forma remota -> Referencia física -> Entregado físicamente -> Operativo**

Juntas, ambas secuencias evitan un fallo común de storytelling tecnológico: idea, prototipo, despliegue y resultado sostenido se presentan como si fueran lo mismo.

#### *Plantilla de declaración de contribución*

Una declaración pública puede ser corta y rigurosa:

***Work:*** *[qué se hizo]*
***Participantes:*** *[quién contribuyó / quién aceptó]*
***Baseline:*** *[qué ocurría antes]*
***Resultado observado:*** *[cambio medido]*
***Efecto de caja:*** *[realizado / forecast / no demostrado]*
***Efecto de Capacidad:*** *[minutos, throughput, acceso, etc.]*
***Efecto ambiental:*** *[flujo medido y método]*
***Efecto social:*** *[quién se benefició / quién asumió carga]*
***Evidence de gobernanza:*** *[Authority, Custodia, aceptación, disputa]*
***Relevancia ODS:*** *[Objetivos concretos y por qué]*
***Límites:*** *[qué no demuestra este caso]*

Este formato es deliberadamente modesto. No necesita un rating complicado para que el resultado sea útil.

### *El valor de una alianza es una interfaz ejecutada*

El ODS 17 es especialmente importante para este libro blanco porque reconoce explícitamente alianzas multipartitas que movilizan conocimiento, experiencia, tecnología y Resources.

Para HSIMC, sin embargo, la Evidence más fuerte de una alianza no es el número de organizaciones mostrado en una diapositiva.

Es: - un socio aporta una Capacidad real; - otro aporta una demanda real; - Authority está clara; - se acepta un Work; - las interfaces se comprenden; - el Work se completa; - se miden valor y carga; - otro equipo puede reproducirlo o mejorarlo.

Ese es el punto donde una alianza se convierte en infraestructura.

### *La invitación después de la Parte V*

La invitación global puede ahora enunciarse con un significado más fuerte:

***Aporta tu Capacidad existente.***
***Entrega una función reproducible.***
***Mide un resultado útil.***
***Haz que los planes de GenAI se conviertan en valor real - ahora, aquí y globalmente.***

La siguiente Parte pregunta cómo este método puede convertirse en una red abierta en lugar de una colección de pilotos aislados: cómo los ecosistemas tecnológicos, makers locales, instituciones y socios futuros pueden incorporarse sin perder Authority local, cómo Resultados de referencia pueden madurar hacia estándares compartidos y cómo una persona u organización puede comenzar con una contribución específica.

---

## Notas de fuentes de la Parte V

Las siguientes fuentes respaldan el contexto factual externo utilizado en esta Parte. Los recorridos de aplicación y estructuras contables HSIMC son Propuestos salvo que se describan explícitamente como observados o desplegados externamente.


108. **United Nations, Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development.** Source for the 17 SDGs, the integrated and indivisible framing, the pledge that no one will be left behind, and Goal 17 partnership/data language. https://sdgs.un.org/2030agenda
109. **United Nations Sustainable Development Group, Leave No One Behind.** Source for meaningful participation, evidence, data, transparency, privacy and accountability in LNOB implementation. https://unsdg.un.org/2030-agenda/universal-values/leave-no-one-behind
110. **GHG Protocol, Product Standard.** Source for product life-cycle accounting across raw materials, manufacturing, transportation, storage, use and disposal. https://ghgprotocol.org/product-standard
111. **GHG Protocol, Inventory and Project Accounting: A Comparative Review.** Source for the distinction between organization inventory accounting and project/intervention accounting, including separate treatment of avoided-emissions analysis. https://ghgprotocol.org/blog/inventory-and-project-accounting
112. **GHG Protocol, Estimating and Reporting Avoided Emissions.** Source for neutral disclosure of positive and negative comparative GHG impacts and the difficulty of credible avoided-emissions claims. https://ghgprotocol.org/estimating-and-reporting-avoided-emissions
113. **IATA, 2026 Global Passenger Survey.** Source for the reported 49% global use of AI for travel planning and survey scope of more than 10,000 responses from over 200 countries. https://www.iata.org/en/pressroom/2026-releases/10-28-iata-2026-global-passenger-survey-travelers-biometrics-ai-entry-requirements/

114. **Hong Kong International Airport, Baggage Pick-up and Delivery.** Source for current paid airport-to-hotel/home/downtown baggage delivery services by listed providers. https://www.hongkongairport.com/en/passenger-guide/airport-facilities-services/baggage-pick-up-and-delivery
115. **Hong Kong International Airport, MyTAG / MyTAG Support / MyTAG Privacy Policy.** Sources for RFID baggage-arrival notification, QR registration/linking and the data associated with the service. https://www.hongkongairport.com/iwov-resources/html/MyTag/en/mytagseries.html
116. **Hong Kong International Airport, About Us.** Source for HKIA's description of real-time trolley monitoring/tracking and other smart-airport capabilities. https://www.hongkongairport.com/en/about-us/?section=our-history

# Parte VI - La invitación: una red global de capacidades existentes

## La Parte VI de un vistazo

Las Partes I-V construyeron el argumento paso a paso. La Parte I describió la distancia entre una respuesta generada y un resultado físico verificado. La Parte II mostró que una participación útil puede comenzar con materiales, herramientas y habilidades que las personas ya poseen. La Parte III definió un modelo de colaboración en torno a las personas, la Autoridad, Tools, Resources, Work y Evidencia. La Parte IV convirtió ese modelo en una ruta de ingeniería que permite que la simulación en la nube, el diseño de hardware, la fabricación local y la validación con una placa de referencia avancen en paralelo. La Parte V preguntó cómo debe medirse el valor útil sin contar varias veces el mismo beneficio.

La Parte VI plantea la pregunta final: **¿cómo se convierte todo esto en una red global a la que las personas puedan incorporarse de verdad?**

La respuesta no consiste en construir una única fábrica gigantesca, una app cerrada, un robot universal o una empresa central que posea todas las capacidades. La oportunidad consiste en hacer que las capacidades existentes sean más fáciles de describir, solicitar, combinar, verificar y reutilizar, manteniendo al mismo tiempo el control de la participación en manos de las personas que poseen u operan esas capacidades.

Esa red puede incluir a una persona con una máquina de coser, una imprenta, un almacén, un ingeniero UWB, un fabricante de dispositivos, un desarrollador cloud, un operador hotelero, una empresa logística, una universidad, un experto en normalización, una plataforma global de IA o un fabricante con una cadena de suministro consolidada. La contribución de cada participante puede ser muy diferente. Lo que da coherencia a la red no es una propiedad uniforme, sino una forma común de declarar: - qué Capacidad está disponible; - bajo qué condiciones puede utilizarse; - quién tiene Autoridad para comprometerla; - qué resultado se espera; - qué Evidencia demuestra la finalización; - qué valor y coste se crearon; - qué versión puede reproducir otro equipo.

Esta Parte desarrolla esa invitación en tres capítulos.

El Capítulo 16 describe una red abierta de capacidades complementarias. Explica por qué HSIMC pretende complementar los ecosistemas de modelos, nube, creatividad, dispositivos, fabricación, logística y servicios locales, en lugar de sustituirlos. También define una unidad de participación de baja barrera: una capacidad, un responsable identificable, un resultado y un método de Evidencia.

El Capítulo 17 explica la ruta desde un resultado de referencia satisfactorio hasta una especificación compartida. Distingue deliberadamente un Perfil local o un método de referencia HSIMC de una norma formal. Una norma útil solo emerge cuando el uso repetido, las implementaciones independientes, la Evidencia de compatibilidad, la necesidad de las partes interesadas y un proceso legítimo de consenso lo justifican. La normalización internacional formal pertenece a organizaciones de normalización reconocidas y a sus procedimientos, no a una declaración de plataforma.

El Capítulo 18 cierra el máster inglés con una invitación práctica. Un participante puede aportar una tarea real, una capacidad local, una función de ingeniería, compra o patrocinio, o reproducción y revisión independientes. El primer objetivo no es entrar en una gran alianza. Es completar un Work útil de forma que otro participante autorizado pueda entenderlo y verificarlo.

La invitación de esta Parte es, por tanto:

> ***Aporta tu capacidad existente.***
> ***Entrega una función reproducible.***
> ***Mide un resultado útil.***
> ***Convierte los planes de GenAI en valor real — ahora, aquí y globalmente.***

# Capítulo 16 - Una red abierta de capacidades complementarias

## 16.1 Complementar ecosistemas en lugar de reconstruirlos

El mundo físico ya contiene una capacidad enorme.

Las fábricas ya tienen máquinas. Las imprentas ya conocen los materiales, el registro y los acabados. Los hoteles ya disponen de personal, habitaciones, zonas de almacenamiento y procedimientos de servicio. Los aeropuertos ya tienen sistemas de equipaje, carros, contratistas y límites operativos. Las empresas logísticas ya cuentan con vehículos, hubs, sistemas de seguimiento y condiciones comerciales. Las universidades ya disponen de laboratorios, estudiantes y equipos especializados. Las empresas cloud ya proporcionan identidad, almacenamiento, computación y colaboración. Los ecosistemas creativos ya ofrecen herramientas de diseño y flujos de contenido. Los ecosistemas de dispositivos ya ofrecen teléfonos, cámaras, sensores y sistemas operativos. Las plataformas de IA ya ofrecen modelos capaces de planificar, programar, traducir, analizar y proporcionar apoyo de ingeniería cada vez más sofisticado.

El problema no es que todas esas capacidades estén ausentes.

El problema es que resulta difícil combinarlas con rapidez a través de fronteras organizativas, técnicas y geográficas.

Un cliente puede conocer el resultado deseado pero no la máquina local disponible. Un modelo puede generar un dibujo pero no conocer el utillaje exacto, el estado del material o la restricción del operador. Un proveedor puede disponer del equipo adecuado pero carecer de una forma estructurada de exponer una franja horaria estrecha a un proyecto externo. Un hotel puede tener una persona disponible para una entrega de equipaje, pero ninguna forma de que un asistente de viaje conozca la condición exacta del servicio. Un pequeño maker puede producir una muestra funcional, pero no disponer de un sistema de software mediante el cual un equipo global de ingeniería pueda descubrir y confiar en esa capacidad.

Por ello, HSIMC no necesita sustituir a los ecosistemas que ya funcionan.

Su función propuesta es ayudar a **conectar un plan a nivel de modelo con una cadena responsable de capacidades locales**.

Esto es complementario por diseño.

Un proveedor de modelos puede seguir mejorando el razonamiento, la programación, la ingeniería y la capacidad multimodal. Una nube de productividad puede seguir siendo el lugar donde un equipo almacena y revisa archivos. Una plataforma creativa puede seguir siendo el lugar donde un diseñador desarrolla gráficos, packaging o contenido. Un ecosistema de dispositivos puede seguir siendo la interfaz de confianza mediante la cual un usuario escanea, toca, mide o autoriza. Un fabricante puede mantener su propio ERP, máquinas y sistema de calidad. Una empresa logística puede mantener su flota y su plataforma operativa.

HSIMC solo añade valor si reduce la fricción entre ellos.

### *La señal de ingeniería de OpenAI*

La publicación de OpenAI del 3 de noviembre de 2026, *Accelerating engineering for the physical world*, describe trabajo que abarca ingeniería mecánica y eléctrica, simulación, herramientas especializadas y diseño de sistemas de extremo a extremo. Subraya la necesidad de reunir diseños mecánicos, electrónica, software y requisitos de fabricación, e invita a colaborar para entender dónde estas capacidades pueden marcar una mayor diferencia y qué necesita mejorar todavía.

HSIMC trata esa publicación como una señal externa importante, no como un respaldo de HSIMC ni como Evidencia de una asociación oficial.

La pregunta complementaria es:

> ***Cuando un modelo puede preparar, analizar o coordinar una mayor parte del trabajo de ingeniería, ¿cómo llega el resultado a una máquina real, un material real, un operador real y un cliente real, bajo Autoridad explícita y con Evidencia?***

Ahí es donde la Capacidad local adquiere importancia estratégica.

Cuanto más potentes se vuelven los modelos, más valiosa puede ser una interfaz real bien descrita. Una máquina difícil de entender para el software permanece aislada. Un taller cuya capacidad está documentada con condiciones claras puede participar en más flujos de trabajo. Un operador local capaz de devolver Evidencia estructurada puede convertirse en parte de un equipo distribuido de ingeniería sin tener que convertirse en una empresa de software.

### *La señal de MCP*

La especificación Model Context Protocol del 28 de julio de 2026 introdujo un núcleo de protocolo sin estado. En la capa de protocolo, las solicitudes pueden ser autodescriptivas y los servidores ya no necesitan un estado de sesión oculto simplemente para comprender qué contexto de protocolo se está utilizando. Las aplicaciones que necesitan estado todavía pueden utilizar handles explícitos y registros de negocio persistentes.

Esto es importante porque reduce la presión arquitectónica de forzar toda la colaboración dentro de una única conexión de larga duración.

Un cliente puede solicitar una tool en un lugar. Más tarde, otro cliente autorizado puede referirse al mismo Work, Resource, versión u operación mediante identificadores explícitos. Un servidor puede exponer una tool o resource sin fingir que la fábrica, la persona o el activo subyacente carecen de estado.

El mundo físico sigue teniendo estado. El protocolo puede volverse más fácil de enrutar y escalar.

Esa combinación respalda una red en la que diferentes equipos pueden participar en distintos momentos sin depender de un historial de conversación oculto.

### *La complementariedad debe ser visible dentro del Work*

Una colaboración es verdaderamente complementaria cuando cada participante puede identificar una contribución distinta.

Por ejemplo, un prototipo de tarjeta funcional puede implicar: - un modelo de IA que ayude a redactar un patrón y un plan de prueba; - una herramienta creativa que produzca el arte; - una imprenta local que produzca elementos de registro; - un taller de bordado que coloque hilo conductor; - un proveedor electrónico que suministre un módulo; - un T736 u otro nodo de computación local que ejecute un adaptador de inspección; - un ingeniero remoto que revise Evidencia visual o eléctrica; - un cliente que acepte el resultado; - un espacio documental que conserve el paquete versionado.

Ningún participante necesita poseer toda la pila.

La contribución se vuelve valiosa porque es **componible**.

El mismo principio se aplica al movimiento. Una parte puede ser propietaria del equipaje. Otra puede proporcionar transporte aeroportuario. Otra puede proporcionar almacenamiento en el hotel. Otra puede hacer la entrega final. Una entrada QR o NFC puede ayudar al viajero a expresar su intención. Un modelo puede explicar opciones en el idioma del viajero. Un operador local todavía tiene que aceptar el Work final.

La red es más fuerte cuando cada eslabón puede responder:

**¿Qué aporté? ¿Bajo qué Autoridad? ¿Para qué Work? ¿Qué resultado produje? ¿Qué Evidencia devolví? ¿Qué recibí a cambio?**

## 16.2 Una sola capacidad basta para entrar

Una red global suele volverse inaccesible porque el requisito de entrada es demasiado grande.

A un pequeño productor se le pide instalar una plataforma empresarial, exponer una API, construir un gemelo digital, integrar un marketplace, proporcionar un catálogo completo de productos y aceptar condiciones comerciales estandarizadas antes de que pueda ocurrir la primera colaboración útil.

Ese enfoque excluye precisamente a las personas y empresas que pueden poseer valiosas capacidades locales.

HSIMC propone una unidad de entrada más pequeña.

Un participante puede comenzar con **una Nota de capacidad**.

Una Nota de capacidad útil debería responder a seis preguntas prácticas:

117. **¿Qué puedes hacer?**
118. **¿Dónde puedes hacerlo?**
119. **¿Cuándo está disponible?**
120. **¿Quién está autorizado a aceptar Work?**
121. **¿Qué resultado puede inspeccionar o aceptar otra parte?**
122. **¿Cuál es el coste, tiempo o condición de participación esperados?**

Esto puede bastar para iniciar una conversación real.

El sistema estructurado puede crecer alrededor del Work, en vez de exigir que el participante comprenda toda la arquitectura desde el principio.

### *De Nota de capacidad a Perfil de capacidad*

Si una capacidad demuestra ser útil, la nota puede estructurarse más.

Un Perfil de capacidad puede incluir: - identidad del proveedor; - contacto o rol responsable; - ubicación o zona de servicio; - tipos de entrada; - tipos de salida; - descripción versionada del proceso; - unidades y tolerancias aceptadas; - Perfil de máquina / herramienta / material; - requisitos de preparación; - límite de Autoridad; - regla de reserva o disponibilidad; - plazo previsto; - Evidencia devuelta; - método de precio o compensación; - límites conocidos; - condiciones de seguridad o regulatorias; - ruta de recuperación o disputa.

El proveedor no tiene que exponer cada detalle interno.

Un taller de mecanizado puede revelar únicamente que puede proporcionar un proceso específico dentro de un rango de tolerancia y tamaño. Un hotel puede revelar solo que están disponibles almacenamiento de equipaje y una ventana de entrega aceptada. Una persona puede exponer una franja de servicio de dos horas sin exponer todo su calendario. Un fabricante puede publicar una Oferta de Capacidad sin revelar cantidades de inventario hasta que exista una solicitud de Work cualificada.

**La capacidad de descubrimiento no exige transparencia total.**

#### *Las personas sin API también pueden participar*

Un Perfil de capacidad no implica que el proveedor tenga que ejecutar un servidor MCP.

El proveedor puede interactuar mediante: - una tarjeta o entrada QR/NFC; - una página web móvil; - un correo electrónico o mensaje traducido a campos estructurados; - una interfaz de operador local; - una organización socia; - un asistente HSIMC; - un ERP o sistema de servicio existente mediante un adaptador; - eventualmente, una tool o Resource MCP nativa si ello aporta valor.

Lo importante no es el mecanismo de transporte.

Lo importante es que el Work sea comprensible, autorizado y verificable.

Esto es esencial para el principio de **No dejar a nadie atrás en la era física de la GenAI**. Una red no debería exigir a un participante que posea la pila de software más avanzada simplemente para aportar una habilidad física.

#### *La participación puede ser local mientras el descubrimiento es global*

La capacidad física tiene geografía.

Una máquina láser en Kwun Tong no puede cortar una muestra en Boston sin mover la máquina o el material. Un mostrador de botones de hotel no puede recibir una maleta en otra ciudad. Una máquina de coser local no puede bordar un textil físico a través de la red.

Pero la **descripción, el método, el contrato y el patrón de Evidencia** pueden viajar globalmente.

Esto crea dos velocidades de escalado diferentes: - la capacidad física escala mediante socios locales y logística; - los métodos validados y los Perfiles de interfaz pueden escalar mucho más rápido mediante software y documentación.

Una red global no significa, por tanto, que cada Resource físico sirva directamente a cada cliente.

Significa que un equipo remoto puede descubrir una capacidad local relevante, comprender sus condiciones, enviar una solicitud de Work versionada, recibir Evidencia y, cuando corresponda, reproducir el mismo método mediante otro proveedor local.

#### *Una capacidad puede pertenecer a más de un ecosistema*

Una imprenta local puede servir a packaging, electrónica, exposiciones, educación y hostelería.

Un equipo UWB puede servir a movilidad, seguimiento de almacenes, turismo, robótica y accesibilidad.

Un nodo basado en T736 puede actuar como placa de referencia de ingeniería en un Work, como nodo de interfaz local en otro y como nodo de computación portátil en un tercero.

La capacidad no debería quedar atrapada dentro de una única etiqueta vertical.

Esta es una de las razones por las que HSIMC utiliza un modelo Resource / Capability / Work en vez de una categoría permanente de vendedor.

Una persona no es permanentemente un proveedor. Una empresa no es permanentemente un cliente. Los roles pueden cambiar según el Work.

Ese es un modelo de participación a nivel de aplicación. Es distinto de la ausencia de estado de MCP en la capa de protocolo, pero las dos ideas se complementan: **el contexto explícito facilita representar una participación cambiante sin depender de supuestos de sesión ocultos.**

### 16.3 La participación debe crear razones justas para permanecer

Una red abierta fracasa si es fácil participar pero la distribución de valor es opaca.

Las personas no continuarán aportando tiempo de equipo, diseño, trabajo local, datos de prueba, acceso a clientes o riesgo si no pueden entender qué reciben y a qué renuncian.

Por ello, un Work útil necesita más que un resultado técnico de aceptación.

También debería hacer visible: - quién aportó efectivo; - quién aportó tiempo no remunerado; - quién proporcionó equipo o espacio; - quién aceptó responsabilidad operativa; - quién aportó trabajo intelectual; - quién obtuvo un método reutilizable; - quién generó ingresos; - quién accedió a un nuevo cliente o mercado; - quién asumió una nueva carga de seguridad, mantenimiento o soporte; - qué derechos se aplican a reutilizaciones futuras.

La Parte V introdujo el principio de evitar el doble recuento. La Parte VI aplica la misma disciplina a las alianzas.

Una red no puede reclamar la misma contribución como logro exclusivo de todos los participantes.

### *Los derechos de contribución deberían viajar con el Work*

El registro del Work puede convertirse en el lugar natural para declarar derechos de contribución.

Por ejemplo: - un maker puede permitir publicar el resultado de la muestra pero mantener privado el diseño del utillaje; - un ingeniero puede permitir reutilizar un adaptador bajo términos especificados; - un cliente puede permitir datos de rendimiento anonimizados pero no imágenes del sitio; - un equipo universitario puede exigir atribución; - un patrocinador puede financiar una implementación de referencia pública; - un socio comercial puede exigir un periodo de exclusividad definido; - un operador local puede exigir pago por cada ejecución incluso si el método de software es abierto.

No es necesario forzar todas las colaboraciones dentro de un único modelo de propiedad intelectual.

El requisito es que los derechos de reutilización no queden implícitos.

### *Cinco roles de participante pueden coexistir en un Work*

Una iniciativa global práctica puede invitar al menos cinco tipos de contribución:

123. **Propietario del problema** - aporta una necesidad real y una condición de aceptación.
124. **Proveedor de Capacidad local** - aporta personas, espacio, equipo, material o servicio.
125. **Contribuidor de ingeniería / modelo** - aporta software, análisis, diseño, sensórica o integración.
126. **Comprador / patrocinador** - financia el Work, la infraestructura o el resultado de referencia público.
127. **Reproductor / revisor independiente** - comprueba si el resultado puede repetirse y si la Evidencia es suficiente.

La misma organización puede desempeñar varios roles, pero los roles deberían seguir siendo distinguibles.

Un proyecto se vuelve más confiable cuando no se supone automáticamente que quien diseñó la solución es la única persona capaz de verificarla.

### *El Objetivo 17 es un marco útil, no una insignia*

El Objetivo de Desarrollo Sostenible 17 de Naciones Unidas pide explícitamente alianzas de múltiples partes interesadas que movilicen y compartan conocimiento, experiencia, tecnología y recursos financieros. También destaca datos, seguimiento y rendición de cuentas.

Eso es altamente relevante para una red de capacidades complementarias.

Pero relevancia no es logro.

Una alianza debería poder mostrar compromisos reales, contribución real, resultados reales y aprendizaje real.

Para HSIMC, la historia más sólida posible sobre el Objetivo 17 no es una página de logotipos de socios.

Es una cadena de Work completados en la que distintos participantes pueden mostrar cómo conocimiento, tecnología, Resources y pagos se movieron a través de una interfaz responsable.

> ***El valor de la alianza está en una interfaz ejecutada.***

---

# Capítulo 17 - De resultados de referencia a estándares compartidos

## 17.1 Una demostración exitosa todavía no es un estándar

La palabra *estándar* resulta atractiva porque sugiere estabilidad, compatibilidad y escala.

También es fácil utilizarla mal.

Un prototipo que funciona no es un estándar. Una especificación de empresa no se convierte automáticamente en un estándar industrial. Una API muy utilizada no es automáticamente una Norma Internacional. Una prueba superada una vez en un laboratorio no establece compatibilidad universal.

Por ello, este libro blanco utiliza una progresión deliberada.

Una capacidad puede madurar a través de los siguientes niveles:

**Resultado de referencia -> Perfil versionado -> Método de conformidad -> Compatibilidad entre múltiples implementaciones -> Especificación compartida -> Normalización formal, cuando esté justificada**

Cada nivel añade Evidencia y participación.

### *Resultado de referencia*

Un resultado de referencia es un ejemplo reproducible bajo condiciones conocidas.

Para `locate_marks`, un resultado de referencia podría incluir: - una definición de marcadores versionada; - una imagen de entrada conocida; - una salida esperada; - una versión de algoritmo; - un utillaje de prueba o referencia de calibración; - criterios de aceptación; - un recibo que muestre el resultado.

Un resultado de referencia es útil porque ofrece a otro equipo algo concreto que reproducir.

Todavía no afirma que cada cámara, cada sustrato, cada condición de iluminación o cada dispositivo objetivo se comporten igual.

### *Perfil versionado*

Un Perfil define un subconjunto o configuración admitidos.

Para una interfaz física puede especificar: - conector y asignación de pines; - restricciones de tensión y corriente; - envolvente mecánica; - protocolo o formato de mensajes; - supuestos de temporización; - estado de seguridad requerido; - procedimiento de recuperación; - exclusiones conocidas.

Para un proceso puede especificar: - materiales aceptados; - familia de máquinas; - versión de utillaje; - pasos de configuración; - método de inspección; - tolerancias; - salida de Evidencia.

Los Perfiles permiten comparar implementaciones diferentes sin fingir que debe admitirse cada capacidad opcional.

Esto es especialmente importante para T736. La Parte IV describió una ruta común mínima — alimentación, recuperación, UART de mantenimiento, una ruta de red elegida, USB Host y expansión asignada intencionadamente — manteniendo otras interfaces y supuestos eléctricos dependientes del BOM y de la configuración real de la placa. Un Perfil evita que un diagrama de bloques se convierta en una promesa no respaldada.

### *Método de conformidad*

Una interfaz compartida se vuelve más útil cuando existe un método de prueba que determina si una implementación satisface el Perfil declarado.

Un paquete de conformidad puede contener: - vectores de prueba; - respuestas esperadas; - comportamiento de error requerido; - límites de temporización cuando sean relevantes; - reglas sobre efectos secundarios; - pruebas de recuperación; - pruebas de Autoridad; - pruebas de negociación de versión; - requisitos de formato de Evidencia; - pruebas negativas para operaciones no soportadas.

La Conformidad no es lo mismo que una certificación de calidad de un producto completo.

Responde a una pregunta más estrecha:

> ***¿Esta implementación satisface los requisitos de este Perfil bajo las condiciones de prueba especificadas?***

La terminología de ISO distingue de forma similar la evaluación de la conformidad como el proceso para determinar si algo cumple los requisitos de una norma. Según el contexto, la evaluación puede ser realizada por el proveedor, el comprador o un tercero independiente.

### *Compatibilidad entre múltiples implementaciones*

El siguiente paso no es añadir más documentos. Es observar si implementaciones independientes funcionan juntas.

Dos equipos deberían poder implementar el mismo Perfil sin compartir supuestos ocultos.

La Evidencia útil incluye: - cliente del equipo A con servidor del equipo B; - cliente del equipo B con servidor del equipo A; - distintos adaptadores hardware devolviendo Evidencia equivalente; - distintos makers locales reproduciendo el mismo resultado de aceptación de muestra; - versiones antiguas y nuevas interactuando conforme a la política de compatibilidad documentada; - casos de fallo comportándose de la forma acordada.

Una matriz de compatibilidad puede mostrar qué se sabe realmente.

Por ejemplo:

| Perfil | Implementación A | Implementación B | Implementación C | Evidencia |
|---|---|---|---|---|
| Mark locate v1 | Pasa | Pasa | No probado | test pack R1 |
| NFC URI entry v1 | Pasa | Pasa | Pasa | device matrix R2 |
| UWB observation v0.2 | Simulado | Referencia física | No probado | Evidencia separada |
| T736 serial adapter v0.1 | Documentado | No vinculado | No vinculado | Evidencia de hardware pendiente |

Esto es más informativo que la palabra *compatible* por sí sola.

## 17.2 Las especificaciones compartidas deberían crecer a partir de Evidencia

El objetivo de una especificación compartida no es congelar la innovación demasiado pronto.

Es estabilizar las partes de las que múltiples participantes necesitan depender.

Un buen candidato a especificación compartida suele tener varias características: - más de un participante lo necesita; - son posibles múltiples implementaciones; - la ambigüedad crea repetidamente coste de integración; - la interfaz es suficientemente estable para documentarla; - es posible realizar pruebas independientes; - puede gestionarse el versionado; - el beneficio de la compatibilidad es mayor que el coste de estandarizar.

Entre los ejemplos pueden estar: - los campos requeridos en un Perfil de capacidad; - la estructura de un recibo de aceptación de Work; - la distinción entre recibo de operación y Observación reciente; - un vocabulario de estados de Evidencia como Documentado / Simulado / Referencia física / Operativo; - una estructura URI de tarjeta o QR/NFC; - un Perfil de adaptador de dispositivo; - un paquete de prueba de referencia para una función concreta; - un comportamiento mínimo de error y recuperación.

### *Mantener separada la semántica de negocio del transporte cuando sea posible*

Un contrato de Work compartido no debería depender innecesariamente de un único transporte de red.

Por ejemplo, los conceptos de negocio `work_id`, `resource_id`, `authority_context`, `operation_id`, `evidence_ref` y `acceptance_status` pueden existir tanto si la solicitud de ejecución viaja por MCP, una API HTTPS, una cola local o una interfaz de operador humano.

MCP puede ser una potente capa de interoperabilidad para clientes y tools de IA, pero la semántica de negocio de HSIMC debería permanecer suficientemente clara para sobrevivir a la evolución del protocolo.

Esta es otra razón por la que el movimiento de MCP 2026-07-28 hacia solicitudes explícitas y sin estado es estratégicamente útil. El modelo puede ver y transmitir handles explícitos en lugar de depender del estado oculto de una sesión de transporte. La aplicación puede preservar el Work real independientemente.

### *El versionado es una función de gobernanza*

Una interfaz compartida sin disciplina de versiones se convierte en una fuente de riesgo.

Cada Perfil debería definir: - identificador de versión; - fecha de entrada en vigor; - versiones predecesoras soportadas; - notas de migración; - regla de cambios incompatibles frente a compatibles; - ventana de deprecación cuando corresponda; - versión del paquete de pruebas; - versión del esquema de Evidencia.

La propia versión MCP 2026-07-28 ofrece un ejemplo útil de por qué esto importa: introdujo cambios incompatibles importantes junto con una política formal de deprecación para que los implementadores pudieran planificar la migración en lugar de descubrir incompatibilidades durante la ejecución.

HSIMC puede adoptar la disciplina sin fingir ser el proceso de estandarización MCP.

Un adaptador físico puede necesitar cambiar incluso más lentamente que el software, porque su sustitución requiere piezas, mano de obra, envío y revalidación de seguridad.

### *Los resultados negativos también pertenecen al conocimiento compartido*

La estandarización se debilita cuando solo se conservan las pruebas satisfactorias.

Un registro de compatibilidad útil también debería mostrar: - qué material falló; - qué cámara no alcanzó la latencia requerida; - qué etiqueta NFC no pudo reescribirse; - qué conector se sobrecalentó; - qué firmware de dispositivo rompió una función que antes funcionaba; - qué flujo hotelero causó entregas fallidas repetidas; - qué versión lingüística creó confusión al usuario; - qué supuesto económico falló bajo precios reales.

El fallo no es ruido.

El fallo define el límite del Perfil actual.

Esta es una de las razones por las que Evidencia es un concepto de primer nivel en HSIMC.

## 17.3 De una especificación compartida a la normalización formal

El desarrollo formal de estándares debe tratarse con respeto.

ISO explica que el desarrollo de normas comienza como respuesta a una necesidad del mercado o de las partes interesadas, es llevado a cabo por expertos y partes relevantes, y se basa en el consenso. Los procedimientos de ISO establecen explícitamente que el consenso exige que las objeciones sustantivas sean escuchadas y abordadas; consenso no significa necesariamente unanimidad.

Ese proceso es muy diferente de que una empresa publique un PDF y lo denomine estándar global.

Por ello, HSIMC debería utilizar lenguaje preciso.

Entre las etiquetas posibles están: - **método de referencia HSIMC**; - **Perfil de capacidad HSIMC**; - **guía de implementación compartida**; - **paquete de prueba de referencia**; - **perfil de interoperabilidad**; - **especificación de consorcio**, si un consorcio real la aprueba; - **propuesta industrial**, si se presenta a un proceso más amplio.

La expresión **Norma Internacional** debería reservarse al proceso de normalización reconocido que la produce.

### *Una escalera práctica de normalización*

Una escalera útil es:

**Nivel 0 - Observación**

Un equipo registra un problema y un resultado.

**Nivel 1 - Método de referencia**

El equipo publica suficiente información para que otro equipo lo reproduzca.

**Nivel 2 - Perfil versionado**

Se definen alcance, campos requeridos, interfaces, límites y Evidencia.

**Nivel 3 - Paquete de conformidad**

Un método de prueba distingue implementaciones conformes y no conformes.

**Nivel 4 - Implementaciones independientes**

Múltiples equipos implementan el Perfil y publican Evidencia de compatibilidad.

**Nivel 5 - Especificación compartida**

Múltiples partes interesadas mantienen conjuntamente el Perfil bajo un proceso explícito de gobernanza.

**Nivel 6 - Normalización formal, cuando esté justificada**

Un organismo de normalización reconocido o un proceso apropiado de estándares industriales considera el trabajo conforme a sus propios procedimientos.

Esta escalera protege tanto la velocidad como la credibilidad.

Un equipo local puede moverse rápido en los niveles 0-3. Un ecosistema más amplio puede incorporarse en los niveles 4-5. La normalización formal solo puede comenzar cuando la necesidad y la base de partes interesadas justifican el proceso adicional.

### *Una referencia abierta no exige que todo sea abierto*

Una implementación de referencia puede ser pública mientras una implementación de producción sigue siendo propietaria.

Un vector de prueba puede ser abierto mientras un proveedor mantiene privado su método de fabricación.

Un Perfil puede describir una interfaz eléctrica sin revelar la PCB interna de una empresa.

Un contrato de Work puede exponer condiciones de aceptación sin exponer los datos operativos privados de un cliente.

El objetivo no es una apertura obligatoria.

El objetivo es disponer de información compartida suficiente para soportar interoperabilidad segura y aceptación reproducible.

### *La relevancia global puede seguir requiriendo opciones locales*

Las directivas ISO reconocen explícitamente que una solución aplicable globalmente puede requerir opciones justificadas para atender diferencias legítimas entre mercados.

El mismo principio es importante para HSIMC.

Un método de entrega de equipaje puede necesitar prácticas hoteleras distintas en Hong Kong, Bangkok o Boston. Una interfaz de potencia puede requerir componentes certificados diferentes. Una aplicación de movilidad puede enfrentarse a límites regulatorios diferentes. Un maker local puede utilizar maquinaria diferente y seguir cumpliendo la misma especificación de salida.

Un Perfil sólido distingue: - qué debe permanecer invariable para la interoperabilidad; - qué puede variar localmente; - cómo se declara esa variación; - qué Evidencia se necesita para la opción local.

Así puede una red ser global sin borrar la Capacidad local.

> ***Los estándares compartidos deberían hacer legibles las diferencias locales, no invisibles.***

---

# Capítulo 18 - Una invitación a hacer real la IA

## 18.1 Cinco maneras de participar

Una iniciativa global solo se vuelve real cuando la participación produce Work.

Por ello, HSIMC no necesita que un participante empiece firmando una gran relación con una plataforma.

Una persona u organización puede comenzar de cinco maneras.

### *1. Aportar una tarea real*

Una tarea real es aquella en la que a alguien le importa el resultado.

Los ejemplos incluyen: - fabricar un pequeño lote de una tarjeta versionada o interfaz funcional; - inspeccionar una muestra impresa o bordada; - mover un objeto definido entre dos puntos locales; - preparar un adaptador periférico T736; - probar un Perfil de Observación UWB en un espacio específico; - despejar un punto de entrega de carros tipo aeropuerto en un entorno simulado o real autorizado; - organizar una entrega de equipaje aceptada en un piloto de hotel; - adaptar una silla de ruedas o carro existente solo dentro de un alcance de prueba de ingeniería debidamente autorizado.

La tarea debería indicar quién aceptará el resultado y qué Evidencia es suficiente.

Un problema sin aceptante sigue siendo investigación.

La investigación es valiosa, pero debería etiquetarse honestamente.

### *2. Aportar una Capacidad local*

Una Capacidad local puede ser: - una máquina de coser o bordar; - una impresora; - una máquina láser; - una CNC; - un instrumento de prueba; - una zona de almacenamiento; - una ruta de reparto; - un vehículo; - un kit UWB; - una cámara; - una placa T736; - una habilidad de ingeniería; - una habilidad de traducción; - una persona capaz de inspeccionar, empaquetar, entregar o aceptar.

La primera pregunta no es «¿Qué tan avanzada es?».

La primera pregunta es:

> ***¿Qué resultado útil puede producir esta capacidad, bajo qué condiciones y quién puede verificarlo?***

### *3. Aportar una función de ingeniería o de modelo*

Los contribuidores de software y modelos pueden participar antes de que exista el hardware final.

Entre las contribuciones útiles están: - diseño de esquemas y contratos; - simulación; - generación de pruebas; - inspección de imágenes; - revisión CAD; - revisión electrónica; - adaptadores de dispositivos; - gestión de errores; - interacción multilingüe; - normalización de datos; - programación; - análisis de Evidencia; - herramientas de reproducibilidad.

La contribución más fuerte no es una demo que solo funciona en el entorno de un desarrollador.

Es una función versionada que otro equipo puede ejecutar contra el mismo contrato.

### *4. Comprar o patrocinar un resultado útil*

Una red necesita compradores y patrocinadores tanto como ingenieros.

Una empresa puede comprar un prototipo local. Un hotel puede pagar una prueba de servicio. Un fabricante puede patrocinar un adaptador para una máquina existente. Una fundación puede patrocinar participación accesible. Una empresa tecnológica puede patrocinar una prueba de referencia pública. Un programa gubernamental o universitario puede patrocinar un ensayo bajo sus propios requisitos de contratación y gobernanza.

El patrocinio no debería comprar automáticamente control sobre cada contribuidor o cada uso posterior.

El Work debería declarar qué cubre la financiación, qué resultado se hace público o privado y qué derechos de reutilización permanecen con los contribuidores.

### *5. Reproducir y revisar*

La reproducción independiente es una de las formas de participación más valiosas.

Un revisor puede preguntar: - ¿Puedo obtener el mismo paquete versionado? - ¿Puedo reproducir el resultado declarado? - ¿Qué supuestos faltaban? - ¿Qué Evidencia fue insuficiente? - ¿Dependía el resultado de una

persona específica? - ¿Qué cambio local fue necesario? - ¿La afirmación económica o ESG sobrevivió al segundo sitio?

Una red se vuelve más fuerte cuando un segundo equipo puede mejorar el método del primero en lugar de simplemente creerlo.

## 18.2 Comenzar con un Work y después ganarse el derecho a escalar

Las grandes visiones son fáciles de formular.

Las redes globales de ejecución, la fabricación inteligente, la logística autónoma, la movilidad accesible, la producción de local a global y el comercio nativo de GenAI suenan importantes.

La disciplina consiste en comenzar con un Work suficientemente pequeño para terminarlo y suficientemente rico para enseñar algo a la red.

Un primer Work útil tiene: - un solicitante identificado; - un proveedor identificado; - uno o más Resources; - un límite claro de Autoridad; - una entrada versionada; - una condición de resultado; - una ventana temporal realista; - registro directo de costes; - un método simple de Evidencia; - un aceptante; - una ruta de recuperación conocida.

### *Los primeros 30 días: hacer real la interfaz*

La primera fase debería responder: - ¿El problema es suficientemente real como para que a alguien le importe el resultado? - ¿Puede describirse la Capacidad con suficiente claridad para que otra persona la solicite? - ¿Está explícita la Autoridad? - ¿Puede completarse una muestra útil versionada o un resultado de servicio? - ¿Pueden registrarse coste y tiempo? - ¿Puede conservarse y recuperarse la Evidencia?

La primera fase no necesita automatización completa.

Puede mantenerse un operador humano dentro del circuito.

La automatización debería incorporarse allí donde Evidencia repetida demuestre que mejora el resultado.

### *Días 31-60: reproducir y comparar*

La segunda fase debería intentar al menos una forma de independencia: - otro ingeniero utiliza el mismo contrato; - otro dispositivo ejecuta la misma función; - otro maker reproduce la muestra; - otra ubicación implementa el mismo patrón de servicio; - otro cliente recupera el mismo Work y Evidencia.

Las diferencias deberían documentarse, no ocultarse.

Aquí es donde un resultado de referencia empieza a convertirse en un Perfil.

### *Días 61-90: decidir si escalar, estandarizar o detener*

La tercera fase debería comparar: - resultado efectivo en caja; - Capacidad liberada real; - resultado de usuario/servicio; - efecto ambiental/material; - calidad de gobernanza y Evidencia; - repetibilidad; - carga de soporte; - coste de adaptación del siguiente sitio.

Entonces la decisión puede ser honesta.

El Work puede estar preparado para escalar.

Puede necesitar otra iteración de ingeniería.

Puede ser valioso solo en un nicho local estrecho.

Puede no merecer la pena continuar.

Una red capaz de detener ideas débiles es más creíble que una red que convierte cada piloto en una historia de éxito.

### *La primera prueba global visible*

Una de las pruebas más fuertes para HSIMC es sencilla:

> ***¿Puede un segundo equipo, en otra red o ubicación, recibir un paquete versionado y completar la función acordada sin depender de la conversación original?***

Aquí es donde Stateless MCP, archivos versionados, identidades Resource explícitas, Autoridad y Evidencia dejan de ser palabras de arquitectura.

Se convierten en una prueba de si el conocimiento puede viajar mientras la responsabilidad permanece clara.

La misma prueba puede aplicarse a la ruta card-phone / T736:

**simulación cloud -> placa de referencia remota -> versión congelada -> envío -> vinculación local -> ejecución local continuada**

El hardware enviado es solo una etapa del Work.

El activo más importante es la combinación de Perfil, software, Evidencia, método de recuperación y Autoridad local que permite que el hardware siga siendo útil después del envío.

## 18.3 Hacer real la IA sin dejar a nadie atrás

La era física de la GenAI puede desarrollarse en más de una dirección.

Una dirección concentra la Capacidad en organizaciones cada vez más grandes, infraestructura cada vez más especializada y sistemas cada vez más automatizados. Eso puede producir una eficiencia extraordinaria.

Otra dirección utiliza la misma inteligencia para hacer que capacidades existentes más pequeñas sean más fáciles de descubrir, combinar y mejorar.

Las dos direcciones no tienen por qué ser enemigas.

La escala global y la participación local pueden complementarse.

Un modelo potente puede ayudar a un pequeño taller a comprender un dibujo. Una plataforma cloud puede ayudar a conservar la versión. Una herramienta creativa puede ayudar a preparar la interfaz. Una máquina local puede fabricar la muestra. Una persona puede inspeccionarla. Un sensor puede devolver Evidencia. Un equipo global de ingeniería puede mejorar el diseño. Un segundo maker puede reproducirlo. Un cliente puede aceptar el resultado.

La oportunidad no consiste en que cada hogar se convierta en una fábrica de semiconductores.

La oportunidad consiste en que **más personas puedan aportar una función útil y acotada a un producto o servicio sofisticado**.

Es un tipo diferente de participación industrial.

Se parece más a una red de capacidades que a una jerarquía de fábricas.

### *No dejar a nadie atrás es un requisito de diseño*

La frase debería generar preguntas prácticas.

¿Puede una persona participar sin hablar inglés?

¿Puede un participante contribuir sin poseer computación cara?

¿Puede un pequeño taller participar sin desplegar una API empresarial?

¿Puede un trabajador mayor usar una tarjeta, QR o interfaz web simple en vez de aprender una consola de desarrollador?

¿Puede una persona con discapacidad expresar Autoridad y recibir un servicio de forma accesible?

¿Puede un maker local saber cuánto se le pagará antes de aceptar Work?

¿Puede un contribuidor retirar o limitar la reutilización?

¿Puede un comprador ver la Evidencia real en lugar de solo una declaración de sostenibilidad?

¿Puede el tiempo ahorrado de un trabajador crear un beneficio para ese trabajador y no solo para la organización?

¿Puede informarse de un Work fallido sin castigar a la persona que sacó a la luz el fallo?

Si la red no puede responder esas preguntas, todavía no ha alcanzado el principio.

### *La Capacidad local debe seguir siendo suficientemente local para importar*

La participación global no debería convertir a cada contribuidor en un subcontratista anónimo que compite solo por precio.

Una Capacidad local tiene contexto.

Puede conocer el edificio, la máquina, el cliente, el idioma, el material, el barrio, el hotel, la ruta o la expectativa cultural.

Ese contexto puede formar parte del valor.

El propósito de un Perfil común no es borrar el conocimiento local.

Es hacer suficientemente explícita la parte transferible para que el conocimiento local pueda combinarse con la ingeniería global.

### *La Autoridad humana debe seguir siendo visible a medida que aumenta la automatización*

A medida que las tools se vuelven más capaces, el sistema puede automatizar más planificación, programación, inspección y ejecución.

Eso aumenta la importancia de saber: - qué persona u organización autorizó la automatización; - qué Resource se está utilizando; - qué restricciones se aplican; - qué efectos secundarios están permitidos; - cómo puede detenerse la acción; - quién acepta el resultado; - quién responde cuando el resultado es incierto.

Una tool autónoma más rápida no debería hacer menos visible la Autoridad.

Debería facilitar declararla y auditarla.

### *La Evidencia debería hacer portable la confianza*

La confianza en el trabajo físico suele ser local y personal.

Un cliente confía en un operador concreto. Una fábrica confía en un técnico concreto. Un hotel confía en un contratista concreto. Un maker confía en un proveedor conocido.

El propósito de la Evidencia no es sustituir esas relaciones.

Es hacer portable una parte de esa confianza.

Un segundo equipo puede ver: - la versión; - la prueba; - el resultado; - las condiciones; - la parte responsable; - los límites conocidos.

La confianza portable hace más práctica la participación global sin requerir una centralización ciega.

### *Regresa el punto de partida del tamaño de una tarjeta de crédito*

El libro blanco comenzó con una huella física familiar.

Ese pequeño rectángulo nunca fue la definición del producto final.

Es un símbolo de una idea de ingeniería más amplia:

**hacer la entrada suficientemente pequeña para comprenderla y dejar que la Capacidad se extienda más allá del objeto.**

Una tarjeta puede llevar identidad, una entrada QR o NFC, arte, una superficie funcional, un sensor o una conexión a un nodo de computación mayor. Puede apuntar a un sistema basado en T736, una máquina, un servicio hotelero, un Perfil de material, un maker local o un paquete global de ingeniería.

La inteligencia no tiene que caber por completo dentro de la tarjeta.

La ruta de participación puede comenzar allí.

### *La invitación final*

HSIMC propone una respuesta práctica a la era física de la GenAI:

**No empieces pidiendo a todos que compren una máquina nueva.**

**Empieza preguntando qué capacidad ya existe.**

**No empieces pidiendo a cada pequeño participante que construya una plataforma.**

**Empieza definiendo una función que otra parte pueda solicitar y verificar.**

**No trates un plan de modelo como un resultado completado.**

**Conéctalo con personas, materiales, máquinas, tiempo, Autoridad y Evidencia.**

**No llames estándar global a cada método de referencia.**

**Gana interoperabilidad mediante implementaciones independientes, pruebas y consenso.**

**No midas el valor solo en actividad o publicidad.**

**Mide el resultado útil, el coste, la distribución del beneficio y la Evidencia.**

Y, sobre todo:

> ***Aporta tu capacidad existente.***
> ***Entrega una función reproducible.***
> ***Mide un resultado útil.***
> ***Convierte los planes de GenAI en valor real — ahora, aquí y globalmente.***

Esa invitación puede comenzar con piedra, hilo, una impresora, una máquina, una tarjeta, un fragmento de código, un almacén, un carro, un hotel, una placa de referencia o la habilidad práctica de una sola persona.

El punto de partida puede ser pequeño.

La colaboración no tiene por qué serlo.

---

## Notas de referencia de la Parte VI

Las siguientes fuentes respaldan el contexto externo utilizado en esta Parte. No implican respaldo de HSIMC.


128. **OpenAI - Accelerating engineering for the physical world (3 November 2026).** Describe ingeniería mecánica/eléctrica asistida por IA, simulación, coordinación interdisciplinaria y colaboración en torno a flujos reales de ingeniería.
https://openai.com/index/accelerating-engineering-for-the-physical-world/

129. **Model Context Protocol - The 2026-07-28 Specification (28 July 2026).** Describe el núcleo de protocolo sin estado, contexto explícito por solicitud, headers de routing, listas cacheables, refuerzo de autorización, extensiones y handles de estado explícitos cuando las aplicaciones necesitan continuidad.
https://blog.modelcontextprotocol.io/posts/2026-07-28/

130. **United Nations - SDG 17: Partnerships for the Goals.** Incluye alianzas de múltiples partes interesadas que movilizan y comparten conocimiento, experiencia, tecnología y recursos financieros.
https://sdgs.un.org/goals/goal17

131. **United Nations - Multi-stakeholder partnerships.** Describe el papel del Objetivo 17 para alianzas públicas, público-privadas y de la sociedad civil.
https://sdgs.un.org/topics/multi-stakeholder-partnerships

132. **ISO - Developing standards.** Explica que las normas ISO responden a necesidades de partes interesadas/mercado, son desarrolladas por expertos mediante un proceso multiactor y se basan en el consenso.
https://www.iso.org/developing-standards.html

133. **ISO/IEC Directives, Part 1.** Define el consenso como un principio procedimental esencial y reconoce que las normas globalmente relevantes pueden requerir opciones justificadas para diferencias legítimas.
https://www.iso.org/sites/directives/current/consolidated/

134. **ISO Glossary - conformity assessment.** Define la evaluación de la conformidad como la determinación de si algo cumple los requisitos declarados y distingue evaluación de primera, segunda y tercera parte.
https://www.iso.org/glossary.html


---

**Fin de la Parte VI - La invitación: una red global de capacidades existentes**

# Apéndice A - Los 17 ODS: relevancia, contribución, Evidencia y límites

Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible se utilizan en este libro blanco como mapa de relevancia y Evidencia. Esto no constituye una afirmación de que HSIMC haya alcanzado ningún Objetivo. Cada caso público debería identificar la meta o ruta de resultado específica, la línea base, el resultado observado, quién se benefició, quién asumió la carga y qué no demuestra el caso.

## A.1 - 1 - Fin de la pobreza

**Relevancia inicial:** Dependiente de la aplicación

**Posible ruta de contribución:** Ingreso neto verificado, resiliencia o reducción de la carga de servicios esenciales para participantes de bajos ingresos.

**Evidencia mínima:** Línea base del participante, cambio real en ingreso neto/coste y distribución de beneficios y cargas.

**Límite:** No inferir impacto sobre la pobreza únicamente a partir de creación general de empleo o ingresos.

## A.2 - 2 - Hambre cero

**Relevancia inicial:** Dependiente de la aplicación

**Posible ruta de contribución:** Work de agricultura, manipulación de alimentos, almacenamiento o logística que reduzca de forma medible las pérdidas o mejore el acceso.

**Evidencia mínima:** Cantidad/calidad de alimentos, tasa de pérdida, tiempo, coste, beneficiario y registros de cadena de suministro.

**Límite:** No es relevante para Work no alimentario solo porque una granja sea socia.

## A.3 - 3 - Salud y bienestar

**Relevancia inicial:** Dependiente de la aplicación / crítico para la seguridad

**Posible ruta de contribución:** Movilidad asistida, reducción de manipulación manual insegura o acceso a servicios.

**Evidencia mínima:** Población definida, caso de seguridad, datos de incidentes, resultados del servicio y supervisión humana.

**Límite:** La Evidencia de carga o logística nunca sustituye a la Evidencia de seguridad para transporte de personas.

## A.4 - 4 - Educación de calidad

**Relevancia inicial:** Relevancia inicial directa

**Posible ruta de contribución:** Aprendizaje de Capacidades, tareas de ingeniería reproducibles, reproducción por un segundo equipo y transferencia de habilidades.

**Evidencia mínima:** Contenido de formación, capacidad antes/después, finalización independiente, tiempo de reproducción y habilidad retenida.

**Límite:** La asistencia por sí sola no es Evidencia de aprendizaje.

## A.5 - 5 - Igualdad de género

**Relevancia inicial:** Transversal

**Posible ruta de contribución:** Participación, remuneración, derechos de decisión y carga deberían ser visibles por grupos relevantes.

**Evidencia mínima:** Datos desagregados de participación, compensación, Autoridad, seguridad y progresión cuando sea legal y apropiado.

**Límite:** No asumir que una tecnología neutral produce resultados iguales.

## A.6 - 6 - Agua limpia y saneamiento

**Relevancia inicial:** Dependiente de la aplicación

**Posible ruta de contribución:** Relevante cuando materiales/procesos utilizan agua, generan aguas residuales o sirven Work de agua/saneamiento.

**Evidencia mínima:** Entradas de agua de proceso, ruta de descarga, contaminantes, tratamiento y comparación con línea base.

**Límite:** Ninguna afirmación sobre agua sin un límite hídrico definido.

## A.7 - 7 - Energía asequible y no contaminante

**Relevancia inicial:** Dependiente de la aplicación

**Posible ruta de contribución:** Eficiencia energética, utilización compartida de equipos, operación local alimentada por renovables o menor energía por resultado aceptado.

**Evidencia mínima:** Energía medida, cantidad de salida, línea base, contexto de red/combustible y energía adicional del equipo.

**Límite:** Un dispositivo pequeño no es automáticamente eficiente energéticamente a nivel de sistema.

## A.8 - 8 - Trabajo decente y crecimiento económico

**Relevancia inicial:** Relevancia inicial directa

**Posible ruta de contribución:** Contribución remunerada, trabajo más seguro, mayor Capacidad, participación de pymes y tiempo productivo.

**Evidencia mínima:** Pago real, tiempo de trabajo, horas extra, seguridad, progresión de habilidades e ingreso/coste incremental.

**Límite:** El tiempo liberado no es automáticamente ahorro salarial ni resultado de trabajo decente.

## A.9 - 9 - Industria, innovación e infraestructura

**Relevancia inicial:** Relevancia inicial directa

**Posible ruta de contribución:** Pymes y makers locales se conectan a interfaces versionadas, herramientas digitales, Perfiles de hardware e ingeniería reproducible.

**Evidencia mínima:** Perfiles de capacidad aceptados, resultados de conformidad, reproducción en segundo sitio, utilización y continuidad del negocio.

**Límite:** Un prototipo por sí solo no demuestra infraestructura resiliente.

## A.10 - 10 - Reducción de las desigualdades

**Relevancia inicial:** Relevancia inicial directa

**Posible ruta de contribución:** Reducción de barreras creadas por idioma, dispositivo, geografía, tamaño de empresa, discapacidad o falta de acceso a API.

**Evidencia mínima:** Quién participa, quién queda excluido, ruta alternativa de acceso, Autoridad y distribución de beneficios.

**Límite:** Acceder a una página web no equivale a participación significativa.

## A.11 - 11 - Ciudades y comunidades sostenibles

**Relevancia inicial:** Dependiente de la aplicación

**Posible ruta de contribución:** Reparación local, movilidad compartida, logística en edificios/aeropuertos/hoteles, reutilización y Work de accesibilidad.

**Evidencia mínima:** Línea base local, efecto en espacio/tiempo, seguridad, disponibilidad del servicio e impacto material y de transporte.

**Límite:** Las afirmaciones a escala de ciudad requieren Evidencia a escala de ciudad.

## A.12 - 12 - Producción y consumo responsables

**Relevancia inicial:** Relevancia inicial directa

**Posible ruta de contribución:** Reutilización, reparación, trazabilidad de materiales, rendimiento medido, residuos, extensión de vida útil y abastecimiento responsable.

**Evidencia mínima:** Identidad del material, flujo de masa, rendimiento, merma, vida útil, reparación, disposición y línea base comparativa.

**Límite:** Reutilizar no es automáticamente preferible ambientalmente.

## A.13 - 13 - Acción por el clima

**Relevancia inicial:** Dependiente de la aplicación

**Posible ruta de contribución:** Reducción comparativa de GEI o Capacidad relacionada con el clima donde exista una línea base y un límite definidos.

**Evidencia mínima:** Método contable reconocido, datos de actividad, factores de emisión, límite de ciclo de vida e incertidumbre.

**Límite:** Las afirmaciones de emisiones evitadas deben mantenerse separadas de la contabilidad del inventario organizacional.

## A.14 - 14 - Vida submarina

**Relevancia inicial:** Salvaguarda / dependiente de la aplicación

**Posible ruta de contribución:** Relevante cuando fugas de material, aguas residuales, packaging o aplicaciones costeras/marinas crean una ruta plausible.

**Evidencia mínima:** Ruta de material/residuo, descarga, riesgo de fuga y mitigación.

**Límite:** No afirmar beneficio marino únicamente por reciclar.

## A.15 - 15 - Vida de ecosistemas terrestres

**Relevancia inicial:** Salvaguarda / dependiente de la aplicación

**Posible ruta de contribución:** Relevante para abastecimiento, uso del suelo, Work agrícola, efectos sobre biodiversidad y disposición.

**Evidencia mínima:** Fuente, contexto territorial/ecosistémico, elección de material, efecto operativo y línea base.

**Límite:** La reutilización local todavía puede trasladar carga a otro lugar.

## A.16 - 16 - Paz, justicia e instituciones sólidas

**Relevancia inicial:** Relevancia transversal de gobernanza

**Posible ruta de contribución:** Autoridad transparente, auditabilidad, corrección, reparación, responsabilidad de datos y decisiones responsables.

**Evidencia mínima:** Rastro de permisos, disputas, registros de incidente/recuperación, acceso de auditoría y proceso de corrección.

**Límite:** La gobernanza de un proyecto no es Evidencia de reforma institucional a escala nacional.

## A.17 - 17 - Alianzas para lograr los Objetivos

**Relevancia inicial:** Relevancia inicial directa

**Posible ruta de contribución:** Interfaces ejecutadas entre múltiples partes interesadas que comparten conocimiento, experiencia, tecnología, Resources y Work medible.

**Evidencia mínima:** Roles identificados, compromisos aceptados, resultado entregado, valor/carga, reproducibilidad y calidad de datos.

**Límite:** Logotipos de socios o MoU por sí solos no son Evidencia de una alianza ejecutada.

## A.18 Regla de Evidencia para declaraciones sobre ODS

Una declaración útil de contribución a un ODS debería contener **Work, participantes, línea base, resultado observado, distribución, método, etapa de Evidencia, Objetivo/meta relevante y límites.** Si falta alguno de estos elementos, presentar la afirmación como hipótesis o evaluación de relevancia en lugar de impacto verificado.

## A.19 Grupo inicial más fuerte

El grupo inicial con relación más directa con el modelo operativo es ODS 4, 8, 9, 10, 12 y 17. Corresponden a aprendizaje y Capacidad, trabajo decente y pequeña empresa, participación industrial inclusiva, reducción de barreras, producción responsable y alianza multiactor. Incluso para estos Objetivos, los resultados siguen siendo específicos de cada Work.

# Apéndice B - Marco de medición ESG

ESG en este libro blanco es un marco operativo de medición, no un sustituto de los ODS ni una única puntuación compuesta.

## B.1 Cinco libros de registro

### Libro de caja

Registra ingresos realizados, gastos en efectivo evitados y verificados, nuevos gastos operativos e inversión inicial. Unidad típica: moneda. No confundir valor previsto, tiempo liberado o un pago interno con valor en efectivo recién creado.

### Libro de Capacidad liberada

Registra espera, preparación, retrabajo, throughput, tiempo de personal liberado y reproducción por un segundo equipo. Unidades típicas: minutos, horas, unidades y trabajos. El tiempo liberado se convierte en ahorro de caja solo cuando cambia realmente el efectivo.

### Libro de resultados de usuario/servicio

Registra tiempo, elección, acceso, error, interrupción, finalización, dignidad o conveniencia cuando estos son resultados de servicio definidos. Las unidades típicas incluyen porcentajes, minutos, recuentos y medidas de encuesta.

### Libro ambiental/material

Registra entrada/salida de materiales, reutilización, merma, energía, transporte, reparación, vida útil y disposición. Las unidades típicas incluyen kg, kWh, km y ciclos. La reutilización de material no es automáticamente un beneficio ambiental neto.

### Libro de gobernanza/Evidencia

Registra Autoridad, Custodia, aceptación, incidente, reintento, disputa, recuperación y procedencia. Las unidades típicas son eventos, timestamps y medidas de completitud. Buena Evidencia de gobernanza no sustituye al rendimiento técnico.

## B.2 Contabilidad de caja y de red

Para el participante *j* durante un periodo definido:

**Contribución incremental de caja(j) = nuevo ingreso de caja realizado + gasto de caja evitado y verificado - nuevo gasto operativo incremental de caja.**

La inversión inicial debe mostrarse por separado. Si la inversión inicial es distinta de cero, puede informarse un ROI simple del periodo como:

**ROI simple del periodo = (contribución incremental de caja acumulada - inversión inicial) / inversión inicial.**

Esto no equivale automáticamente a una rentabilidad anualizada.

A nivel de red, los pagos internos entre participantes incluidos deben eliminarse. Si un hotel paga HKD 100 a un proveedor local de servicios, un participante registra -100 y el otro +100; la red no registra HKD 200 de valor recién creado.

## B.3 Disciplina de línea base

Toda afirmación comparativa debería indicar la unidad funcional, el límite, la línea base o contrafactual creíble, el periodo de observación, la regla de asignación y la incertidumbre.

## B.4 Información ambiental

El trabajo ambiental a nivel de producto debería considerar las etapas relevantes del ciclo de vida: materias primas, fabricación, transporte, almacenamiento, uso, reparación/reutilización cuando corresponda y disposición. Las afirmaciones de proyecto/intervención, como emisiones evitadas, deberían mantenerse separadas del inventario de gases de efecto invernadero de una organización.

Por ello, un proyecto local de reutilización registra no solo el material reutilizado sino también limpieza, procesamiento, nuevos sujetadores/electrónica, transporte, fallos, mantenimiento y ruta al final de la vida útil.

## B.5 Información social

La información social debería hacer visible la distribución. Entre las preguntas mínimas están quién se esperaba que se beneficiara, quién participó realmente, quién no pudo participar y por qué, quién recibió pago, quién aportó tiempo/equipo no remunerado, si la carga física u horaria se trasladó a otra persona, qué nueva Capacidad independiente quedó y si existía una ruta alternativa para personas sin el dispositivo, idioma, cuenta o habilidad técnica preferidos.

## B.6 Información de gobernanza

La Evidencia de gobernanza debería mostrar quién podía autorizar cada acción, quién aceptó el Work, qué versión se utilizó, qué ocurrió cuando el resultado era incierto, cómo se gestionó cancelación o recuperación y cómo podía un participante impugnar o corregir un registro.

## B.7 Puerta de escalado

No escalar porque una demo parezca impresionante. Escalar cuando el resultado útil marginal siga superando la carga marginal y cuando un segundo equipo o ubicación pueda reproducir el resultado bajo condiciones declaradas.

# Apéndice C - Contrato común de capacidad

Un Contrato común de capacidad es el límite compartido que permite a distintos equipos trabajar antes de que esté disponible el hardware final. Describe la función, no un permiso ilimitado para usar un Resource.

### C.Field - `contract_id`

Identificador estable del contrato de función o Perfil.

### C.Field - `function`

Acción/resultado legible por humanos, por ejemplo `locate_marks`.

### C.Field - `input_schema`

Objetos de entrada versionados, unidades, rangos permitidos y archivos requeridos.

### C.Field - `output_schema`

Resultado versionado, campos de calidad, unidades, referencias de Evidencia y estados de error.

### C.Field - `resource_target`

HSIMC Resource o clase objetivo; la instancia física real se vincula por separado.

### C.Field - `execution_mode`

simulation / physical_reference / physical_delivered / operational.

### C.Field - `conditions`

Entorno, tooling, calibración, material y condiciones previas.

### C.Field - `authority_required`

Autoridad mínima requerida para descubrir, leer, reservar, configurar, ejecutar, detener, aceptar o administrar.

### C.Field - `effect_identity`

Digest o identificador que fija el efecto físico previsto independientemente de credenciales de corta duración.

### C.Field - `operation_id`

Identidad estable utilizada para reintento/lectura posterior de una solicitud con efecto físico.

### C.Field - `freshness_requirement`

Antigüedad máxima aceptable de las observaciones utilizadas para autorizar o planificar la acción.

### C.Field - `resource_locking`

Reserva, lease, comportamiento busy/conflict y regla de liberación.

### C.Field - `safety_boundary`

Condiciones que deben permanecer locales/deterministas y no pueden delegarse a un modelo remoto.

### C.Field - `acceptance`

Medición, tolerancias, Evidencia y paso de aceptación humana/organizacional.

## C.Field - `recovery`

Comportamiento de parada, resultado desconocido, red interrumpida y reinicio.

## C.Field - `version`

Referencias de versión de contrato, adaptador, algoritmo, hardware/BOM, calibración y despliegue.

## C.Field - `cost_time`

Campos de tiempo esperado y real, material, energía y coste monetario.

## C.Field - `rights`

Restricciones de contribución, reutilización, atribución, confidencialidad y retirada.

## C.1 Ejemplo - `locate_marks`

```
{
  "contract_id": "hsimc.locate_marks.v0",
  "function": "locate_marks",
  "input": {"image_ref": "sha256:...", "marker_profile": "marker-profile-v3",
"calibration_ref": null},
  "target": {"resource_id": null, "mode": "simulation"},
  "authority": {"subject": "bound-at-runtime", "scope": ["read_input", "run_observation"]},
  "output": {"coordinate_space": "pixels", "marks": [], "quality": {}, "evidence_refs": []},
  "limits": ["No millimetre conversion without calibration evidence", "Observation only; no
machine motion or laser action"]
}
```

El mismo contrato puede ejecutarse contra imágenes fijas, un simulador cloud, una cámara de referencia remota o un dispositivo entregado. Cada objetivo sigue requiriendo su propio adaptador y Evidencia.

## C.2 Regla de reintento y efecto

Un reintento debería reutilizar el `operation_id` original cuando el efecto físico solicitado sea el mismo. Si el resultado es desconocido, consultar la operación original antes de crear un nuevo efecto. Nuevas credenciales o un token renovado no crean por sí mismos un nuevo Work físico.

# Apéndice D - Perfiles de interfaces físicas y materiales

## D.1 Principio de Perfil

Un Perfil describe una posible Capacidad bajo condiciones declaradas. Una instancia física todavía debe observarse y vincularse antes de que el Perfil se convierta en Evidencia sobre ese dispositivo o material concreto.

## D.2 Perfil de material - campos mínimos

### Identidad

Fuente, proveedor/producto cuando se conozca, lote/partida, uso previo y propietario.

### Estado físico

Dimensiones, masa, espesor, superficie, defectos, contaminación y humedad.

### Composición

Composición declarada, recubrimiento, aglutinante, material conductor e incógnitas.

### Historial de proceso

Corte, calor, laminación, impresión, limpieza y tratamiento químico.

### Función prevista

Utillaje, capa de tarjeta, packaging, sustrato de antena, muestra no estructural u otra función declarada.

### Pruebas y límites

Dimensión, resistencia, adhesión, abrasión, respuesta RF, durabilidad y otras pruebas relevantes; registrar explícitamente condiciones de carga, fuego, higiene, electricidad, medio ambiente o regulación no verificadas.

### Evidencia

Fotos, mediciones, informe de prueba, operador, timestamp y versión.

## D.3 Perfil de superficie funcional

Para superficies impresas, bordadas, de lámina o conductoras, registrar geometría, tipo de línea/hilo/material, ajustes de proceso, sustrato, unión/curado, resistencia medida u otra propiedad funcional, método de conexión, imagen de inspección y límite de aceptación.

## D.4 Perfil de hardware/adaptador

Para cámaras, lectores NFC, lectores UHF RFID, módulos UWB, interfaces de máquina y controladores de movimiento, registrar modelo/BOM/revisión exactos, conector y asignación de pines, estándar eléctrico y niveles de tensión, dependencias de driver/OS/runtime, protocolo y temporización de comunicación, presupuesto de potencia y comportamiento de picos, calibración/sistema de coordenadas cuando proceda, comportamiento de fallo/timeout/recuperación, concurrencia/conflictos de Resource probados y etapa de Evidencia.

## D.5 Límite de diseño de referencia T736

La línea base documental actual describe un módulo central HelperT736C de aproximadamente 60 x 40 x 3.0 mm y una carrier de referencia sustancialmente mayor. La huella del tamaño de una tarjeta de crédito sigue siendo un objetivo de diseño, no un producto integrado demostrado. Una carrier común mínima propuesta conserva alimentación, recovery/USB0, acceso de servicio UART0, una ruta de red seleccionada, USB Host alimentado y expansión serie asignada intencionalmente. Los conectores exactos, raíles de alimentación, suministro USB, multiplexación de interfaces, diseño térmico y configuración del device tree siguen siendo trabajo de ingeniería específico de configuración.

## D.6 Los nombres de interfaz no son garantías eléctricas

El nivel lógico UART no es RS-232 ni RS-485. Un conector físicamente parecido a miniPCIe no demuestra señalización PCIe. Un conector de cámara no demuestra compatibilidad de driver, formato, temporización o calibración. El Perfil debe registrar el contrato eléctrico y de software real.

# Apéndice E - Hoja de ruta de ingeniería de referencia y aceptación

## E.1 - 0. Definición del problema y del Work

**Pregunta respondida:** Demanda, Autoridad, aceptación, línea base y partes responsables son explícitas.

**Evidencia mínima:** Brief de Work versionado.

## E.2 - 1. Documentado

**Pregunta respondida:** Los documentos fuente respaldan una posible Capacidad.

**Evidencia mínima:** Hash de documento, Perfil, conflictos/incógnitas.

## E.3 - 2. Simulado

**Pregunta respondida:** El contrato funciona en un simulador controlado sin efecto físico.

**Evidencia mínima:** Vectores de prueba, recibos y errores deterministas.

## E.4 - 3. Simulado de forma remota

**Pregunta respondida:** Un cliente remoto llega al simulador mediante la ruta prevista.

**Evidencia mínima:** Ruta, cliente, protocolo/runtime y recibos remotos.

## E.5 - 4. Referencia física

**Pregunta respondida:** Un dispositivo de referencia vinculado realiza observaciones/acciones reales limitadas bajo condiciones controladas.

**Evidencia mínima:** Resource ID físico, BOM/OS/driver, resultados de prueba y Evidencia de parada/recuperación.

## E.6 - 5. Congelación de configuración

**Pregunta respondida:** Hardware, imagen/runtime, adaptadores, contratos y paquete de pruebas quedan fijados para envío.

**Evidencia mínima:** Manifest de congelación y procedimiento de recuperación.

## E.7 - 6. Entregado físicamente

**Pregunta respondida:** La instancia entregada está vinculada y reproduce la aceptación en destino.

**Evidencia mínima:** Identidad entregada, instalación, prueba local y handover.

## E.8 - 7. Operativo

**Pregunta respondida:** El sistema completa Work real durante un periodo definido con registros de incidentes y valor.

**Evidencia mínima:** Log operativo, resultados, coste/valor, mantenimiento e incidentes.

## E.9 - 8. Reproducción independiente

**Pregunta respondida:** Un segundo equipo/ubicación reproduce la función acordada.

**Evidencia mínima:** Tiempo de reproducción, desviaciones, recuento de aclaraciones y Evidencia comparativa.

## E.10 Congelación de configuración

Una congelación no es meramente un nombre de archivo. Debería vincular al menos revisión/BOM de hardware, imagen u OS, runtime, conjunto de drivers, versiones de adaptador, contratos de Capacidad, versión de

aplicación, calibración, paquete de pruebas, limitaciones conocidas, método de recuperación y hashes de Evidencia.

## E.11 Regla de envío

Enviar después de que la configuración de referencia haya superado la aceptación previa al envío prevista. El envío no convierte la identidad de referencia en identidad entregada. La unidad entregada recibe su propio Resource ID y registro de vinculación local.

## E.12 Operación local

Cuando el caso de uso requiera continuidad local, la operación básica y la parada/recuperación segura no deberían depender de una sesión cloud permanentemente abierta. Los servicios cloud pueden coordinar, actualizar y recoger Evidencia sin convertirse en un punto único invisible de control para todo comportamiento físico en tiempo real.

## E.13 Reproducción en segundo sitio

El segundo sitio devuelve no solo pass/fail sino también tiempo de reproducción, sustituciones, diferencias ambientales, supuestos ocultos, preguntas realizadas, intentos fallidos y Evidencia final. Estos resultados son entradas para el siguiente Perfil compartido.

# Apéndice F - Registro de Evidencia y notas de fuentes

## F.1 Registro interno de Evidencia

### H0-001 / 2026-11-11 - Cross-Project Hand Off

**Clase de Evidencia:** Handover documentado

**Límite:** Consolida decisiones/Evidencia previas; no volvió a sondear el T736 físico ni desplegó firmware/dispositivo.

### C0-005 / 2026-11-09 - Línea base de estandarización de hardware T736

**Clase de Evidencia:** Documentado

**Límite:** Revisión de documentación del proveedor, mapeo de pines/interfaces y conflictos; sin nueva medición de banco.

### C0-006 / 2026-11-09 - Plan de ingeniería remota

**Clase de Evidencia:** Arquitectura planificada

**Límite:** simulación cloud -> placa de referencia remota -> congelación -> envío -> vinculación/aceptación local.

### C0-007 / 2026-11-10 - Simulador con fuente verificada

**Clase de Evidencia:** Simulado

**Límite:** Fuente y recibos del simulador; los objetivos físicos devuelven unbound; no demuestra hardware.

### C0-008 / 2026-11-10 - Simulación remota Azure registrada

**Clase de Evidencia:** Simulado de forma remota

**Límite:** 14/14 comprobaciones registradas de simulación remota; el 736 real era inaccesible en ese registro.

### W0-003 / P1 - Invitation Card + One-Page Brief

**Clase de Evidencia:** Publicado digitalmente

**Límite:** Publicación digital/comprobaciones QR completadas; impresión física/lectura NFC diferidas.

### W0-004 / P2 - Executive Summary

**Clase de Evidencia:** Publicado digitalmente

**Límite:** Executive Summary inglés HTML/PDF publicado y verificado.

### W0-005 / P3-A - Part I

**Clase de Evidencia:** Publicado digitalmente

**Límite:** Part I inglesa publicada y verificada.

### W0-006 / P3-B - Part II

**Clase de Evidencia:** Publicado digitalmente / línea base pública conocida actual

**Límite:** Part II inglesa publicada y verificada.

### W0-007 / P3-C - Part III

**Clase de Evidencia:** Generado y archivado

**Límite:** Paquete de publicación digital preparado; despliegue remoto diferido.

### W0-008 / P3-D - Part IV

**Clase de Evidencia:** Generado y archivado

**Límite:** Paquete de publicación digital preparado; despliegue remoto diferido.

### W0-009 / P3-E - Part V

**Clase de Evidencia:** Generado y archivado

**Límite:** Paquete de publicación digital preparado; despliegue remoto diferido.

### W0-010 / P3-F - Part VI

**Clase de Evidencia:** Generado y archivado

**Límite:** Paquete de publicación digital preparado; despliegue remoto diferido.

### W0-011 / P4 - English Master Consolidation

**Clase de Evidencia:** Máster generado

**Límite:** Consolida Parts I-VI más front matter, Appendices A-H, Glossary y registros de fuentes y versiones.

## F.2 Etiquetas de Evidencia

- **Propuesto** - un diseño, arquitectura, ruta o afirmación que debe probarse.
- **Documentado** - respaldado por documentación fuente, no necesariamente por la instancia física.
- **Simulado** - probado en un simulador o entorno sintético controlado.
- **Simulado de forma remota** - probado a través de la ruta remota prevista, todavía sin aceptación del objetivo físico.
- **Referencia física** - verificado en una instancia física de referencia específicamente identificada.
- **Entregado físicamente** - verificado en la instancia entregada en destino.
- **Operativo** - observado durante Work real a lo largo de un periodo definido.
- **Reproducido independientemente** - reproducido por un segundo equipo o ubicación usando el límite publicado.

## F.3 Observación frente a recibo

Un recibo de operación es Evidencia sobre una operación específica. Una Observación reciente es Evidencia sobre un estado actual o reciente. El objeto de Evidencia debería incluir hora de observación, hora de recibo, fuente, método, versión y límite de frescura para que un recibo histórico no sea tratado silenciosamente como estado actual.

## F.4 Jerarquía de fuentes

Cuando la Evidencia entra en conflicto, conservar el conflicto en lugar de reconciliarlo silenciosamente. Una jerarquía práctica es: medición física actual de la instancia vinculada; datos actuales específicos del fabricante/BOM; documentación de ingeniería versionada; comportamiento del simulador; propuesta de diseño. Fuentes diferentes pueden responder preguntas diferentes y por ello no deben forzarse a un único valor sin explicación.

# Apéndice G - Guía de participación

Un participante puede comenzar con una tarea real o una capacidad real. No se requiere una plataforma completa.

## G.1 Cinco maneras de participar

135. **Aportar una tarea real** - un resultado que alguien necesita de verdad y puede aceptar.
136. **Aportar una Capacidad local** - material, máquina, espacio, persona, almacenamiento, transporte o servicio.
137. **Aportar una función de ingeniería o modelo** - software, modelo, diseño, simulación, adaptador, traducción o análisis.
138. **Comprar o patrocinar un resultado útil** - financiar un Work con una condición de aceptación definida.
139. **Reproducir y revisar** - reproducir, probar, cuestionar o mejorar independientemente un resultado de referencia.

## G.2 Nota de capacidad mínima

Una Nota de capacidad puede escribirse sin API:

> ***Capacidad:*** *¿Qué puedes hacer?*
> ***Ubicación:*** *¿Dónde puede ocurrir?*
> ***Disponibilidad:*** *¿Cuándo o cuánto está disponible?*
> ***Parte responsable:*** *¿Quién puede aceptar el Work?*
> ***Condiciones:*** *¿Qué entradas, herramientas o límites aplican?*
> ***Evidencia:*** *¿Qué demostrará la finalización?*
> ***Coste/tiempo:*** *¿Qué requiere un resultado aceptado?*
> ***Derechos:*** *¿Qué condiciones de uso, reutilización, confidencialidad o atribución aplican?*

## G.3 Primer Work

El primer Work debería ser deliberadamente pequeño. Debería hacer real una interfaz y producir Evidencia suficientemente fuerte para que otro equipo entienda el resultado. Evitar seleccionar el caso autónomo más dramático solo porque produce la mejor demostración.

## G.4 Patrón 30 / 60 / 90 días

**Días 1-30:** definir un Work, línea base, Autoridad, contrato y primer resultado aceptado.

**Días 31-60:** reproducir con un segundo equipo, dispositivo, maker o ubicación; registrar diferencias y supuestos ocultos.

**Días 61-90:** decidir si escalar, estandarizar, cambiar la interfaz, mantener la Capacidad local o detener.

Una red capaz de detener ideas débiles es más creíble que una que convierte cada piloto en una historia de éxito.

## G.5 Contribución y valor

La contribución puede ser servicio remunerado, trabajo patrocinado, equipo aportado en especie, contribución de investigación u otro arreglo acordado explícitamente. La contribución no remunerada debería ser visible en lugar de disfrazarse como Capacidad gratuita. Propiedad intelectual, reutilización, atribución y confidencialidad siguen el Work específico y el acuerdo de contribución.

# Apéndice H - Reglas editoriales multilingües

El máster inglés W0-011 es la fuente de traducción para la siguiente capa lingüística.

## H.1 Estructura estable

- Mantener la numeración de Part, Chapter, sección y apéndice alineada con el máster inglés.
- Mantener sin cambios IDs estables, identidades Runtime, Card IDs, Resource IDs, hashes de archivo y números de versión.
- Traducir etiquetas descriptivas; no traducir identificadores utilizados para direccionamiento técnico.

## H.2 Las palabras de Evidencia son vocabulario controlado

Las etiquetas de Evidencia **Propuesto, Documentado, Simulado, Simulado de forma remota, Referencia física, Entregado físicamente, Operativo, Reproducido independientemente** deben utilizar un glosario mantenido en cada idioma. La traducción no debe elevar ni debilitar el estado de Evidencia.

## H.3 Nombres propios y estándares

Conservar los nombres oficiales de organizaciones en inglés en la primera aparición cuando el uso en idioma local pueda crear ambigüedad. ISO, MCP, OpenAI, números ODS, nombres de producto/modelo y nombres de entidades legales deberían verificarse frente al uso local autorizado antes de publicar.

## H.4 Números y unidades

Números, fechas, unidades, tolerancias, fórmulas e identificadores de versión deben seguir siendo equivalentes al máster inglés. Localizar puntuación y tipografía solo cuando no cambie el significado técnico.

## H.5 Chino

El conjunto de idiomas oficiales de la ONU incluye chino. El chino simplificado puede servir como primera traducción china para la audiencia de ingeniería y fabricación de China continental; el chino tradicional puede mantenerse como variante escrita regional para Hong Kong y otros mercados. Ambos deberían mapearse a la misma revisión del máster inglés.

## H.6 Árabe y RTL

El árabe requiere pruebas de diseño de derecha a izquierda. URLs, código, fórmulas, números de modelo e identificadores permanecen de izquierda a derecha cuando corresponda. Hacer una prueba RTL breve antes de traducir el libro completo.

## H.7 Citas de fuentes

Una edición traducida debería citar la misma fuente subyacente, no una copia traducida automáticamente de la fuente, salvo que exista una fuente oficial traducida. La traducción puede añadir un enlace oficial en idioma local preservando la identidad original de la referencia.

## H.8 Control de cambios

Cuando cambie el máster inglés, crear una lista delta de traducción: IDs de sección modificados, cambios factuales, cambios de estado de Evidencia, fuentes nuevas/eliminadas y cambios de terminología. No parchear silenciosamente seis idiomas de forma independiente.

# Glosario

## Autoridad

Permiso y responsabilidad a nivel de negocio respecto de lo que una persona u organización puede descubrir, leer, contribuir, reservar, configurar, ejecutar, detener, aceptar, liberar o administrar.

## Capacidad

Una función acotada que puede producir un resultado definido bajo condiciones declaradas.

## Nota de capacidad

Descripción ligera y legible por humanos de qué puede proporcionarse, dónde, cuándo, por quién, bajo qué condiciones y con qué Evidencia.

## Perfil de capacidad

Descripción versionada y más formal de una Capacidad que incluye entradas, salidas, interfaces, condiciones y Evidencia.

## Contrato común de capacidad

Límite técnico/de negocio compartido utilizado por implementaciones diferentes para entregar la misma función.

## Conformidad

Evidencia de que una implementación satisface un Perfil o especificación definidos bajo las condiciones de prueba declaradas.

## Custodia

Responsabilidad por posesión/manipulación de un objeto físico durante un intervalo o handover definido.

## Evidencia

Registro versionado de lo que fue observado, probado, entregado, aceptado, rechazado o recuperado.

## Límite de Evidencia

Límite explícito sobre lo que demuestra una Evidencia y lo que no demuestra.

## Observación reciente

Observación de estado cuya antigüedad y fuente satisfacen el requisito de frescura del Work.

## HSIMC Resource

Objeto real o de negocio como persona, lugar, máquina, material, posición de inventario, servicio o Capacidad.

## MCP resource

En terminología Model Context Protocol, datos/contexto expuestos por un servidor para que un cliente los lea; distinto de un objeto HSIMC Resource.

## MCP tool

Operación invocable expuesta por un servidor MCP.

## M-Person

Concepto de participación HSIMC para una persona representada con identidad/relaciones explícitas y Autoridad específica del Work; no implica que una representación digital sustituya a la persona.

## M-Team

Combinación específica de un Work de personas, modelos, tools de software y Capacidades locales con responsabilidad explícita.

## Operación

Solicitud o acción con identidad estable, especialmente importante cuando son posibles efectos secundarios físicos.

## Recibo de operación

Evidencia sobre una operación específica; no es automáticamente Evidencia del estado actual.

## Entregado físicamente

Clase de Evidencia para una instancia física entregada que ha sido vinculada y aceptada en destino.

## Referencia física

Clase de Evidencia para una instancia física de referencia específicamente identificada y probada bajo condiciones controladas.

## Perfil

Descripción versionada de Capacidad/condiciones; por sí sola no demuestra que cada instancia satisfaga actualmente el Perfil.

## Resultado de referencia

Resultado y paquete de Evidencia utilizados como base reproducible para comparación; no es un estándar por sí mismo.

## Resource

Palabra genérica utilizada según el contexto; el documento distingue HSIMC Resource de MCP resource.

## Runtime

Identidad/configuración de ejecución desplegada utilizada por proyectos HSIMC; una identidad Runtime no constituye por sí sola Autoridad para controlar un dispositivo.

## Protocolo sin estado

Comportamiento de protocolo en el que cada solicitud lleva el contexto requerido para procesarla en lugar de depender de estado oculto de sesión de transporte.

## Work

Unidad aceptada específica que conecta demanda, partes responsables, Resource, condiciones, Autoridad, ejecución, aceptación y Evidencia de valor.

## Contrato de Work

Acuerdo/registro versionado que define entradas, salidas, condiciones, roles, aceptación y recuperación de un Work.

# Bibliografía y registro de fuentes

El registro de fuentes identifica material externo utilizado para contexto factual. Las arquitecturas HSIMC, estructuras Work, contratos de Capacidad, modelos de participación y rutas de aplicación propuestas son propuestas de HSIMC salvo que una fuente describa explícitamente una implementación externa existente.

## S01 - OpenAI: Accelerating engineering for the physical world

**Fecha/estado:** 2026-11-03

**URL:** https://openai.com/index/accelerating-engineering-for-the-physical-world/

**Función en este libro blanco:** Contexto de ingeniería/mundo físico e invitación a colaborar.

## S02 - Model Context Protocol: The 2026-07-28 Specification

**Fecha/estado:** 2026-07-28

**URL:** https://blog.modelcontextprotocol.io/posts/2026-07-28/

**Función en este libro blanco:** Núcleo sin estado, routing, MRTR, extensiones, refuerzo de autorización y contexto de deprecación.

## S03 - Model Context Protocol: 2026-07-28 Specification

**Fecha/estado:** 2026-07-28

**URL:** https://modelcontextprotocol.io/specification/2026-07-28/

**Función en este libro blanco:** Familia de especificación normativa utilizada para terminología de protocolo.

## S04 - Model Context Protocol: 2026-07-28 Release Candidate

**Fecha/estado:** 2026-05-21

**URL:** https://blog.modelcontextprotocol.io/posts/2026-07-28-release-candidate/

**Función en este libro blanco:** Contexto de migración/despliegue de la revisión principal del protocolo.

## S05 - United Nations DESA: Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development

**Fecha/estado:** 2015

**URL:** https://sdgs.un.org/2030agenda

**Función en este libro blanco:** 17 ODS, marco integrado/indivisible, compromiso LNOB y lenguaje del Objetivo 17.

## S06 - UN Sustainable Development Group: Leave No One Behind

**Fecha/estado:** guía actual

**URL:** https://unsdg.un.org/2030-agenda/universal-values/leave-no-one-behind

**Función en este libro blanco:** Participación significativa, Evidencia, desagregación, transparencia, privacidad y rendición de cuentas.

## S07 - United Nations DESA: Goal 17

**Fecha/estado:** actual

**URL:** https://sdgs.un.org/goals/goal17

**Función en este libro blanco:** Alianzas, cooperación científica/tecnológica, alianzas multiactor y metas de datos.

## S08 - United Nations DESA: Multi-stakeholder partnerships

**Fecha/estado:** actual

**URL:** https://sdgs.un.org/topics/multi-stakeholder-partnerships

**Función en este libro blanco:** Marco de alianzas basado en conocimiento, experiencia, tecnología y Resources compartidos.

## S09 - ISO: ISO/IEC 7810 Identification cards - Physical characteristics

**Fecha/estado:** referencia normativa

**URL:** https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:7810:ed-3:v1:en

**Función en este libro blanco:** Referencia planar nominal ID-1 de 85.60 x 53.98 mm; la norma completa contiene requisitos físicos más amplios.

## S10 - ISO: Developing standards

**Fecha/estado:** actual

**URL:** https://www.iso.org/developing-standards.html

**Función en este libro blanco:** Necesidad de mercado, desarrollo por expertos/múltiples partes interesadas y proceso de consenso.

## S11 - ISO/IEC: ISO/IEC Directives - consolidated

**Fecha/estado:** actual

**URL:** https://www.iso.org/sites/directives/current/consolidated/

**Función en este libro blanco:** Procedimiento formal de desarrollo de normas y marco de consenso.

## S12 - European Commission: Construction and demolition waste

**Fecha/estado:** actual

**URL:** https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/construction-and-demolition-waste_en

**Función en este libro blanco:** Composición, escala, valor como recurso, clasificación y contexto de materiales peligrosos.

## S13 - University of Manchester research: e-Textile Embroidered Wearable Near Field Communication RFID Antennas

**Fecha/estado:** artículo de investigación

**URL:** https://research.manchester.ac.uk/files/76660584/e_Textile_Embroidered_Wearable_Near_Field_Communication_RFID_Antennas.pdf

**Función en este libro blanco:** Bordado con hilo conductor, técnicas de fabricación, resistencia y matching NFC.

## S14 - MDPI: Wearable/embroidered antenna research cited in Part II

**Fecha/estado:** artículo de investigación

**URL:** https://www.mdpi.com/2224-2708/4/4/371

**Función en este libro blanco:** Ejemplo de funcionalidad RF textil decorativa/bordada.

## S15 - MDPI: Printed electronics manufacturing review cited in Part II

**Fecha/estado:** revisión de investigación

**URL:** https://www.mdpi.com/2504-4494/5/3/89

**Función en este libro blanco:** Contexto de tinta, sustrato, procesamiento y repetibilidad para electrónica impresa.

## S16 - MDPI: Functional/printed materials research cited in Part II

**Fecha/estado:** artículo de investigación

**URL:** https://www.mdpi.com/2673-3978/6/2/7

**Función en este libro blanco:** Contexto adicional de materiales/procesos utilizado en Part II.

## S17 - GHG Protocol: Product Standard

**Fecha/estado:** actual

**URL:** https://ghgprotocol.org/product-standard

**Función en este libro blanco:** Emisiones de ciclo de vida de producto a través de materias primas, fabricación, transporte, almacenamiento, uso y disposición.

## S18 - GHG Protocol: Inventory and Project Accounting: A Comparative Review

**Fecha/estado:** actual

**URL:** https://ghgprotocol.org/blog/inventory-and-project-accounting

**Función en este libro blanco:** Distinción entre inventario organizacional y contabilidad de proyecto/intervención.

## S19 - GHG Protocol: Estimating and Reporting Avoided Emissions

**Fecha/estado:** actual

**URL:** https://ghgprotocol.org/estimating-and-reporting-avoided-emissions

**Función en este libro blanco:** Divulgación cautelosa de afirmaciones comparativas/de emisiones evitadas.

## S20 - IATA: 2026 Global Passenger Survey

**Fecha/estado:** 2026-10-28

**URL:** https://www.iata.org/en/pressroom/2026-releases/10-28-iata-2026-global-passenger-survey-travelers-biometrics-ai-entry-requirements/

**Función en este libro blanco:** Uso global declarado de IA para planificación de viajes del 49% y alcance de la encuesta.

## S21 - Hong Kong International Airport: Baggage Pick-up and Delivery

**Fecha/estado:** actual

**URL:** https://www.hongkongairport.com/en/passenger-guide/airport-facilities-services/baggage-pick-up-and-delivery

**Función en este libro blanco:** Contexto existente de entrega pagada de equipaje aeropuerto-hotel/hogar/centro urbano.

## S22 - Hong Kong International Airport: MyTAG

**Fecha/estado:** actual

**URL:** https://www.hongkongairport.com/iwov-resources/html/MyTag/en/mytagseries.html

**Función en este libro blanco:** Contexto de notificación de equipaje vinculada a RFID/QR utilizado en Part V.

## S23 - Hong Kong International Airport: About Us / smart airport history

**Fecha/estado:** actual

**URL:** https://www.hongkongairport.com/en/about-us/?section=our-history

**Función en este libro blanco:** Contexto de tecnología aeroportuaria/monitorización de carros referido en Part V.

## S24 - Model Context Protocol TypeScript SDK: Support/migration for 2026-07-28

**Fecha/estado:** actual

**URL:** https://ts.sdk.modelcontextprotocol.io/v2/migration/support-2026-07-28

**Función en este libro blanco:** Contexto de soporte/migración SDK citado en Part III.

## S25 - ISO: Glossary

**Fecha/estado:** actual

**URL:** https://www.iso.org/glossary.html

**Función en este libro blanco:** Contexto de vocabulario de estándares citado en Part VI.

## Conjunto interno de fuentes del proyecto

El máster inglés también se apoya en registros internos de proyecto HSIMC, especialmente H0-001 y la cadena de Evidencia C0-005 a C0-008, además de las versiones de publicación W0-001 a W0-010. Se registran en el Apéndice F y en el Registro de versiones y Evidencia.

# Registro de versiones y Evidencia

## Versiones de publicación

### W0-001 - Editorial master / TOC

**Fecha:** 11 Nov 2026

**Estado:** Planificación

**Alcance:** Arquitectura inglesa para seis Parts, 18 Chapters y Appendices.

### W0-002 - Publication production plan

**Fecha:** 11 Nov 2026

**Estado:** Planificación

**Alcance:** Cuatro profundidades de lectura, HTML/PDF, QR/NFC y secuencia de idiomas.

### W0-003 - P1 - Invitation Card + One-Page Brief

**Fecha:** 11 Nov 2026

**Estado:** Publicado digitalmente

**Alcance:** Tarjeta y brief; impresión física/lectura NFC diferidas.

### W0-004 - P2 - Executive Summary

**Fecha:** 11 Nov 2026

**Estado:** Publicado digitalmente

**Alcance:** Executive Summary inglés HTML/PDF.

### W0-005 - P3-A - Part I

**Fecha:** 11 Nov 2026

**Estado:** Publicado digitalmente

**Alcance:** Chapters 1-3.

### W0-006 - P3-B - Part II

**Fecha:** 11 Nov 2026

**Estado:** Publicado digitalmente; línea base pública conocida actual

**Alcance:** Chapters 4-6.

### W0-007 - P3-C - Part III

**Fecha:** 11 Nov 2026

**Estado:** Generado/archivado; despliegue diferido

**Alcance:** Chapters 7-9.

### W0-008 - P3-D - Part IV

**Fecha:** 11 Nov 2026

**Estado:** Generado/archivado; despliegue diferido

**Alcance:** Chapters 10-12.

### W0-009 - P3-E - Part V

**Fecha:** 12 Nov 2026

**Estado:** Generado/archivado; despliegue diferido

**Alcance:** Chapters 13-15.

### W0-010 - P3-F - Part VI

**Fecha:** 12 Nov 2026

**Estado:** Generado/archivado; despliegue diferido

**Alcance:** Chapters 16-18.

### W0-011 - P4 - English Master Consolidation

**Fecha:** 12 Nov 2026

**Estado:** Máster generado; despliegue diferido

**Alcance:** Front matter, Parts I-VI, Appendices A-H, Glossary, Bibliography y registros.

## Límite actual de Evidencia de ingeniería incorporado en W0-011

- **C0-005:** línea base documental de hardware; no implica nueva medición de banco.
- **C0-007:** simulador con fuente verificada; los objetivos físicos siguen sin vincular salvo verificación independiente.
- **C0-008:** 14/14 comprobaciones registradas de simulación remota Azure del 10 de noviembre de 2026; no es un registro de aceptación de placa física.
- **H0-001:** handoff entre proyectos; no volvió a sondear el T736 físico ni convirtió un objetivo de diseño en un producto entregado.
- **Hardware del tamaño de tarjeta de crédito:** sigue siendo un objetivo de diseño; las dimensiones planas estándar ID-1 se utilizan como referencia inicial compartida.

## Estado de despliegue

A fecha de esta consolidación P4, la línea base pública conocida del sitio del libro blanco es W0-006 (Parts I-II). W0-007 a W0-010 fueron generados y archivados con despliegue remoto diferido intencionalmente. W0-011 está preparado para que un despliegue controlado posterior pueda pasar de la línea base pública verificada W0-006 al máster inglés consolidado después de una revisión unificada.

## Línea base de traducción

El futuro trabajo de seis idiomas oficiales de Naciones Unidas debe utilizar W0-011 como revisión fuente inglesa salvo que un máster inglés posterior sea congelado explícitamente. El estado de traducción debe mantenerse de forma independiente al estado de despliegue.

# Colofón

**Título:** De la piedra y el hilo a la inteligencia compartida

**Subtítulo:** Un punto de partida del tamaño de una tarjeta de crédito para la fabricación local y la participación global

**Autor:** Benny (Yan) Liao - Fundador, HSIMC

**Máster inglés:** W0-011

**Fecha:** 12 de noviembre de 2026

**Editor/iniciativa:** HSIMC

**Principios de trabajo:** Autoridad humana · Capacidad local · Participación global

**Declaración de misión:** No dejar a nadie atrás en la era física de la GenAI

Este máster está diseñado para HTML digital, PDF A4, posterior maquetación como libro y ediciones derivadas multilingües. La impresión física y la escritura/lectura NFC son pasos de producción separados de la publicación digital.