

09
Sep
2026

LA PRÓXIMA REVOLUCIÓN: INTELIGENCIA ARTIFICIAL CON CUERPO



**Robots humanoides,
productividad y
cohesión social en una
sociedad envejecida**

ZEDARRIA 

Servicio de Estudios

Foro Zedarriak



Consejo Consultivo



Informe nº9. La próxima revolución: Inteligencia Artificial con cuerpo.

Robots humanoides, productividad y cohesión social en una sociedad envejecida.

©Zedarriak, Julio 2026

Copyleft - Licencia Creative Commons Reconocimiento - Compartir Igual 4.0 Internacional (CC BY-SA 4.0)

Se permite copiar, redistribuir y adaptar este documento para cualquier propósito, incluso comercial, siempre que:

1. Se reconozca adecuadamente la autoría (Zedarriak).
2. Se proporcione un enlace a la licencia.
3. Las obras derivadas se distribuyan bajo la misma licencia.

Para más información sobre esta licencia:

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.es>

Contacto: zuzendaria@zedarriak.eus

Comunidad Zedarriak

												
												
												
												
												
												
												
												
												
												
												
												



ZEDARRIA 

09

**LA PRÓXIMA REVOLUCIÓN:
INTELIGENCIA ARTIFICIAL
CON CUERPO**

**ROBOTS HUMANOIDES,
PRODUCTIVIDAD Y COHESIÓN SOCIAL
EN UNA SOCIEDAD ENVEJECIDA**

Julio 2026

“Damos forma a nuestras herramientas y, después,
nuestras herramientas nos dan forma a nosotros.”

John M. Culkin

Euskadi ha construido durante décadas un modelo de bienestar, cohesión social y desarrollo económico apoyado en una base industrial sólida, en una cultura empresarial arraigada y en una notable capacidad de colaboración entre instituciones, empresas, centros de conocimiento y sociedad civil. Ese modelo ha permitido combinar progreso económico, empleo de calidad, servicios públicos avanzados y un fuerte sentido de comunidad.

Sin embargo, las condiciones sobre las que se asentó ese equilibrio están cambiando con rapidez. Euskadi es hoy una sociedad más envejecida, con una población activa que crecerá con dificultad, con sectores que ya encuentran problemas para cubrir determinadas vacantes y con una demanda creciente de cuidados, servicios sociales y atención sanitaria. Al mismo tiempo, la competencia internacional se intensifica, la productividad se convierte en una condición imprescindible para sostener el bienestar y nuevas tecnologías comienzan a transformar no solo la forma en que pensamos, decidimos o gestionamos información, sino también la forma en que producimos, nos movemos, cuidamos y trabajamos.

Este informe nace de esa intersección. No pretende analizar los robots humanoides como una curiosidad tecnológica ni como una promesa futurista. Su punto de partida es más concreto: la inteligencia artificial está dejando de actuar solo en el ámbito digital y empieza a adquirir capacidad de intervención en el mundo físico. A través de robots humanoides, robots móviles, sistemas autónomos, maquinaria inteligente, exoesqueletos, sensores, visión artificial y nuevas formas de automatización avanzada, la inteligencia artificial empieza a tener cuerpo.

La pregunta, por tanto, no es únicamente si estas tecnologías llegarán. Llegarán, aunque probablemente de forma desigual, con ritmos distintos según sectores, con limitaciones técnicas todavía relevantes y con importantes incertidumbres sociales, económicas y regulatorias. La pregunta verdaderamente estratégica es otra: cómo quiere Euskadi prepararse para integrarlas en su modelo productivo y social.

Zedarriak abre esta conversación porque la cuestión afecta de lleno a algunos de los grandes retos del país. Afecta a la productividad, porque una sociedad envejecida necesitará producir más valor con menos población activa relativa. Afecta al tejido industrial, porque la robótica avanzada puede convertirse en una nueva plataforma mecatrónica comparable, por su potencial tractor, a lo que han supuesto la automoción o la aeronáutica en las últimas décadas. Afecta a las pymes, porque existe el riesgo de que las nuevas capacidades tecnológicas queden concentradas solo en grandes empresas. Afecta al empleo, porque será necesario anticipar nuevas cualificaciones, nuevas formas de organización del trabajo y nuevos acuerdos sociales. Y afecta a los cuidados, porque el envejecimiento obligará a encontrar formas de apoyar a profesionales y familias sin deshumanizar aquello que debe seguir siendo profundamente humano.

El enfoque de este informe no es tecnoutópico ni defensivo. No parte de la idea de que toda automatización sea deseable, ni de que el progreso tecnológico resuelva por sí solo los problemas sociales. Pero tampoco acepta que la mejor respuesta sea esperar. En una transformación de esta naturaleza, la pasividad no conserva el presente: suele desplazar las decisiones hacia otros territorios, otras empresas y otros modelos de integración tecnológica.

Por eso, la tesis que aquí se plantea es deliberadamente doble. Por un lado, la inteligencia artificial física puede ayudar a responder a algunos de los límites estructurales de una Euskadi envejecida: escasez de trabajo disponible, presión sobre los cuidados, necesidad de productividad y sostenibilidad del bienestar. Por otro, puede abrir una nueva oportunidad industrial para un territorio que no parte de cero: Euskadi cuenta con capacidades en metal-mecánica, máquina-herramienta, automoción, mecatrónica, automatización, sensórica, software industrial, formación profesional, centros tecnológicos y cooperación público-privada.

La oportunidad no está necesariamente en fabricar millones de robots humanoides ni en competir en escala con China o Estados Unidos. La oportunidad puede estar en elegir bien los eslabones de mayor valor: integración industrial, componentes críticos, validación, certificación, seguridad, mantenimiento, aplicaciones sectoriales, servicios avanzados y modelos de despliegue socialmente aceptables. En otras palabras, no se trata solo de preguntarse cómo utilizará Euskadi estas tecnologías, sino si será capaz de posicionarse a tiempo en la nueva cadena industrial que se está formando a su alrededor.

Este informe defiende, además, que esa integración debe hacerse desde una perspectiva humanista. La robótica avanzada no debería formularse como una carrera por sustituir personas, sino como una estrategia para ampliar capacidades humanas, asumir tareas penosas, repetitivas, peligrosas o difíciles de cubrir, mejorar la productividad, reforzar la competitividad de las empresas y liberar tiempo humano para aquello que seguirá siendo insustituible: el juicio, la responsabilidad, la creatividad, la relación, el cuidado y la construcción de confianza.

Euskadi tiene tamaño, tradición industrial, cultura institucional y densidad social suficientes para ensayar una vía propia: una robotización orientada al bienestar, al empleo de calidad, al arraigo empresarial y a la cohesión. Esa puede ser una ventaja competitiva europea, no una carga. Integrar tecnología con confianza social puede ser tan importante como desarrollar la tecnología misma.

Zedarriak no pretende cerrar este debate, sino abrirlo a tiempo. Porque la tecnología madurará con o sin Euskadi. Lo que está en juego es si el país se limitará a adaptarse tarde a decisiones tomadas por otros, o si será capaz de anticipar, aprender, experimentar y decidir cómo quiere incorporar la inteligencia artificial física a su economía, a sus empresas, a sus servicios públicos y a su contrato social.

La ventana de oportunidad está abierta, pero no lo estará indefinidamente.

Índice de Contenidos

1. El contexto: demografía, productividad y límites del modelo actual.....	4
2. El futuro plausible: inteligencia artificial con cuerpo.....	6
2.1. Cuando la IA sale de las pantallas y empieza a actuar en el mundo físico	6
2.2. Lo que todavía no sabemos	8
3. La carrera global: robots humanoides, poder económico y política industrial	9
3.1. Aprender antes de que la nueva cadena de valor esté cerrada.....	9
4. Impacto en el mercado de trabajo: la doble transformación.....	12
4.1. Automatización cognitiva, automatización física y rediseño del empleo	12
4.2. Una doble transformación del empleo	13
4.3. Dos pactos necesarios: juventud y representación de las personas trabajadoras.....	14
5. Impacto económico: productividad, costes y oportunidad industrial	16
5.1. De la aritmética empresarial a la estrategia de país	16
5.2. La nueva oportunidad industrial	17
5.3. Productividad al servicio del bienestar	18
5.4. Euskadi ante la decisión	19
6. Sectores donde la IA física podría desplegarse primero en Euskadi.....	20
6.1. Empezar por tareas difíciles de cubrir, penosas o de alto impacto productivo	20
6.2. Industria manufacturera, automoción y máquina-herramienta	20
6.3. Logística, almacenes y distribución.....	21
6.4. Mantenimiento industrial e infraestructuras.....	21
6.5. Construcción, rehabilitación y adaptación del parque edificado	21
6.6. Salud, residencias y cuidados.....	22
6.7. Servicios urbanos, limpieza, vigilancia e inspección	22
7. Pymes y transición justa: evitar una brecha tecnológica estructural	23
7.1. Que la robotización avanzada no sea solo para los grandes.....	23
7.2. Un acompañamiento necesario.....	24
8. Impacto social y político: empleo, cuidados y contrato social	26
8.1. Gobernar la productividad para reforzar la cohesión	26
8.2. Cuatro nuevas tensiones en el contrato social	26
8.3. De robots humanoides a una robotización humanista	28
9. Sistema de pensiones y fiscalidad	29
9.1. Abrir el debate sin penalizar la productividad	29
9.2. La oportunidad del Concierto Económico.....	30
10. Nueve decisiones estratégicas para Euskadi	31
11. Euskadi, laboratorio europeo de robotización humanista	34
11.1. Una agenda 2026-2030 para integrar industria, cuidados y cohesión.....	34
11.2. Cinco líneas de acción.....	34
11.3. Una agenda de país, no una suma de proyectos	36
Anexo I. Otros informes de interés	38

1. El contexto: demografía, productividad y límites del modelo actual

Las economías avanzadas no afrontan una simple desaceleración cíclica. Lo que está en marcha es un cambio estructural de régimen. La combinación de caída sostenida de la natalidad, envejecimiento acelerado y estancamiento relativo de la productividad está alterando las bases económicas sobre las que se construyó el modelo europeo de bienestar. No estamos ante una fase baja del ciclo, sino ante un desequilibrio creciente entre población dependiente y población activa.

El fenómeno es global. El informe “Dependency and Depopulation?” del McKinsey Global Institute estima que dos tercios de la población mundial viven ya en países con tasas de fertilidad por debajo del nivel de reemplazo. En las economías avanzadas, la población en edad de trabajar pasará aproximadamente del 67% actual al 59% en 2050. No es una previsión marginal: es una transformación demográfica de gran escala.

Esto implica menos personas trabajadoras sosteniendo a más personas jubiladas, mayor gasto sanitario, más demanda de cuidados y una presión creciente sobre los sistemas públicos de pensiones y servicios sociales. El World Economic Forum identifica a las sociedades especialmente envejecidas como uno de los grandes riesgos estructurales de la próxima década. No se trata de una hipótesis lejana: es una realidad ya en marcha.

En Euskadi, esta dinámica es incluso más intensa. La tasa de natalidad se mantiene de forma persistente por debajo del nivel de reemplazo, mientras la esperanza de vida se sitúa entre las más elevadas de Europa. El resultado es una pirámide demográfica cada vez más tensionada, que afecta simultáneamente al mercado laboral, al sistema de pensiones, a la financiación de los servicios públicos y a la organización social de los cuidados.

La reducción de la población activa ya es observable sin necesidad de esperar a 2050. Sectores como la industria manufacturera, la construcción, la logística, el transporte, la atención sociosanitaria o los cuidados muestran dificultades persistentes para cubrir determinadas vacantes, incluso en contextos de crecimiento moderado. Estas tensiones no siempre se corrigen con aumentos salariales, lo que indica que el problema no es exclusivamente de mercado, sino estructural. La escasez de trabajo disponible empieza a actuar como límite al crecimiento.

El reto estructural de Euskadi

Tensión de fondo	Consecuencia	Respuesta necesaria
Menos población activa relativa	Dificultad para cubrir vacantes y sostener cotizaciones	Productividad, talento sénior, inmigración e innovación organizativa
Más envejecimiento	Mayor demanda sanitaria, social y de cuidados	Nuevos modelos de cuidado y apoyo tecnológico
Productividad insuficiente	Menor crecimiento y presión sobre el bienestar	Digitalización, IA física, formación e inversión productiva
Competencia global intensa	Riesgo de pérdida de posición industrial	Anticipación tecnológica y nueva estrategia industrial

A esta presión demográfica se suma la evolución desigual de la productividad. Mientras otras regiones han acelerado su crecimiento mediante digitalización, inversión tecnológica y adopción intensiva de nuevas capacidades productivas, Europa muestra una dinámica más moderada. El informe sobre competitividad europea liderado por Mario Draghi advierte de que, manteniendo el ritmo reciente, la Unión Europea tendrá dificultades para sostener su peso económico relativo en las próximas décadas. En la misma línea, el informe Much More Than a Market, de Enrico Letta, subraya que Europa ha perdido peso relativo en la economía mundial en paralelo a su declive demográfico interno.

Durante buena parte del siglo XX, el crecimiento permitió aumentar salarios, financiar servicios públicos, ampliar derechos sociales y reducir progresivamente la jornada laboral. Ese equilibrio descansaba sobre dos motores: expansión demográfica y aumento sostenido de la productividad. Cuando uno de esos motores se detiene y el otro no acelera lo suficiente, el modelo entra en tensión.

Las respuestas tradicionales (aumentar impuestos, incrementar deuda, retrasar la edad efectiva de jubilación o reducir prestaciones) pueden aliviar parte de la presión a corto plazo, pero no corrigen por sí solas el desequilibrio estructural. Sin un aumento significativo de la productividad, el escenario previsible combina menor crecimiento, mayor presión fiscal, tensiones intergeneracionales y erosión gradual del Estado del bienestar.

Ante la reducción estructural de la población en edad de trabajar, las economías avanzadas disponen, en términos agregados, de varias vías de respuesta: elevar sustancialmente la productividad, ampliar la base laboral mediante inmigración, activar talento sénior, mejorar la formación continua, reorganizar procesos productivos y utilizar tecnologías de apoyo. Ninguna de estas respuestas, por sí sola, será suficiente. La cuestión relevante es cómo combinarlas de forma inteligente, socialmente legítima y económicamente sostenible.

La inmigración será parte necesaria de la respuesta. En muchos países europeos, el crecimiento de la población activa depende ya en gran medida de los flujos migratorios. Esta estrategia es legítima y necesaria en numerosos sectores, pero exige políticas activas de integración, educación, vivienda, cohesión social y adaptación cultural. En territorios con identidad lingüística, política, sindical y cultural diferenciada, como Euskadi, el reto adquiere además una dimensión específica: integrar más población activa sin debilitar la cohesión que sostiene el propio modelo social.

La automatización avanzada y, en particular, la robótica humanoide no sustituyen la necesidad de políticas migratorias ni de integración social. Euskadi necesitará simultáneamente más productividad, mejor integración de la inmigración, activación de talento sénior, formación continua, nuevas formas de organización y tecnología de apoyo. La robótica puede reducir que toda la respuesta al envejecimiento descansa exclusivamente sobre la incorporación de más población activa, pero no elimina la dimensión humana, social y cultural del reto demográfico.

Este matiz es importante. No se trata de plantear una falsa alternativa entre inmigración o robots. Se trata de reconocer que una sociedad envejecida necesitará más de una palanca para sostener su bienestar. La tecnología puede ayudar a cubrir tareas difíciles de atender, físicamente exigentes, repetitivas o con déficit persistente de mano de obra, pero no reemplaza la necesidad de políticas de integración, formación, empleo de calidad y cohesión social.

Al mismo tiempo, la convergencia entre inteligencia artificial avanzada y robótica física está acelerando el ritmo de cambio tecnológico. Diversos análisis recientes apuntan a que los sistemas de IA están asumiendo progresivamente tareas cognitivas que hasta hace pocos años se consideraban exclusivas del trabajo humano cualificado. La próxima fase de automatización puede afectar no solo a tareas administrativas, analíticas o de servicios avanzados, sino también a tareas físicas cuando la inteligencia artificial se integre en sistemas capaces de actuar en entornos reales.

El problema de fondo, por tanto, es económico y social antes que tecnológico: cómo sostener el modelo europeo de bienestar en una era de escasez relativa de trabajo humano disponible. La tecnología entra en este análisis como herramienta para responder a una restricción real, no como punto de partida ideológico.

No actuar no equivale a mantener el statu quo. Equivale a aceptar un declive relativo. Euskadi debe afrontar este debate con prudencia, pero también con ambición: si quiere sostener bienestar, cuidados, empleo de calidad e industria arraigada, necesitará elevar su productividad y decidir a tiempo qué papel quiere otorgar a la inteligencia artificial física dentro de su modelo de desarrollo.

2. El futuro plausible: inteligencia artificial con cuerpo

2.1. Cuando la IA sale de las pantallas y empieza a actuar en el mundo físico

Durante los últimos años, el debate sobre la inteligencia artificial se ha concentrado sobre todo en su dimensión digital: generación de textos, imágenes y código; análisis de información; automatización de tareas administrativas; apoyo a la toma de decisiones; interacción mediante lenguaje natural. Esa primera ola está transformando ya muchas actividades cognitivas y organizativas. Sin embargo, la siguiente frontera puede ser aún más profunda: la integración de esa inteligencia en sistemas físicos capaces de moverse, manipular objetos, percibir su entorno y actuar en espacios reales.

Este es el cambio cualitativo que da sentido a la expresión **“inteligencia artificial con cuerpo”**. La IA, por sí sola, es software: puede interpretar información, aprender patrones, recomendar acciones o generar contenidos. Pero cuando esa capacidad se incorpora a un sistema físico —un robot, una máquina autónoma, un exoesqueleto, un vehículo, un brazo colaborativo o una plataforma móvil— deja de operar únicamente en el plano de la información y empieza a incidir directamente sobre la producción, la logística, la movilidad, los cuidados, la inspección, el mantenimiento y la organización del trabajo.

Los robots humanoides son la imagen más visible de esta nueva etapa. Su fuerza narrativa es evidente: permiten imaginar máquinas capaces de actuar en entornos diseñados para personas, utilizando herramientas, pasillos, puertas, escaleras, almacenes, líneas de montaje o espacios asistenciales sin necesidad de rediseñarlos por completo. Frente a la robótica industrial clásica —muy eficiente, pero normalmente confinada a tareas repetitivas y altamente estructuradas—, el robot humanoide aspira a combinar movilidad, manipulación versátil, percepción artificial e integración con modelos avanzados de inteligencia artificial.

Esa vocación de generalidad es lo que los hace estratégicamente relevantes. Un robot industrial tradicional suele estar diseñado para una tarea concreta dentro de una línea específica. Un robot humanoide, en cambio, pretende desempeñar distintas tareas dentro de un mismo espacio, utilizando herramientas, interfaces y flujos de trabajo pensados para seres humanos. Si esa promesa alcanza niveles suficientes de fiabilidad y coste, el humanoide dejaría de ser una máquina especializada y pasaría a parecerse más a una infraestructura productiva transversal.

IA física: no solo robots humanoides

Forma tecnológica	Posibles usos iniciales
Robots humanoides	Entornos diseñados para personas: almacenes, fábricas, residencias, hospitales
Robots móviles	Transporte interno, logística, inspección, vigilancia
Brazos colaborativos	Manipulación, montaje, alimentación de máquinas
Exoesqueletos	Apoyo físico, ergonomía, prevención de lesiones
Maquinaria autónoma	Construcción, mantenimiento, industria, infraestructuras
Sensores + visión artificial	Supervisión, control de calidad, seguridad, mantenimiento predictivo
Gemelos digitales	Simulación, entrenamiento, integración y mejora de procesos

Conviene, por tanto, evitar un error de enfoque. Aunque este informe utiliza el robot humanoide como símbolo principal de esta nueva etapa, la cuestión estratégica es más amplia: la emergencia de la **inteligencia artificial física** o **inteligencia artificial encarnada**. La forma humanoide será especialmente útil en entornos diseñados para personas, pero no será siempre la solución más eficiente. En muchos casos, la respuesta vendrá de robots móviles, brazos colaborativos, exoesqueletos, robots de inspección, maquinaria inteligente, sensores, sistemas autónomos sectoriales, gemelos digitales o plataformas de integración industrial.

Para Euskadi, este matiz es importante. Si el informe se limitara a los humanoides, el debate podría parecer demasiado futurista o dependiente de unas pocas compañías globales. Si se entiende como IA física, en cambio, conecta mucho mejor con capacidades ya presentes en el territorio: máquina-herramienta, automoción, mecatrónica, componentes, sensórica, automatización, software industrial, integración de sistemas, formación profesional y centros tecnológicos.

La señal industrial ya es visible. Grandes compañías de automoción, robótica e inteligencia artificial están destinando capital, talento y capacidad de desarrollo a sistemas físicos inteligentes. Los anuncios de empresas como Tesla deben interpretarse con prudencia: son hojas de ruta empresariales ambiciosas, no realidades industriales plenamente consolidadas. Lo relevante no es asumir literalmente cada cifra anunciada, sino interpretar la señal estratégica: actores con experiencia en producción a escala, software, baterías, sensores y plataformas de movilidad están explorando la robótica como una nueva frontera industrial.

La analogía con el vehículo eléctrico ayuda a entender el momento. Durante años, el coche eléctrico fue percibido como una tecnología interesante, pero limitada por costes, autonomía, infraestructura y aceptación del mercado. Después, la combinación de inversión, regulación, aprendizaje industrial, baterías más baratas y presión competitiva aceleró su adopción. La robótica avanzada podría seguir una curva parecida: escepticismo inicial, prestaciones limitadas, pilotos aparentemente inmaduros, mejora rápida, reducción de costes y, finalmente, adopción estructural en determinados usos.

Esto no significa que la implantación vaya a ser inmediata ni homogénea. Los robots humanoides representan todavía una parte reducida del parque robótico mundial. Hoy siguen existiendo limitaciones relevantes en autonomía energética, manipulación fina, seguridad, robustez en entornos no controlados, mantenimiento, coste total de propiedad y dependencia de supervisión humana. Muchos despliegues continuarán siendo pilotos durante un tiempo. Pero sería un error interpretar esas limitaciones como barreras permanentes. La historia tecnológica muestra que el punto de inflexión no llega cuando una tecnología es perfecta, sino cuando es suficientemente buena, suficientemente fiable y barata para resolver problemas reales.

Desde una perspectiva económica, la cuestión decisiva será el paso del prototipo al activo productivo. Si el coste de adquisición, operación y mantenimiento desciende por debajo de determinados umbrales, los sistemas de IA física podrán compararse con otras inversiones de capital: maquinaria, vehículos, robots industriales, software o equipamiento productivo. En ese momento, la adopción no dependerá del entusiasmo tecnológico, sino de la productividad, la escasez de mano de obra, la seguridad laboral, la disponibilidad operativa y la presión competitiva.

En sectores con tareas repetitivas, físicamente exigentes, peligrosas o difíciles de cubrir, la IA física puede aportar valor antes que en actividades que requieren alta destreza manual, juicio contextual complejo o interacción humana intensa. Por eso, los primeros despliegues probablemente no sustituirán ocupaciones completas, sino tareas concretas dentro de procesos más amplios: transporte interno, carga y descarga, inspección, apoyo logístico, manipulación sencilla, mantenimiento preventivo, vigilancia de instalaciones, asistencia física en cuidados o apoyo en entornos industriales.

Esta distinción es esencial. La pregunta no es si un robot “sustituye a una persona”, sino qué tareas puede asumir, con qué nivel de supervisión, en qué condiciones de seguridad, con qué coste total y con qué efectos sobre el empleo, la calidad del trabajo y la productividad del conjunto del sistema. La unidad de análisis no debe ser solo el puesto de trabajo, sino la tarea, el proceso y el modelo organizativo.

En ese sentido, la IA física puede ser una herramienta de rediseño del trabajo. Puede asumir tareas penosas o repetitivas, reducir riesgos ergonómicos, mejorar la continuidad operativa, liberar tiempo humano para funciones de mayor valor y permitir que personas trabajadoras se concentren en supervisión, coordinación, relación, criterio, mantenimiento, mejora de procesos y toma de decisiones. Pero ese resultado no está garantizado por la tecnología. Dependerá de cómo se diseñen los pilotos, cómo se forme a las personas, cómo participen los trabajadores y cómo se repartan las ganancias de productividad.

2.2. Lo que todavía no sabemos

Conviene distinguir entre dirección de la tendencia y madurez comercial. La dirección parece clara: la inteligencia artificial se está integrando progresivamente en sistemas físicos más capaces, móviles y versátiles. Pero todavía existen incertidumbres relevantes.

Incertidumbre	Por qué importa
Fiabilidad en entornos no controlados	Una demostración pública no equivale a operación industrial estable
Autonomía energética	La duración de baterías, recarga y sustitución condicionan el uso real
Seguridad junto a personas	La interacción continua exige estándares, certificación y seguros
Coste total de propiedad	No basta con el precio de compra: mantenimiento, software, energía, supervisión y paradas cuentan
Destreza manual	Muchas tareas físicas siguen siendo más complejas de lo que parecen
Ciberseguridad y datos	Un robot conectado también es una infraestructura vulnerable
Aceptación social	El despliegue dependerá de confianza, transparencia y legitimidad
Evolución de costes	La posible combinación de monopolio/oligopolio y dependencia de los usuarios puede crear las condiciones para que el coste aumente

La conclusión no es que la tecnología esté ya plenamente resuelta. La conclusión es que está avanzando lo suficiente como para que los territorios industriales deban prepararse antes de que la adopción sea masiva. Esperar a que todos los problemas estén resueltos puede equivaler a llegar cuando los estándares, los proveedores, los modelos de negocio y las posiciones de la cadena de valor estén ya definidos por otros.

Para Euskadi, el futuro plausible no debe formularse como una predicción cerrada, sino como una hipótesis estratégica suficientemente verosímil para actuar. Si la IA física madura lentamente, prepararse permitirá aprender, formar talento y evitar errores. Si madura rápido, haber empezado antes será una ventaja. En ambos casos, la peor estrategia sería mirar el fenómeno como una curiosidad tecnológica ajena a la industria vasca.

La inteligencia artificial con cuerpo no es solo una nueva familia de máquinas. Puede convertirse en una nueva infraestructura productiva. Y, como ocurrió con otras plataformas industriales, los territorios que aprendan antes no necesariamente serán los más grandes, pero sí podrán elegir mejor su posición.

3. La carrera global: robots humanoides, poder económico y política industrial

3.1. Aprender antes de que la nueva cadena de valor esté cerrada

La evolución de los robots humanoides y, en términos más amplios, de la inteligencia artificial física, no puede analizarse como un fenómeno tecnológico aislado. Forma parte de una competencia industrial y geopolítica más amplia en torno al control de tecnologías estratégicas: inteligencia artificial, semiconductores, sensores, baterías, actuadores, software, sistemas energéticos, manufactura avanzada, datos e integración industrial. En este marco, la robótica avanzada no es una curiosidad futurista, sino un posible vector de poder económico.

La experiencia reciente con el vehículo eléctrico, las baterías y los módulos fotovoltaicos ofrece una advertencia clara. En menos de una década, China pasó de ser un actor relevante, a convertirse en el líder industrial en capacidad productiva, escala y reducción de costes en varias cadenas tecnológicas críticas. Estados Unidos mantuvo el liderazgo en determinados segmentos tecnológicos y empresariales, pero la industrialización masiva se concentró en Asia. Europa reaccionó tarde y hoy trata de recuperar posiciones mediante regulación, política industrial y nuevos instrumentos de inversión.

La robótica avanzada puede seguir una trayectoria parecida. En sus primeras fases predominan el escepticismo, las prestaciones limitadas, los costes elevados, los pilotos inmaduros y la sensación de que la tecnología aún no está preparada para una adopción estructural. Después, si convergen inversión, aprendizaje industrial, mejora de componentes, disponibilidad de datos, reducción de costes y presión competitiva, el despliegue puede acelerarse con rapidez. En ese momento, quienes han esperado a que la tecnología esté plenamente madura suelen descubrir que los estándares, proveedores, plataformas y modelos de negocio ya han sido definidos por otros.

China merece una atención especial, no como modelo político, sino como caso de estudio de anticipación industrial. Su estrategia responde a una contradicción de fondo: una economía que aspira a seguir expandiéndose, pero que afronta envejecimiento, reducción de población activa y tensiones crecientes de mano de obra. Su respuesta está siendo acelerar la automatización, reforzar la robótica industrial, impulsar la inteligencia artificial física y desarrollar capacidades propias en toda la cadena de valor.

El paralelismo con el vehículo eléctrico es ilustrativo. En la primera fase de la electrificación predominaban las dudas sobre autonomía, costes, infraestructura y competitividad frente al motor de combustión. China apostó con anticipación por baterías, fabricantes locales, ayudas públicas, mercado interno, infraestructura, escala y aprendizaje industrial. Tesla inició desde Estados Unidos un movimiento disruptivo de enorme impacto, pero China convirtió esa disrupción en una estrategia industrial de país. El resultado ha sido un cambio profundo del mapa mundial de la automoción.

Esa dinámica ya no es una hipótesis. En agosto de 2026, la china Unitree Robotics protagonizó el primer debut bursátil de un fabricante de robots humanoides en la China continental, con una acogida que ilustra hasta qué punto el capital ya considera estratégica esta industria. La compañía salió a bolsa con una valoración cercana a los 9.000 millones de dólares y llegó a multiplicar por más de seis su precio en la primera sesión, hasta situar su valoración en el entorno de los 50.000 millones de dólares.

Conviene leer estas cifras con prudencia, porque responden en parte a la euforia inversora y los propios analistas advierten de que la adopción real de los humanoides está todavía en una fase inicial. Pero la señal de fondo es inequívoca, igual que ocurrió con las baterías o el vehículo eléctrico, los mercados están anticipando que la robótica avanzada será una de las grandes plataformas industriales de la próxima década, y lo hacen apostando por actores que ya fabrican a escala. Para un territorio industrial como Euskadi, la lección no es financiera sino estratégica: cuando el capital se posiciona con esta intensidad, la ventana para decidir dónde estar en la cadena de valor se estrecha con rapidez.

La robótica humanoide y la IA física pueden reproducir parte de esa dinámica. El liderazgo no se decidirá únicamente en el laboratorio, sino en la capacidad de producir, integrar, desplegar, mantener y mejorar sistemas en entornos reales. Y en ese tipo de competencia la escala, la velocidad de aprendizaje y la movilización coordinada de cadenas de suministro importan tanto como la invención inicial.

Estados Unidos parte de una posición distinta. Su fortaleza se concentra en inteligencia artificial avanzada, plataformas digitales, capital privado, grandes empresas tecnológicas y capacidad para convertir visiones empresariales ambiciosas en mercados nuevos. Compañías como Tesla, Figure AI, Boston Dynamics u otros actores del ecosistema norteamericano representan una aproximación más empresarial y de plataforma: grandes apuestas privadas, rápido acceso a financiación, integración de software y hardware, y fuerte capacidad de atracción de talento.

Sin embargo, la comparación entre Estados Unidos y China es insuficiente para Euskadi si se interpreta solo como una carrera entre gigantes. Para una economía de tamaño medio, industrial y altamente integrada en Europa, la pregunta no es quién ganará la carrera global, sino qué posición puede ocupar en la nueva cadena de valor. Euskadi no puede ni debe intentar competir con China en escala ni con Estados Unidos en concentración de capital tecnológico. Su oportunidad es otra: identificar eslabones donde sus capacidades industriales, tecnológicas e institucionales puedan generar valor diferencial.

Europa se encuentra en una posición ambivalente. Dispone de ingeniería industrial sólida, experiencia en robótica colaborativa, fabricantes avanzados de maquinaria, centros tecnológicos de referencia, cultura de seguridad, capacidad regulatoria y una base manufacturera todavía relevante. Alemania, Italia, Francia y otros países europeos cuentan con ecosistemas industriales muy sofisticados. Pero Europa no está marcando el ritmo global en robótica humanoide ni en volumen de inversión ni en velocidad de despliegue. Su riesgo no es carecer de capacidades, sino dispersarlas, llegar tarde o limitarse a regular una tecnología desarrollada y escalada fuera.

Al mismo tiempo, Europa tiene una fortaleza que no debería minusvalorarse: la confianza. En una tecnología destinada a interactuar con personas en fábricas, hospitales, residencias, hogares, espacios públicos o infraestructuras críticas, la seguridad, la certificación, la privacidad, la responsabilidad y la legitimidad social serán factores competitivos. La regulación europea puede ser una carga si se convierte en lentitud burocrática, pero también puede ser una ventaja si genera estándares de confianza y convierte a Europa en referencia para una robotización segura, auditada y socialmente aceptable.

Para Euskadi, esta lectura europea es especialmente relevante. El territorio no parte de cero. Cuenta con capacidades transferibles desde la automoción, la máquina-herramienta, la robótica industrial, la sensórica, los componentes de precisión, la automatización, el software industrial, la integración de sistemas, la formación profesional y los centros tecnológicos. No se trata de abandonar sectores existentes, sino de preparar su evolución hacia un nuevo espacio industrial.

La carrera global y la posición posible de Euskadi

Territorio	Fortaleza principal	Riesgo o límite	Lección para Euskadi
China	Escala industrial, política de país, aprendizaje rápido, cadenas de suministro	No es trasladable como modelo político ni institucional	Anticipar antes de que el mercado esté cerrado
Estados Unidos	IA avanzada, plataformas, capital privado, grandes actores tecnológicos	Concentración empresarial y dependencia de gigantes privados	Convertir visión tecnológica en proyectos empresariales
Europa	Ingeniería, industria avanzada, regulación, seguridad y confianza	Fragmentación, lentitud y menor escala	Hacer de la confianza y la integración una ventaja
Euskadi	Industria metal-mecánica y mecatrónica, pymes, centros tecnológicos, FP, cooperación público-privada	Escala limitada y riesgo de ser solo comprador tardío	Elegir eslabones de alto valor: integración, componentes, validación, certificación y aplicaciones

La robótica avanzada puede convertirse en una nueva plataforma tractora para la industria vasca, como lo han sido en las últimas décadas la automoción o la aeronáutica. No necesariamente porque Euskadi vaya a fabricar robots completos en grandes volúmenes, sino porque alrededor de esos sistemas se formará una cadena de valor compleja: actuadores, reductores, materiales, sistemas de movimiento, visión artificial, sensores, baterías, software de control, ciberseguridad, integración industrial, mantenimiento, certificación, seguros, formación, servicios de despliegue y aplicaciones sectoriales.

Esta es la lección principal para Euskadi: no esperar a que el mercado esté completamente definido.

Cuando una tecnología puede reconfigurar sectores enteros, la política industrial debe actuar antes de que las posiciones competitivas estén cerradas. Eso no significa apostar a ciegas ni sustituir el criterio empresarial por dirigismo público. Significa observar sistemáticamente, aprender rápido, conectar capacidades, financiar pilotos, facilitar la entrada de pymes, atraer talento, apoyar startups y orientar instrumentos existentes hacia un campo emergente con potencial tractor. Las instituciones vascas pueden desempeñar un papel similar al que han tenido en otras transiciones industriales: no como sustitutas del mercado, sino como catalizadoras. Gobierno Vasco, Diputaciones Forales, SPRI, Basque Trade, BRTA, universidades, centros de formación profesional, clústeres, empresas tractoras y pymes pueden actuar de forma coordinada si existe una dirección clara. La robotización avanzada no necesita únicamente fabricantes; necesita ecosistemas.

La oportunidad para Euskadi no está en copiar a China ni en imitar el modelo norteamericano de grandes plataformas privadas. Está en construir una posición propia dentro del marco europeo: una posición basada en industria avanzada, integración, seguridad, certificación, aplicaciones sectoriales, pymes, formación y confianza social. Euskadi puede competir en inteligencia de posicionamiento, no en escala. Por eso, la carrera global debe entenderse como una señal de tiempo. La pregunta no es si Euskadi liderará mundialmente la robótica humanoide. La pregunta es si será capaz de situarse a tiempo en los eslabones donde puede crear valor antes de que otros definan la arquitectura industrial, tecnológica y regulatoria del sector.

La historia reciente muestra que llegar tarde a una nueva plataforma industrial no significa simplemente comprar más caro. Significa depender de proveedores externos, perder capacidad de aprendizaje, debilitar cadenas locales, reducir márgenes y limitar la posibilidad de orientar la tecnología hacia las necesidades propias del territorio. En la robótica avanzada, Euskadi todavía está a tiempo de elegir una posición. Pero esa elección requiere anticipación.

Euskadi no puede competir con China en escala ni con Estados Unidos en concentración de capital tecnológico. Pero sí puede competir en inteligencia de posicionamiento industrial.

4. Impacto en el mercado de trabajo: la doble transformación

4.1. Automatización cognitiva, automatización física y rediseño del empleo

El desarrollo reciente de la inteligencia artificial ha reabierto un debate clásico sobre el futuro del empleo cualificado. La irrupción de los robots humanoides y, en términos más amplios, de la inteligencia artificial física, añade ahora una segunda dimensión que amplía y acelera esa discusión. No estamos ante una única transformación tecnológica, sino ante la convergencia de dos dinámicas que actúan simultáneamente sobre distintos segmentos del mercado laboral.

Por un lado, la inteligencia artificial está alterando el trabajo cognitivo. Sistemas capaces de analizar información, redactar documentos, generar código, sintetizar conocimiento, atender consultas, apoyar decisiones o automatizar procesos administrativos empiezan a afectar a tareas que hasta hace pocos años se consideraban propias del trabajo cualificado. Informes recientes del FMI, la OCDE y otros organismos internacionales han advertido de que una proporción significativa de las tareas realizadas en economías avanzadas está expuesta a automatización parcial o transformación mediante sistemas de inteligencia artificial.

La presión ya no se limita a funciones administrativas rutinarias. Afecta también a análisis de datos, programación, diseño, asesoramiento jurídico, elaboración de informes, tareas financieras, atención al cliente, traducción, documentación técnica o soporte comercial. En muchos casos, la tecnología no sustituye una ocupación completa, pero sí modifica el contenido del trabajo, reduce tiempos, elimina tareas intermedias y obliga a redefinir qué aporta una persona en cada proceso.

Este impacto no depende de la llegada de una hipotética inteligencia artificial general. El efecto económico relevante ya puede observarse con sistemas actuales: cada nueva generación de modelos amplía el rango de tareas automatizables, sin necesidad de cruzar un umbral definitivo. La frontera no es binaria. No se pasa de “no puede hacerlo” a “lo hace todo”. Se avanza tarea a tarea, proceso a proceso, función a función.

Uno de los riesgos menos visibles de esta primera transformación es la ruptura de la escalera profesional. Muchas organizaciones han formado tradicionalmente a sus profesionales a través de tareas de entrada: análisis preliminares, documentación, preparación de informes, soporte técnico, revisión de datos, asistencia a equipos sénior. Si una parte de esas tareas deja de contratarse porque la asumen sistemas de inteligencia artificial, no solo se reduce el empleo presente; se debilita el mecanismo por el que las nuevas generaciones adquieren experiencia y progresan hacia posiciones cualificadas.

Para una sociedad envejecida como la vasca, este riesgo merece atención específica. Euskadi necesita incorporar a cada cohorte joven al máximo de su potencial, formar talento especializado y sostener una base profesional amplia en industria, servicios avanzados, cuidados, tecnología, gestión y administración pública. Si la automatización cognitiva se traduce en menos oportunidades de entrada, el problema no será solo laboral, sino de formación de capital humano.

Por otro lado, la inteligencia artificial física introduce presión sobre tareas manuales, logísticas, operativas y de servicios. Si la IA digital transforma parte del trabajo de oficina, los robots físicos pueden transformar tareas de almacén, transporte interno, manipulación, mantenimiento básico, inspección, vigilancia, limpieza, apoyo físico en cuidados o determinadas operaciones industriales. La automatización ya no actúa solo sobre tareas repetitivas en líneas altamente estructuradas, como en la robótica industrial clásica; puede extenderse progresivamente a entornos más abiertos, variables y diseñados para personas.

4.2. Una doble transformación del empleo

Esta es la verdadera novedad: la automatización deja de ser solo cognitiva o solo industrial. Se convierte en una doble transformación. Por arriba, afecta a tareas cualificadas, analíticas y administrativas. Por abajo, incide sobre tareas físicas, repetitivas, penosas o difíciles de cubrir. Y entre ambas dimensiones obliga a repensar la organización del trabajo, la formación, la negociación colectiva, la prevención de riesgos, la productividad y la distribución de oportunidades.

Sin embargo, sería un error presentar este proceso como una sustitución lineal de personas por máquinas. La unidad de análisis no debe ser solo el puesto de trabajo, sino la tarea y el proceso. Una ocupación contiene tareas automatizables, tareas aumentables y tareas que seguirán requiriendo juicio humano, responsabilidad, relación, creatividad, supervisión o confianza. La cuestión estratégica no es simplemente cuántos empleos desaparecerán, sino cómo cambiará el contenido del trabajo y qué nuevas capacidades habrá que desarrollar.

En muchos sectores, la robótica avanzada puede actuar más como complemento que como sustitución completa. Puede asumir tareas físicamente exigentes, peligrosas, repetitivas o con escasez persistente de mano de obra; reducir lesiones y riesgos ergonómicos; ampliar la disponibilidad operativa; mejorar la trazabilidad; y liberar tiempo humano para funciones de mayor valor. Pero ese resultado no se producirá de manera automática. Dependerá de cómo se diseñen los despliegues, de qué tareas se automaticen primero, de cómo se formen las plantillas y de cómo se repartan las ganancias de productividad.

La transición laboral tendrá, al menos, cuatro efectos simultáneos.

- Primero, algunas tareas desaparecerán o se reducirán de forma significativa.
- Segundo, muchas tareas se verán aumentadas mediante sistemas de apoyo, supervisión o automatización parcial.
- Tercero, surgirán nuevas funciones vinculadas a la integración, mantenimiento, programación, seguridad, supervisión, formación y mejora continua de sistemas inteligentes.
- Cuarto, determinadas capacidades humanas (criterio, empatía, relación, responsabilidad, creatividad, liderazgo, negociación y toma de decisiones en contextos inciertos) ganarán valor precisamente porque no son fácilmente automatizables.

Conviene detenerse en la objeción más rigurosa a este planteamiento. Un trabajo reciente de Falk y Tsoukalas (2026) demuestra que, cuando las empresas de un sector compiten, cada una se queda con el ahorro completo de sustituir a un trabajador por una máquina, pero solo soporta una fracción de la caída de demanda que provoca ese despido, porque el trabajador desplazado deja de gastar y esa pérdida se reparte entre todas las empresas del sector. El resultado es una carrera por automatizar que empobrece a la vez a trabajadores y a empresas, un dilema en el que a nadie le compensa frenar aunque todos vean el precipicio. Es un argumento sólido, pero su conclusión depende por completo de un supuesto: que los trabajadores desplazados no recuperen su renta en otro empleo. Cuando esa reabsorción es rápida, el mecanismo se atenúa e incluso se invierte, y la automatización pasa a generar demanda en lugar de destruirla. Aquí reside precisamente la diferencia del caso vasco. En una economía con exceso de mano de obra, el modelo de Falk y Tsoukalas describe una trampa real. En una Euskadi que envejece y que ya no logra cubrir vacantes estructurales, el trabajador cuya tarea asume un robot no engrosa una bolsa de paro, sino que cubre una necesidad que el mercado no consigue atender. La condición que activa la trampa competitiva es, en el contexto vasco, justamente la que no se cumple. Lejos de debilitar la tesis de este informe, el análisis de la automatización excesiva la refuerza: confirma que el riesgo aparece cuando sobra trabajo, no cuando falta.

En Euskadi, esta transformación debe leerse desde la estructura real de su economía. La industria manufacturera, la máquina-herramienta, la automoción, la logística, la salud, los cuidados, los servicios urbanos y las pymes industriales no afrontarán la robotización de la misma manera. Algunas empresas tendrán capacidad para experimentar pronto; otras necesitarán acompañamiento, financiación, servicios compartidos e integradores tecnológicos. Algunas tareas serán técnicamente automatizables, pero socialmente sensibles. Otras serán socialmente deseables, pero todavía tecnológicamente inmaduras.

Por eso, la formación será una pieza central. No se trata solo de formar ingenieros en robótica avanzada, aunque será necesario. Harán falta perfiles de integración industrial, mantenimiento mecatrónico, ciberseguridad, prevención de riesgos, análisis de datos industriales, supervisión de sistemas autónomos, diseño de procesos, ética aplicada, regulación, certificación, ergonomía y gestión del cambio. La formación profesional, las universidades, los centros tecnológicos y las empresas deberán anticipar estos perfiles antes de que la demanda los haga urgentes.

4.3. Dos pactos necesarios: juventud y representación de las personas trabajadoras

También será necesario proteger la entrada de jóvenes al mercado laboral. Si las “tareas junior” se automatizan, las organizaciones deberán diseñar nuevos itinerarios de aprendizaje. La tecnología puede asumir parte del trabajo repetitivo, pero no puede sustituir la experiencia acumulada que permite formar “profesionales senior”. Mantener esa cantera exigirá programas de aprendizaje en empresa, proyectos tutorizados, rotación por procesos, formación dual avanzada y nuevas formas de acompañamiento profesional.

La participación de las personas trabajadoras y de sus representantes será decisiva. La robotización no debería diseñarse desde fuera de los procesos ni imponerse como una decisión exclusivamente tecnológica o financiera. Los trabajadores conocen con precisión qué tareas son más penosas, cuáles generan más riesgo, dónde se producen ineficiencias, qué operaciones requieren criterio y qué cambios organizativos pueden mejorar realmente la productividad. Incorporar ese conocimiento puede aumentar la calidad de los pilotos y reducir resistencias posteriores.

La participación sindical no debe entenderse únicamente como resistencia, sino también como condición de legitimidad. En Euskadi, los representantes de los trabajadores podrían colaborar en la identificación de tareas robotizables, la evaluación de riesgos, la definición de planes de formación, la supervisión de pilotos y el reparto de ganancias de productividad. La robotización será más aceptable si se pacta antes de que se imponga por necesidades puramente competitivas.

Este punto es especialmente importante porque la tecnología no llega a un terreno neutral. Euskadi cuenta con una fuerte cultura industrial, tradición sindical, presencia cooperativa, negociación colectiva relevante y sensibilidad social ante los cambios productivos. Ignorar esa dimensión sería un error. Pero convertirla solo en freno también lo sería. La pregunta no es cómo evitar el conflicto a toda costa, sino cómo construir una transición con información, participación, formación y criterios compartidos.

La transición justa no consiste en ralentizar la transformación hasta hacerla irrelevante. Consiste en asegurar que la productividad generada por la tecnología se oriente también hacia empleo de calidad, mejores condiciones laborales, reducción de riesgos, formación continua y nuevas oportunidades profesionales. Una parte de las ganancias derivadas de la automatización debería traducirse en un dividendo social de productividad: más cualificación, más seguridad, mejores trayectorias laborales y, cuando sea posible, más tiempo humano disponible para tareas de mayor valor.

En definitiva, la inteligencia artificial física no elimina la centralidad del trabajo. La redefine. El reto para Euskadi no será defender todos los puestos actuales tal como existen hoy, sino construir las condiciones para que la transformación tecnológica genere mejores empleos, nuevas capacidades, empresas más competitivas y una sociedad más cohesionada. Ese equilibrio no vendrá dado por la tecnología. Habrá que diseñarlo.

Cinco criterios laborales para los pilotos de robotización

1. Identificar tareas, no solo puestos.
2. Priorizar tareas penosas, peligrosas, repetitivas o difíciles de cubrir.
3. Incorporar a trabajadores y representantes desde el diseño.
4. Acompañar cada piloto con formación y transición profesional.
5. Medir no solo ahorro de costes, sino productividad, seguridad, calidad del empleo y tiempo humano liberado.

5. Impacto económico: productividad, costes y oportunidad industrial

5.1. De la aritmética empresarial a la estrategia de país

Si la inteligencia artificial física alcanza niveles suficientes de fiabilidad, seguridad y coste, la cuestión económica dejará de ser hipotética. Cuando un sistema inteligente puede asumir determinadas tareas físicas, repetitivas, penosas o difíciles de cubrir con un coste competitivo y una disponibilidad elevada, la adopción pasa a formar parte de la lógica ordinaria de inversión empresarial.

Las empresas no incorporan tecnología únicamente porque sea novedosa, sino porque mejora procesos, reduce cuellos de botella, aumenta la calidad, permite operar con mayor continuidad, compensa la escasez de mano de obra o mejora la productividad. La robótica avanzada, si supera sus actuales limitaciones técnicas, se evaluará como cualquier otro activo productivo: maquinaria, líneas automatizadas, software industrial, vehículos, sistemas de control o equipamiento especializado.

La comparación relevante no es, por tanto, entre “personas y robots” en abstracto. La comparación se produce entre formas alternativas de realizar tareas concretas dentro de procesos productivos reales. En determinados usos, un robot no sustituirá una ocupación completa, pero sí podrá asumir tareas de transporte interno, clasificación, carga y descarga, inspección, limpieza, vigilancia, manipulación sencilla, apoyo físico o mantenimiento básico. En otros casos, actuará como complemento de profesionales humanos, aumentando su capacidad, reduciendo riesgos o liberando tiempo.

El coste por hora será una variable importante, pero no la única. En un escenario razonable de madurez tecnológica, el coste total de propiedad de un robot incluirá adquisición, financiación, mantenimiento, software, actualizaciones, energía, recambios, supervisión, seguros, ciberseguridad, certificación y posibles tiempos de parada. La variable decisiva no será solo el precio de compra, sino el grado de utilización efectiva, la fiabilidad operativa y la integración en procesos existentes.

El capital productivo se abarata cuanto más se utiliza. Esta lógica es conocida por cualquier empresa industrial. Una máquina, una línea automatizada o un vehículo especializado justifican mejor su inversión cuando operan con alta disponibilidad, mantenimiento planificado y suficiente carga de trabajo. Algo similar podría ocurrir con los sistemas de inteligencia artificial física: cuanto más estables, seguros y versátiles sean, mayor será su capacidad para reducir costes unitarios en determinadas tareas.

Pero conviene formular esta cuestión con cuidado. La productividad no puede plantearse como una sustitución deseable de personas por máquinas, sino como una condición para sostener actividad económica, empleo de calidad y bienestar en una sociedad envejecida. En Euskadi, el reto no es producir lo mismo con menos personas para debilitar el vínculo social, sino producir más valor con una población activa relativamente menor, cubrir tareas que ya resultan difíciles de atender, reforzar la competitividad de las empresas y liberar capacidad humana para funciones donde las personas seguirán siendo insustituibles.

En sectores industriales, logísticos o asistenciales, la presión económica será real. Si empresas competidoras de Asia, Estados Unidos o Europa incorporan sistemas robotizados capaces de reducir costes unitarios, mejorar calidad o ampliar disponibilidad, esa presión acabará llegando también a las empresas vascas. No adoptar tecnología puede parecer prudente a corto plazo, pero puede convertirse en vulnerabilidad competitiva si otros territorios aprenden antes, reducen costes antes y reorganizan sus cadenas de valor antes.

Por eso, la pregunta para Euskadi no debería ser si la robotización avanzada es cómoda o incómoda, sino cómo anticiparla para que fortalezca la economía vasca. La adopción pasiva —comprar tarde tecnología desarrollada, certificada e integrada por otros— dejaría al territorio en una posición dependiente. La adopción estratégica, en cambio, permitiría aprender antes, formar talento, identificar usos prioritarios, acompañar a pymes, desarrollar proveedores locales y construir capacidades propias.

5.2. La nueva oportunidad industrial

La robótica avanzada no es solo una tecnología que Euskadi puede utilizar. Puede ser también una nueva plataforma industrial en la que el territorio debe posicionarse. Esta es quizá una de las ideas más importantes del informe.

Euskadi es un país de industria metal-mecánica que ha evolucionado progresivamente hacia la mecatrónica, la automatización, la máquina-herramienta avanzada, la automoción, los componentes de precisión, la sensórica, el software industrial y la integración de sistemas. Esa trayectoria no es anecdótica: constituye una base real para participar en la nueva cadena de valor que se está formando alrededor de la inteligencia artificial física.

La oportunidad no consiste necesariamente en fabricar millones de robots humanoides finales. Euskadi no compite en escala con China ni en concentración de capital tecnológico con Estados Unidos. Pero la robótica avanzada necesitará muchos eslabones donde un territorio industrial especializado puede aportar valor: actuadores, reductores, sistemas de movimiento, estructuras mecánicas, componentes de precisión, visión artificial, sensores, baterías, software de control, ciberseguridad, integración industrial, mantenimiento, reparación, certificación, formación, servicios de despliegue y aplicaciones sectoriales.

En ese sentido, los robots pueden representar para las próximas décadas una plataforma tractora comparable, en ambición industrial, a lo que han supuesto la automoción o la aeronáutica. No porque repliquen exactamente su estructura, sino porque pueden movilizar capacidades industriales diversas, generar nuevas especializaciones, impulsar proveedores, crear demanda de talento técnico y abrir oportunidades de diversificación para empresas existentes.

Esta idea conecta directamente con la estructura productiva vasca. Muchas empresas que hoy trabajan para automoción, máquina-herramienta, bienes de equipo, energía, elevación, automatización o fabricación avanzada podrían encontrar en la robótica avanzada un campo natural de evolución. No se trataría de abandonar sectores actuales, sino de preparar su transformación hacia una economía industrial más intensiva en inteligencia, sensores, movimiento, software y sistemas autónomos.

La cadena de valor de la robótica avanzada no termina en el robot. De hecho, en muchos casos el valor estará menos en la unidad física y más en todo lo que permite que funcione de forma segura, fiable y útil: integración con procesos productivos, adaptación a entornos reales, entrenamiento de modelos, actualización de software, mantenimiento predictivo, certificación, auditoría, seguros, interoperabilidad con maquinaria existente y acompañamiento organizativo. Ahí Euskadi puede tener una posición propia.

También puede tenerla en aplicaciones sectoriales. Un robot o un sistema físico inteligente no se despliega igual en una planta industrial, en un almacén logístico, en una residencia, en un hospital, en una obra, en una infraestructura crítica o en un servicio municipal. Cada entorno requiere conocimiento del proceso, seguridad, adaptación normativa, formación de usuarios, mantenimiento y evaluación de impacto. Euskadi puede competir precisamente en esa proximidad entre tecnología e industria real.

Este enfoque permite evitar una falsa disyuntiva. No se trata de elegir entre ser productores o usuarios. Euskadi debe aspirar a ambas cosas en los ámbitos donde tenga sentido: usuario avanzado para aprender y mejorar productividad; proveedor especializado para capturar valor industrial; integrador para adaptar soluciones globales a procesos locales; y territorio validador para demostrar que la tecnología puede desplegarse de forma segura, productiva y socialmente aceptable.

5.3. Productividad al servicio del bienestar

La productividad es una palabra económica, pero sus consecuencias son sociales. En una sociedad envejecida, una mejora de productividad puede significar más capacidad para financiar servicios públicos, sostener pensiones, mantener actividad industrial, mejorar salarios, reducir tareas penosas, reforzar cuidados o liberar tiempo humano. Pero también puede generar desigualdad si sus beneficios se concentran en pocas empresas, si desplaza trabajadores sin alternativas o si amplía la brecha entre grandes compañías y pymes.

Por eso, la cuestión decisiva no será solo adoptar robots, sino gobernar las ganancias de productividad que generen. Una parte de esas ganancias debería orientarse hacia formación, mejora de condiciones laborales, prevención de riesgos, empleos de mayor cualificación, adaptación de puestos, reducción de lesiones y apoyo a sectores con escasez estructural de mano de obra. La tecnología no garantiza por sí misma ese resultado; una estrategia pública, empresarial y social bien diseñada puede orientarlo.

En Euskadi, esta orientación es especialmente importante por la estructura de su tejido productivo. Si la robotización avanzada queda limitada a grandes empresas con capacidad financiera, talento interno y acceso a proveedores globales, puede aumentar la brecha tecnológica respecto a pymes y empresas medianas. Si, en cambio, se acompaña con demostradores, financiación, modelos de pago por uso, integradores locales y servicios compartidos, puede convertirse en una herramienta de modernización amplia del tejido industrial.

La productividad, además, debe entenderse de forma completa. No es solo producir más unidades por hora. También es reducir desperdicios, mejorar calidad, disminuir accidentes, evitar paradas, cubrir turnos difíciles, aprovechar mejor el talento humano, aliviar tareas físicamente exigentes y hacer viables actividades que, por falta de personas disponibles, podrían dejar de realizarse. En cuidados, por ejemplo, el éxito de un sistema robotizado no debería medirse solo por ahorro, sino por tiempo humano liberado para atención directa, reducción de lesiones en profesionales y mejora de la calidad percibida.

Así formulada, la robotización avanzada no es un proyecto contra el trabajo, sino una oportunidad para rediseñarlo. La economía de la adopción importa, porque ninguna empresa podrá ignorar indefinidamente diferencias relevantes de productividad y coste. Pero la política de la adopción importa tanto como la economía: qué tareas se automatizan, quién participa en la decisión, cómo se forma a las personas, cómo se financia la transición y cómo se distribuyen los beneficios.

Eslabón de la cadena	Oportunidad vasca
Componentes mecánicos y mecatrónicos	Actuadores, reductores, estructuras, precisión, movimiento
Sensórica y visión artificial	Control de calidad, seguridad, percepción, mantenimiento
Software industrial y gemelos digitales	Simulación, integración, actualización, supervisión
Integración de sistemas	Adaptación a plantas, almacenes, hospitales, residencias y servicios
Validación y certificación	Seguridad, marcado CE, AI Act, auditoría técnica y social
Mantenimiento y posventa	Reparación, recambios, inspección, actualización
Formación y servicios avanzados	FP, universidad, centros tecnológicos, perfiles técnicos y directivos
Aplicaciones sectoriales	Industria, logística, cuidados, construcción, servicios urbanos

5.4. Euskadi ante la decisión

La robótica avanzada plantea una decisión económica de país. Euskadi puede esperar a que la tecnología madure, comprar soluciones cerradas y adaptarse a estándares definidos por otros. Puede limitarse a aplicar robots en algunas grandes empresas y dejar que las pymes lleguen más tarde. O puede anticipar una estrategia propia, conectando sus capacidades industriales, tecnológicas, formativas e institucionales.

La tercera opción es más exigente, pero también más coherente con la historia económica vasca. Euskadi ha construido buena parte de su prosperidad sobre la capacidad de transformar conocimiento industrial en sectores tractores, proveedores especializados, empleo cualificado y arraigo empresarial. La inteligencia artificial física puede abrir un nuevo ciclo de esa misma historia, siempre que se aborde con visión de cadena de valor y no solo como compra de equipamiento.

Esto exige mirar más allá del robot como producto final. Hay que identificar qué empresas vascas pueden fabricar componentes, cuáles pueden integrar sistemas, qué centros tecnológicos pueden validar aplicaciones, qué centros de formación profesional pueden preparar perfiles, qué clústeres pueden articular demanda, qué instrumentos financieros pueden acompañar inversiones y qué instituciones pueden facilitar pilotos en entornos reales.

También exige prudencia. La tecnología no está madura en todos los ámbitos, muchas promesas empresariales deben verificarse, y no todos los casos de uso justificarán inversión. Por eso, la estrategia no debe basarse en una apuesta ciega, sino en experimentación ordenada: pilotos medibles, evaluación independiente, aprendizaje compartido, protección de datos, seguridad física, participación de trabajadores y criterios claros de escalado.

La conclusión económica es sencilla, pero de gran alcance: si la inteligencia artificial física cambia la aritmética de determinadas tareas, cambiará también la organización de empresas, sectores y cadenas de valor. Euskadi debe prepararse para esa aritmética, pero no resignarse a que sea la única que decida. La productividad será imprescindible; la forma de convertirla en bienestar, empleo de calidad y oportunidad industrial dependerá de las decisiones que se tomen ahora.

La oportunidad vasca no está solo en usar robots, sino en ocupar eslabones de alto valor en la nueva cadena industrial de la inteligencia artificial física.

6. Sectores donde la IA física podría desplegarse primero en Euskadi

6.1. Empezar por tareas difíciles de cubrir, penosas o de alto impacto productivo

La implantación de robots humanoides y, en términos más amplios, de sistemas de inteligencia artificial física no afectará de manera uniforme al conjunto de la economía. Su ritmo dependerá menos del sector en abstracto que de la estructura concreta de tareas, del grado de repetición, de la estandarización del entorno, de la estabilidad de los procesos y de la existencia de una presión económica o demográfica suficiente.

La literatura económica sobre automatización ha mostrado que la tecnología no sustituye ocupaciones completas de manera homogénea, sino tareas específicas dentro de ellas. Ese enfoque por tareas sigue siendo plenamente válido en el caso de la IA física: cuanto más repetitiva, predecible, físicamente exigente o estructurada sea una actividad, mayor será su potencial de automatización.

Sin embargo, en esta nueva fase interviene un factor adicional: la presión demográfica. En una economía envejecida, con dificultades crecientes para cubrir determinadas vacantes, la adopción tecnológica no responderá solo a la lógica de reducción de costes. También responderá a la necesidad de mantener actividad en ámbitos donde la disponibilidad de personas trabajadoras es insuficiente o donde las condiciones físicas del trabajo hacen cada vez más difícil el relevo generacional.

De esta lógica se deriva el criterio rector que este informe propone para Euskadi: **automatización complementaria**. Se trata de dirigir el despliegue inicial hacia las vacantes estructurales que ya no se cubren, los trabajos físicamente más exigentes, las tareas repetitivas de menor valor relacional y los sectores donde el relevo generacional es insuficiente, antes que hacia la sustitución abrupta de empleo existente.

Ordenar así la transición no la frena; la hace más sostenible. Permite aprender, reducir resistencias, mejorar procesos, proteger la cohesión social y orientar la tecnología hacia problemas reales del tejido productivo y asistencial vasco.

6.2. Industria manufacturera, automoción y máquina-herramienta

La industria manufacturera será previsiblemente uno de los primeros ámbitos de despliegue. Euskadi cuenta con una base industrial relevante, con especialización en automoción, máquina-herramienta, bienes de equipo, componentes, fabricación avanzada, automatización y mecatrónica. En estos entornos existen tareas repetitivas, exigentes físicamente o vinculadas a procesos relativamente estandarizados donde la IA física puede aportar valor.

Los primeros usos no tienen por qué situarse en operaciones complejas de alta precisión, donde la robótica industrial tradicional ya está muy optimizada o donde la destreza humana sigue siendo difícil de replicar. Pueden aparecer antes en tareas auxiliares: alimentación de máquinas, traslado de materiales, preparación de puestos, retirada de piezas, inspección básica, apoyo a mantenimiento, control visual, manipulación sencilla o asistencia a operarios especializados.

El valor de estos despliegues no estaría solo en sustituir una tarea concreta, sino en mejorar la continuidad del proceso, reducir tiempos muertos, aliviar cargas físicas, cubrir turnos difíciles y liberar tiempo humano para supervisión, ajuste, mejora continua y control de calidad. Para un territorio industrial como Euskadi, estos pilotos pueden servir además para desarrollar capacidades propias de integración, adaptación y mantenimiento.

6.3. Logística, almacenes y distribución

La logística es otro ámbito de alto potencial. Los almacenes, centros de distribución, puertos, plataformas industriales y redes de transporte concentran tareas de movimiento, clasificación, carga, descarga, preparación de pedidos, inventario e inspección. Muchas de ellas combinan esfuerzo físico, repetición y presión de tiempos.

Los robots humanoides, robots móviles y sistemas autónomos podrían asumir parte de estas funciones en entornos relativamente estructurados, especialmente cuando puedan integrarse con sistemas de gestión de almacén, sensores, visión artificial y trazabilidad digital. Euskadi cuenta con un tejido logístico vinculado a su industria exportadora, al Puerto de Bilbao, a corredores europeos y a cadenas de suministro internacionales, lo que convierte este campo en un espacio natural de experimentación temprana.

En este sector, la oportunidad no reside únicamente en automatizar tareas internas. También puede abrirse un campo para integradores, empresas de software industrial, proveedores de mantenimiento, soluciones de seguridad y servicios especializados para pymes industriales que no pueden desarrollar por sí solas grandes proyectos de automatización.

6.4. Mantenimiento industrial e infraestructuras

Otra área relevante es el mantenimiento básico de instalaciones industriales, energéticas e infraestructuras. Muchas tareas de inspección, supervisión o manipulación de equipos requieren presencia física, pero no necesariamente una alta especialización técnica en todas sus fases.

Robots equipados con sensores, cámaras y sistemas de diagnóstico podrían realizar rondas de inspección, lectura de indicadores, comprobación de equipos, vigilancia de anomalías, apoyo a mantenimiento preventivo o manipulación de elementos básicos en instalaciones industriales. En un territorio con alta densidad de plantas productivas, redes energéticas, equipamientos técnicos, túneles, infraestructuras hidráulicas y servicios urbanos, este tipo de aplicaciones puede mejorar eficiencia operativa y seguridad laboral.

El potencial es especialmente claro en tareas de riesgo, espacios confinados, inspecciones repetitivas o entornos donde reducir la exposición humana puede tener beneficios importantes en prevención de accidentes. Aquí la robotización puede tener una legitimidad social mayor si se presenta como herramienta de seguridad y no como simple reducción de costes.

6.5. Construcción, rehabilitación y adaptación del parque edificado

El sector de la construcción afronta en toda Europa dificultades crecientes para cubrir determinados perfiles laborales. La combinación de envejecimiento de la mano de obra, escasez de nuevos trabajadores y exigencias físicas elevadas está generando tensiones persistentes.

En la medida en que la tecnología avance en movilidad, estabilidad, manipulación y seguridad, los sistemas de IA física podrían desempeñar funciones auxiliares en obra: transporte de materiales, apoyo a trabajadores especializados, tareas repetitivas de preparación, inspección, medición, asistencia en rehabilitación o apoyo en entornos peligrosos. No se trata de imaginar una obra sin personas, sino una obra donde determinadas tareas físicas se apoyen en sistemas inteligentes.

Este ámbito tiene especial relevancia para Euskadi porque el parque de vivienda vasco y europeo requerirá un volumen creciente de rehabilitación energética, adaptación a nuevas normativas ambientales, accesibilidad y mantenimiento. La automatización física puede ayudar a responder a esa demanda si se orienta hacia tareas auxiliares, seguridad laboral y mejora de productividad.

6.6. Salud, residencias y cuidados

El envejecimiento demográfico plantea desafíos crecientes para los sistemas de cuidados. La demanda de atención a personas mayores aumenta de forma sostenida, mientras la disponibilidad de personal en el sector es limitada. En Euskadi, este será probablemente uno de los campos donde el debate social resulte más sensible, pero también uno de los más necesarios.

Los robots no pueden ni deben sustituir la dimensión humana del cuidado. Sin embargo, pueden desempeñar tareas auxiliares: transportar objetos, apoyar la logística interna de centros asistenciales, acercar materiales, ayudar en movilizaciones, detectar caídas, facilitar desplazamientos, recordar rutinas, acompañar en tareas sencillas o reducir cargas físicas del personal. El objetivo no debe ser reemplazar al personal cuidador, sino liberar tiempo humano para la parte relacional del cuidado, que es la más valiosa y la que ninguna máquina puede asumir.

El concepto clave debería ser el de **cuidador aumentado**, no el de cuidador sustituido. La conversación, la confianza, la mirada clínica, el afecto, la decisión ética y la relación con familias deben seguir siendo humanos. Por eso, el éxito de los pilotos en cuidados no debería medirse solo por ahorro de costes, sino también por tiempo humano liberado para atención directa, reducción de lesiones en profesionales, satisfacción de usuarios y familias, disminución de la soledad percibida, privacidad y calidad del empleo.

Este ámbito exige especial prudencia. Los pilotos deberían realizarse en entornos controlados, con participación de profesionales, familias, personas usuarias, sindicatos, expertos en ética, servicios sociales y responsables sanitarios. Bien planteada, la tecnología puede ayudar a cuidar mejor. Mal planteada, puede ser percibida como deshumanización.

6.7. Servicios urbanos, limpieza, vigilancia e inspección

Los servicios urbanos ofrecen otro campo de experimentación. Limpieza, vigilancia de instalaciones, inspección de espacios públicos, mantenimiento básico, recogida de información, revisión de equipamientos o apoyo en emergencias pueden incorporar progresivamente robots móviles, sistemas autónomos y plataformas de IA física.

En estos ámbitos, la forma humanoide no será siempre necesaria. En muchos casos, robots móviles, sensores, drones terrestres o sistemas específicos pueden ser más eficientes. Lo relevante no es la forma del robot, sino la capacidad de realizar tareas físicas de manera segura, trazable y útil.

Las administraciones públicas podrían desempeñar aquí un papel tractor mediante compra pública innovadora, pilotos en servicios municipales, evaluación de impacto y definición de estándares de seguridad y aceptación social. Estos entornos permiten además aprender en espacios reales, con tareas acotadas y bajo supervisión pública.

La IA física debería desplegarse primero allí donde pueda:

- cubrir vacantes estructurales difíciles de atender;
- reducir tareas penosas, peligrosas o repetitivas;
- mejorar seguridad y ergonomía;
- liberar tiempo humano para funciones de mayor valor;
- generar aprendizaje industrial y capacidades locales;
- reforzar productividad sin romper cohesión social.

7. Pymes y transición justa: evitar una brecha tecnológica estructural

7.1. Que la robotización avanzada no sea solo para los grandes

En la Unión Europea, las pequeñas y medianas empresas representan más del 90% del total de empresas y generan aproximadamente dos tercios del empleo privado. En Euskadi, la estructura es similar: microempresas, pequeñas empresas y empresas medianas constituyen la base del tejido productivo, sostienen buena parte de la especialización industrial y desempeñan un papel esencial en la cohesión territorial, el arraigo empresarial y la estabilidad económica.

Precisamente por ello, el riesgo no es menor. Si la inteligencia artificial física y la robótica avanzada se consolidan como una palanca relevante de productividad, el desafío no será únicamente tecnológico, sino estructural. Las grandes corporaciones disponen de más recursos para invertir, absorber riesgo, integrar sistemas complejos, contratar talento especializado y aprender de sus propios pilotos. Las pymes, en cambio, operan con márgenes más ajustados, menor capacidad financiera y estructuras organizativas más reducidas.

En un entorno de escasez demográfica, ese diferencial puede ampliarse. Las empresas con capacidad para automatizar antes reducirán su dependencia de un mercado laboral tensionado, estabilizarán procesos, mejorarán productividad y podrán acumular aprendizaje. Las que no puedan hacerlo seguirán compitiendo por trabajadores escasos, asumirán mayores incertidumbres operativas y tendrán más dificultad para sostener márgenes.

Se configura así una doble presión sobre las pymes, un **efecto pinza**:

- Por arriba, la competencia de grandes empresas que ya han incorporado ganancias de productividad, capacidad de inversión y aprendizaje tecnológico.
- Por abajo, la dificultad creciente para cubrir vacantes, absorber incrementos salariales, financiar nuevas inversiones y reorganizar procesos internos.

La experiencia reciente en digitalización demuestra que las brechas tecnológicas tienden a traducirse en brechas de productividad persistentes. La robotización avanzada podría amplificar esta dinámica si su adopción queda concentrada en las organizaciones con mayor músculo financiero. La transición, previsiblemente, no adoptará la forma de una sustitución masiva e inmediata, sino de integración progresiva en tareas concretas, cobertura de vacantes no cubiertas y reorganización interna. Pero incluso en un escenario gradual, la diferencia acumulada en costes, aprendizaje y eficiencia puede generar divergencias estructurales.

Aquí aparece el concepto de transición justa en sentido económico, no retórico. No se trata de frenar la tecnología, sino de evitar que su adopción genere una concentración excesiva de ventajas competitivas en un número reducido de actores. El desafío no es que la tecnología exista, sino que sea accesible.

Si la automatización avanzada se convierte en un factor determinante de competitividad en determinados sectores, la ausencia de instrumentos de apoyo puede consolidar una brecha tecnológica difícil de cerrar después. La política económica no debería sustituir decisiones empresariales, pero sí reducir las fricciones de acceso: financiación, conocimiento técnico, validación, integración, formación y acompañamiento organizativo.

7.2. Un acompañamiento necesario

La robotización no podrá democratizarse si depende exclusivamente de la compra directa de equipos caros y complejos. Para muchas pymes vascas, serán decisivos los modelos de renting, leasing, pago por uso, robots compartidos, servicios gestionados y plataformas sectoriales de prueba. Estas fórmulas pueden convertirse en el equivalente robótico de lo que en su día representaron los polígonos industriales, los centros tecnológicos, las sociedades de garantía o los servicios compartidos: infraestructuras colectivas para que la empresa mediana y pequeña no quede fuera de la nueva frontera productiva.

La automatización, además, no es únicamente adquisición de hardware. Requiere rediseño de procesos, adaptación organizativa, formación interna, integración con sistemas existentes, mantenimiento, ciberseguridad y evaluación continua. Muchas pymes no carecen de voluntad, sino de capacidad técnica estructurada para abordar una transformación de esta naturaleza. El capital organizativo se convierte, así, en un activo crítico.

Por eso, el acompañamiento debe empezar antes de la compra. Una pyme necesita saber qué tareas tiene sentido automatizar, qué problemas reales quiere resolver, qué tecnología está suficientemente madura, qué proveedor o integrador puede acompañarla, qué costes ocultos debe prever, qué competencias internas necesita y cómo medirá el resultado. Sin ese diagnóstico previo, la robotización puede convertirse en una inversión mal orientada o en una moda tecnológica de bajo retorno.

En este terreno, los centros tecnológicos, clústeres, asociaciones empresariales, centros de formación profesional, integradores locales e instituciones públicas pueden desempeñar un papel decisivo. No se trata de que cada pyme tenga que convertirse en experta en robótica avanzada, sino de construir un ecosistema que le permita acceder a conocimiento, pruebas, financiación, formación y servicios de integración en condiciones viables.

Una estrategia vasca de IA física debería incluir, por tanto, instrumentos específicos para pymes y empresas medianas:

- diagnósticos subvencionados de potencial de automatización por tareas y procesos;
- plataformas compartidas de experimentación y pruebas piloto;
- líneas de financiación para integración tecnológica, no solo para compra de equipos;
- modelos de renting, leasing, pago por uso y servicios gestionados;
- centros demostradores sectoriales en industria, logística, cuidados y servicios;
- programas de formación técnica orientados a supervisión, mantenimiento e integración;
- incentivos fiscales vinculados a inversión productiva y mejora de productividad;
- redes de integradores especializados capaces de adaptar soluciones globales a procesos locales.

La compra pública innovadora puede tener también un papel relevante, especialmente en ámbitos como cuidados, servicios urbanos, mantenimiento de infraestructuras o salud. Si las administraciones públicas impulsan pilotos bien diseñados, medibles y abiertos a proveedores locales, pueden generar demanda temprana, aprendizaje compartido y estándares de uso que luego sean transferibles al sector privado.

La cuestión financiera será igualmente importante. La robotización avanzada exigirá nuevas fórmulas de inversión. Para muchas pymes, la compra directa de robots o sistemas físicos inteligentes puede resultar demasiado arriesgada. En cambio, modelos de pago por uso, suscripción, servicios compartidos o financiación vinculada al rendimiento pueden facilitar la adopción gradual. Este enfoque permitiría aprender antes de comprometer grandes inversiones y reduciría la barrera de entrada.

También será necesario cuidar la dimensión humana. En una pyme, los cambios tecnológicos son especialmente visibles: afectan a equipos pequeños, relaciones cercanas y culturas organizativas muy arraigadas. La implantación de robots no puede plantearse solo como proyecto técnico. Debe acompañarse de información clara, formación, participación de las personas trabajadoras, adaptación de tareas y criterios explícitos sobre seguridad, empleo y mejora de condiciones laborales.

En Euskadi, esta sensibilidad es especialmente relevante por la presencia de empresas familiares, cooperativas, pymes industriales especializadas y empresas medianas fuertemente arraigadas al territorio. La robotización avanzada solo será aceptable si se percibe como una herramienta para sostener competitividad, empleo y continuidad empresarial, no como una imposición externa ni como un privilegio reservado a grandes grupos.

Evitar una brecha tecnológica estructural será, por tanto, una condición para preservar la competitividad agregada y la cohesión productiva de Euskadi. Si el capital inteligente adquiere un peso creciente en la generación de valor, el debate no se limitará a quién desarrolla la tecnología, sino a quién puede incorporarla en condiciones viables y a qué velocidad.

La alternativa a una transición acompañada no es la estabilidad. Es la divergencia. Unas pocas empresas avanzando rápido, muchas empresas medianas tratando de seguir el ritmo y una parte del tejido productivo quedando fuera de la nueva frontera tecnológica.

La transición justa no consiste en ralentizar la transformación. Consiste en asegurar que no solo los más grandes puedan permitirse avanzar.

Una hoja de ruta de adopción en las PYMES

Fase	Pregunta clave	Apoyo necesario
Diagnóstico	¿Qué tareas tiene sentido automatizar?	Evaluación técnica y económica por procesos
Piloto	¿Funciona en un entorno real?	Demostradores, pruebas compartidas, integradores
Financiación	¿Cómo se paga sin asumir riesgo excesivo?	Leasing, renting, pago por uso, ayudas e incentivos
Integración	¿Cómo encaja con personas, máquinas y software existentes?	Centros tecnológicos, proveedores e integradores
Formación	¿Qué nuevas capacidades necesita la plantilla?	FP, formación continua, supervisión y mantenimiento
Escalado	¿Cuándo merece la pena ampliar el despliegue?	Medición de productividad, seguridad y calidad del empleo

8. Impacto social y político: empleo, cuidados y contrato social

8.1. Gobernar la productividad para reforzar la cohesión

La convergencia entre inteligencia artificial avanzada y robótica física no plantea únicamente una cuestión de eficiencia económica. Interpela directamente al vínculo histórico entre trabajo, renta, productividad y cohesión social. Durante más de un siglo, buena parte del contrato social europeo se ha construido sobre una premisa central: el empleo como vía principal de integración económica, protección social, contribución fiscal, identidad profesional y participación en la vida colectiva.

En cada gran transición tecnológica han surgido temores sobre la desaparición del empleo. Durante la Revolución Industrial, los movimientos luditas denunciaron la destrucción del trabajo artesanal. A comienzos del siglo XX, la producción en cadena reavivó el debate. Décadas después, la automatización industrial, la informática y la digitalización volvieron a plantear preguntas similares. Sin embargo, el resultado histórico no fue la desaparición del trabajo, sino su transformación.

También cambió su intensidad, su organización y su distribución. Hasta bien entrada la segunda mitad del siglo XX era habitual trabajar seis días por semana y superar ampliamente las cuarenta y ocho horas semanales. La reducción progresiva de la jornada fue consecuencia del aumento sostenido de la productividad, de la negociación colectiva, de la regulación laboral y de la capacidad institucional para distribuir parte de las ganancias en forma de tiempo libre, salarios, protección social y nuevos servicios.

La cuestión actual es distinta por su amplitud y velocidad. La inteligencia artificial presiona sobre tareas cognitivas, incluidas ocupaciones cualificadas. La robótica humanoide y otros sistemas de IA física pueden incidir sobre tareas manuales, logísticas, repetitivas, penosas o difíciles de cubrir. La combinación configura una transformación transversal: no afecta solo a un sector, ni solo a un tipo de cualificación, ni solo a una fase del proceso productivo.

8.2. Cuatro nuevas tensiones en el contrato social

Este escenario introduce tensiones nuevas en el contrato social.

La primera es laboral. Si una parte creciente de la producción puede realizarse mediante capital inteligente, se altera el equilibrio tradicional entre trabajo humano, inversión tecnológica, negociación colectiva y distribución de la renta. La automatización puede mejorar productividad y competitividad, pero también puede generar incertidumbre, resistencia y conflicto si se percibe como una vía directa para sustituir personas sin ofrecer alternativas de formación, transición o mejora de condiciones.

Sería ingenuo ignorar esta dimensión. En Euskadi, donde existe una fuerte cultura industrial, tradición sindical, negociación colectiva relevante y sensibilidad social ante los cambios productivos, la robotización avanzada no podrá desplegarse solo como una decisión técnica o financiera. Su legitimidad dependerá de cómo se explique, cómo se diseñe, qué tareas se automaticen primero, qué efectos tenga sobre las personas trabajadoras y cómo se repartan las ganancias de productividad.

La participación sindical no debería entenderse únicamente como resistencia, sino también como condición de legitimidad. Los representantes de los trabajadores pueden colaborar en la identificación de tareas robotizables, la evaluación de riesgos, la definición de planes de formación, la supervisión de pilotos y el reparto de beneficios derivados de la productividad. La robotización será más aceptable si se pacta antes de que se imponga por necesidades competitivas.

Esto exige un cambio de enfoque. No se trata de preguntar solo qué tareas puede hacer una máquina, sino qué tareas conviene automatizar primero desde una perspectiva productiva y social. La prioridad debería situarse en actividades penosas, peligrosas, repetitivas, de bajo valor relacional o con dificultades persistentes de cobertura. Esa orientación permitiría presentar la tecnología no como una amenaza genérica al empleo, sino como una herramienta para mejorar productividad, reducir riesgos, cubrir vacantes estructurales y liberar capacidad humana para funciones de mayor valor.

La segunda tensión afecta a los cuidados. En una sociedad envejecida, el debate sobre robótica avanzada no puede plantearse únicamente desde la fábrica o el almacén. También debe abordarse desde residencias, hospitales, servicios sociales, domicilios, centros de día y redes comunitarias de apoyo. Euskadi necesitará más capacidad de cuidado, pero tendrá dificultades para sostenerla solo con más personal disponible, más gasto público o más carga sobre las familias.

Aquí la distinción es esencial: el objetivo no debe ser sustituir cuidadores, sino aumentar su capacidad. El concepto clave es el de **cuidador aumentado**. Un robot puede transportar material, acercar objetos, ayudar en movilizaciones, detectar caídas, facilitar desplazamientos, recordar rutinas, apoyar tareas logísticas o reducir cargas físicas. Pero la conversación, la confianza, la mirada clínica, el afecto, la decisión ética y la relación con las familias deben seguir siendo humanos.

Por eso, los pilotos en cuidados deberían medirse con criterios más amplios que el ahorro de costes. El éxito no debería evaluarse solo por reducción de horas, sino por tiempo humano liberado para atención directa, disminución de lesiones profesionales, mejora de la calidad percibida, satisfacción de usuarios y familias, protección de la privacidad, reducción de soledad no deseada y calidad del empleo. En cuidados, una tecnología será socialmente valiosa si ayuda a cuidar mejor, no si convierte el cuidado en una prestación más fría o distante.

La tercera tensión es distributiva. La automatización puede abrir oportunidades positivas: mayor productividad, más capacidad para sostener servicios públicos, reducción de accidentes, mejora de ergonomía, empleo más cualificado, nuevos perfiles técnicos y posibilidad de reorganizar jornadas o tareas. Pero esos resultados no están garantizados. Si las ganancias se concentran únicamente en márgenes empresariales o en grandes compañías con más capacidad de inversión, la robotización puede ampliar desigualdades entre empresas, trabajadores y territorios.

Por eso, una parte de las ganancias de productividad derivadas de la automatización debería traducirse en un **dividendo social de productividad**: mejor formación, reducción de accidentes, mejora de condiciones laborales, adaptación ergonómica, empleos de mayor cualificación y, cuando sea posible, reducción o flexibilización de jornada. La tecnología no garantiza por sí misma ese resultado, pero una estrategia pública, empresarial y social bien diseñada puede orientarlo.

Esta idea conecta con la experiencia histórica europea. El aumento de productividad permitió en el pasado elevar salarios, ampliar protección social y reducir progresivamente el tiempo de trabajo. La pregunta actual es si la nueva productividad generada por la inteligencia artificial y la robótica avanzada podrá traducirse también en mejoras compartidas, o si se limitará a concentrar valor en quienes controlen el capital tecnológico.

La cuarta tensión afecta a la confianza social. Los robots físicos no operarán solo en entornos cerrados. Podrán estar en fábricas, almacenes, hospitales, residencias, infraestructuras, espacios públicos o servicios urbanos. Eso plantea preguntas sobre seguridad, privacidad, datos, responsabilidad, supervisión humana, seguros, certificación y derechos de las personas afectadas. La aceptación social dependerá de que existan reglas claras y de que la ciudadanía perciba que la tecnología se despliega con garantías.

En este punto, Europa y Euskadi pueden convertir una aparente limitación en ventaja competitiva. Una cultura de seguridad, regulación, diálogo social y protección de derechos puede ralentizar ciertos despliegues si se gestiona mal, pero también puede generar confianza si se convierte en un estándar de calidad. La robotización que opere en entornos humanos necesitará no solo eficiencia, sino legitimidad.

Euskadi cuenta, además, con una tradición que puede aportar una narrativa propia: el cooperativismo, la empresa arraigada, la negociación colectiva, la formación profesional, la colaboración público-privada y la orientación industrial de largo plazo. La robotización no tiene por qué presentarse como capital contra trabajo. Puede formularse como una herramienta que empresas, personas trabajadoras, instituciones y centros de conocimiento incorporan para sostener competitividad, arraigo industrial, empleo de calidad y bienestar.

Esta visión no elimina los conflictos. Toda transformación profunda los genera. Pero permite situarlos en un marco más constructivo: qué tareas se automatizan, con qué criterios, quién participa en las decisiones, cómo se protege a las personas afectadas, qué formación se ofrece, cómo se comparten las ganancias y qué límites deben respetarse en ámbitos sensibles como cuidados, salud, seguridad o empleo.

8.3. De robots humanoides a una robotización humanista

El informe propone, por tanto, que Euskadi avance hacia una **robotización humanista**. No como etiqueta retórica, sino como principio operativo: tecnología avanzada al servicio de la dignidad humana, la productividad, la cohesión social, el empleo de calidad, el cuidado y el arraigo empresarial. Esa orientación puede convertirse en una seña diferencial frente a modelos más puramente tecnológicos o financieros.

Una robotización humanista no significa rechazar la automatización ni subordinar toda decisión empresarial a consensos imposibles. Significa reconocer que la productividad es necesaria, pero que su legitimidad dependerá de su orientación. Significa automatizar primero donde haya más necesidad social, más penosidad, más riesgo o mayor dificultad de cobertura. Significa mantener responsabilidad humana en decisiones sensibles. Significa acompañar la adopción con formación, participación y evaluación. Y significa evitar que pymes, cooperativas y empresas medianas queden fuera de la nueva frontera tecnológica.

La cuestión de fondo es sencilla: la inteligencia artificial física puede debilitar el contrato social si se despliega como mera sustitución de trabajo por capital. Pero también puede reforzarlo si ayuda a sostener industria, cuidados, productividad, empleo de calidad y bienestar en una sociedad envejecida. El resultado no dependerá solo de la tecnología. Dependerá de las instituciones, las empresas, los trabajadores y la capacidad de Euskadi para gobernar la transición.

La robotización humanista no consiste en frenar la tecnología, sino en orientar la productividad hacia empleo de calidad, cuidados, arraigo empresarial y cohesión social.

9. Sistema de pensiones y fiscalidad

9.1. Abrir el debate sin penalizar la productividad

Si la robótica avanzada y la inteligencia artificial física incrementan la capacidad productiva reduciendo la necesidad relativa de trabajo humano directo en determinadas tareas, la arquitectura sobre la que se ha financiado tradicionalmente el Estado del bienestar puede experimentar tensiones adicionales.

El modelo europeo descansa, en gran medida, sobre una premisa histórica: el trabajo asalariado es la principal fuente de integración social y de financiación colectiva. Las pensiones, la sanidad y una parte sustancial del gasto público se sostienen a través de cotizaciones sociales vinculadas al empleo, impuestos sobre la renta del trabajo y una fiscalidad general que se apoya en una economía donde el empleo humano ha sido el principal canal de generación y distribución de renta.

En Euskadi, esta lógica se refleja de forma especialmente clara. El territorio cuenta con aproximadamente un millón de personas ocupadas y más de 500.000 pensionistas, lo que configura una de las tasas de dependencia más elevadas de su entorno. El gasto sanitario, los servicios sociales y el sistema de pensiones están directamente vinculados a la evolución demográfica. A medida que aumenta la población mayor y se estrecha la base relativa de población activa, el equilibrio financiero del bienestar se vuelve más exigente.

Esta presión no nace con la automatización. El envejecimiento, la baja natalidad, la mayor esperanza de vida y la dificultad para cubrir determinadas vacantes ya están tensionando el modelo. La inteligencia artificial física añade una variable nueva: si una parte creciente de la producción se apoya en capital tecnológico, software, datos, robots y sistemas autónomos, la relación tradicional entre empleo, renta salarial, cotizaciones y financiación del bienestar puede cambiar de composición.

Conviene evitar simplificaciones. Automatización no significa automáticamente menor recaudación. Si la productividad aumenta, si las empresas generan más valor añadido, si se crean nuevas actividades industriales y si surgen nuevos empleos de mayor cualificación, también pueden crecer las bases imponibles asociadas a beneficios, consumo, inversión, salarios cualificados y nuevos servicios. El problema no es que la tecnología destruya riqueza. El problema es cómo se distribuye esa riqueza y qué bases fiscales sostienen el bienestar cuando cambia el peso relativo del trabajo y del capital.

Por eso, el debate no debería plantearse como una penalización de la automatización. Euskadi necesita productividad, inversión tecnológica, industria avanzada y empresas competitivas. Gravar de forma torpe la incorporación de robots o sistemas inteligentes podría desincentivar precisamente aquello que el territorio necesita para sostener su bienestar futuro. La cuestión no es castigar la tecnología, sino asegurar que una economía más intensiva en capital inteligente sigue contribuyendo de forma suficiente y equilibrada al modelo social.

Tampoco parece conveniente reducir la discusión a un eventual “impuesto al robot”. Esa fórmula puede tener fuerza mediática, pero simplifica un problema más complejo. La pregunta de fondo es más amplia: cómo adaptar progresivamente la fiscalidad y la financiación de la protección social a una economía donde el valor se genera mediante combinaciones nuevas de trabajo humano, capital físico, software, datos, inteligencia artificial, plataformas, propiedad intelectual y sistemas autónomos.

El debate sobre pensiones no puede limitarse, por tanto, a parámetros clásicos como edad de jubilación, años de cotización o tasas de reemplazo. Debe incorporar una pregunta más estructural: cómo evoluciona la economía que sustenta esas cotizaciones. Si la proporción de renta del trabajo disminuye en el conjunto del sistema y aumenta el peso del capital tecnológico, la arquitectura fiscal puede requerir ajustes graduales para preservar sostenibilidad financiera y equidad intergeneracional.

9.2. La oportunidad del Concierto Económico

En el caso vasco, este debate tiene además una dimensión singular por la existencia del Concierto Económico y de las Haciendas Forales. Euskadi dispone de instrumentos fiscales propios para explorar, con prudencia y gradualidad, cómo debe contribuir el capital inteligente al sostenimiento del bienestar. No se trataría de penalizar la automatización, sino de asegurar que una estructura productiva más intensiva en capital y menos dependiente del trabajo directo no erosione las bases de financiación del modelo social.

Esta reflexión debe hacerse con rigor técnico y sin precipitación. La fiscalidad no puede diseñarse sobre titulares tecnológicos ni sobre escenarios extremos. Será necesario distinguir entre hechos consolidados, tendencias probables y posibilidades todavía inciertas. También habrá que evitar que la fiscalidad vasca genere desventajas competitivas si se adelanta de forma aislada a debates que tienen dimensión estatal, europea y global. Pero disponer de capacidad fiscal propia permite a Euskadi abrir antes la conversación. No necesariamente para adoptar medidas inmediatas, sino para estudiar escenarios, evaluar impactos, comparar modelos internacionales, analizar cómo evolucionan las bases imponibles y anticipar qué instrumentos podrían ser necesarios si la automatización cambia de forma significativa la composición de la renta.

Ese análisis debería incluir varias preguntas.

- ¿Cómo evolucionará la masa salarial si aumenta la automatización?
- ¿Qué parte del nuevo valor añadido se concentrará en beneficios empresariales, propiedad intelectual, servicios digitales o plataformas?
- ¿Cómo se distribuirán las ganancias de productividad entre empresas, trabajadores, consumidores y sector público?
- ¿Qué impacto tendrá la robotización sobre cotizaciones sociales?
- ¿Cómo evitar que la carga fiscal recaiga de forma creciente sobre el trabajo humano justo cuando se pretende sostener empleo de calidad?

La presión no se limitará al sistema de pensiones. Si la automatización simultánea de tareas cognitivas y físicas transforma determinados empleos, puede aumentar la necesidad de reforzar formación continua, recualificación profesional, protección durante transiciones laborales y mecanismos de integración económica. No se trataría solo de financiar pensiones, sino de sostener trayectorias profesionales más discontinuas y procesos de adaptación tecnológica más frecuentes.

En este punto, la idea de dividendo social de productividad vuelve a ser relevante. Si la inteligencia artificial física aumenta la productividad agregada, una parte de esa ganancia debería contribuir a financiar formación, transición profesional, prevención de riesgos, cuidados, servicios públicos y cohesión social. No como castigo a quien innova, sino como forma de mantener el vínculo entre generación de riqueza y sostenimiento del bienestar colectivo.

Euskadi debería afrontar este debate desde una doble cautela. La primera, no frenar la inversión tecnológica que necesita su industria. La segunda, no ignorar que una economía más automatizada puede exigir nuevas formas de contribución fiscal y social. Entre penalizar la productividad y desentenderse de sus efectos existe un espacio amplio para la inteligencia institucional.

La cuestión fiscal, en definitiva, no debe formularse contra los robots, sino a favor del bienestar. Si la inteligencia artificial física contribuye a generar más riqueza, más productividad y nuevas capacidades industriales, el reto será asegurar que esa riqueza refuerza también el contrato social. La sostenibilidad del modelo vasco dependerá de producir más valor, pero también de decidir cómo se comparte y cómo contribuye a financiar una sociedad más envejecida.

10. Nueve decisiones estratégicas para Euskadi

Euskadi reúne una combinación de factores que hacen especialmente urgente este debate. Su estructura demográfica muestra un envejecimiento acusado y una reducción progresiva de la población en edad de trabajar. Su peso industrial sigue siendo superior al promedio europeo. Su tejido empresarial está compuesto mayoritariamente por pymes y empresas medianas que constituyen el núcleo de su competitividad. Y dispone, además, de capacidades acumuladas en máquina-herramienta, automoción, bienes de equipo, mecatrónica, automatización, sensórica, software industrial, centros tecnológicos y formación profesional.

Precisamente por ello, la inteligencia artificial física y la robótica avanzada no deben tratarse como una cuestión futurista. Son una decisión estratégica.

En un entorno donde la escasez demográfica ya limita la disponibilidad de mano de obra y donde la presión competitiva internacional puede intensificarse si otros territorios integran antes estas tecnologías, la inacción no es neutral. Implica pérdida relativa de posición. No actuar no preserva el modelo actual; puede debilitarlo.

Euskadi no debe preguntarse únicamente si utilizará robots humanoides o sistemas de IA física en los próximos años. La pregunta más importante es qué posición quiere ocupar en la nueva cadena industrial, tecnológica y social que se está formando a su alrededor. Puede limitarse a comprar soluciones cerradas diseñadas por otros, o puede anticipar una estrategia propia que conecte sus capacidades industriales, sus instituciones, sus centros de conocimiento y su modelo social.

- La primera decisión es de **posicionamiento industrial**. Euskadi no competirá en la fabricación masiva global de robots humanoides frente a economías de gran escala como China o Estados Unidos. Pero sí debe decidir en qué eslabones de la cadena de valor quiere estar presente. La base industrial vasca ofrece capacidades claras en componentes de precisión, máquina-herramienta, integración en entornos industriales complejos, software de control, automatización avanzada, mantenimiento, certificación y aplicaciones sectoriales vinculadas a automoción, bienes de equipo, energía, logística, salud o cuidados.

La estrategia no debe ser competir en volumen, sino integrarse en la arquitectura tecnológica donde el territorio ya posee ventajas comparativas. La robótica avanzada puede convertirse en una nueva plataforma tractora para la industria vasca si se aborda como cadena de valor, no solo como producto final.

- La segunda decisión es de **aprendizaje internacional**. Si el liderazgo industrial en robotización avanzada se está consolidando en Asia, especialmente en China, Euskadi debe establecer canales activos de cooperación tecnológica. No desde una lógica de dependencia, sino desde una lógica de aprendizaje estratégico y transferencia de capacidades. Ignorar al líder industrial no reduce su ventaja; la amplía.

Esto implica explorar acuerdos empresariales, colaboración entre centros tecnológicos, programas de intercambio académico, misiones industriales, análisis de proveedores, observación de estándares y alianzas con ecosistemas donde la tecnología ya está desplegándose a escala. La política industrial no puede limitarse al ámbito interno. En tecnologías emergentes, aprender rápido de quienes avanzan más deprisa es una condición de inteligencia estratégica.

- La tercera decisión es **empresarial y pyme**. Si la automatización avanzada se convierte en un factor de competitividad en determinados sectores, el acceso no puede quedar restringido a grandes corporaciones. Deben articularse instrumentos específicos para facilitar la integración tecnológica en pymes y empresas medianas: financiación orientada a productividad,

plataformas compartidas de experimentación, laboratorios piloto sectoriales, apoyo técnico en rediseño organizativo, integradores locales y modelos de robotics-as-a-service.

Este punto es esencial para Euskadi. La robotización no podrá democratizarse si depende exclusivamente de la compra directa de equipos caros y complejos. Fórmulas de renting, pago por uso, robots compartidos, servicios gestionados y plataformas sectoriales de prueba pueden convertirse en el equivalente robótico de lo que en su día representaron los polígonos industriales, los centros tecnológicos o las sociedades de garantía: infraestructuras colectivas para que la empresa mediana y pequeña no quede fuera de la nueva frontera productiva.

- La cuarta decisión es de **talento y formación**. La robótica avanzada no solo requerirá ingenieros especializados. Harán falta técnicos de mantenimiento mecatrónico, integradores de sistemas, operadores de flota, especialistas en seguridad, expertos en certificación, formadores, perfiles de ciberseguridad, profesionales de datos industriales, responsables de prevención de riesgos y directivos capaces de rediseñar procesos. La formación profesional, las universidades y la formación continua deben anticiparse a esta demanda.

El riesgo no es solo que falten robots. El riesgo es que falten personas capaces de integrarlos, mantenerlos, supervisarlos y convertirlos en productividad real. Sin talento técnico y organizativo, la tecnología se compra, pero no se transforma en ventaja competitiva.

- La quinta decisión es de **pilotos tractores**. Euskadi debería seleccionar pocos ámbitos de experimentación inicial, pero bien elegidos. Industria manufacturera, logística, mantenimiento de infraestructuras, cuidados, salud y servicios públicos ofrecen campos de prueba con problemas reales: escasez laboral, tareas físicamente exigentes, necesidad de continuidad operativa, presión sobre cuidados y oportunidad de aprendizaje industrial.

Estos pilotos no deberían plantearse como exhibiciones tecnológicas, sino como proyectos medibles. Deben evaluar productividad, seguridad, coste total, impacto laboral, aceptación social, calidad del empleo, formación requerida, protección de datos y escalabilidad. Un piloto útil no es el que demuestra que un robot puede moverse en un entorno real durante unas horas, sino el que permite aprender qué condiciones hacen viable su integración en procesos reales.

- La sexta decisión es **institucional**. Las transiciones tecnológicas se aceleran en territorios donde existen marcos claros, proyectos piloto controlados, instrumentos financieros, colaboración público-privada y capacidad de evaluación. Las instituciones vascas no deberían actuar solo como reguladoras o financiadoras ocasionales, sino como arquitectas de una estrategia de país para la inteligencia artificial física y la robótica avanzada.

Eso no significa sustituir al mercado ni dirigir desde la administración cada decisión empresarial. Significa crear condiciones: orientar instrumentos públicos existentes, movilizar capacidades tecnológicas, facilitar cooperación entre empresas y centros de conocimiento, acompañar a pymes, activar compra pública innovadora, promover estándares de seguridad y generar espacios de experimentación con garantías. En una tecnología emergente, el papel público no consiste únicamente en corregir fallos de mercado cuando ya se han producido, sino en ayudar a construir mercado donde todavía no existe.

- La séptima decisión es de **seguridad, privacidad y soberanía funcional**. Un robot humanoide o un sistema de IA física no es una máquina cualquiera. Ve, oye, se mueve, aprende, interactúa con personas, puede estar conectado a plataformas externas y puede operar en entornos sensibles. Por eso, la seguridad no será solo física, sino también digital, funcional y organizativa.

Será necesario garantizar quién controla las actualizaciones, dónde se almacenan los datos, qué capacidades pueden activarse de forma remota, qué ocurre ante un fallo de software,

cómo se audita el comportamiento del sistema, quién responde ante un incidente y qué grado de dependencia existe respecto a proveedores externos. La soberanía tecnológica no consistirá necesariamente en fabricar todos los robots, pero sí en mantener control efectivo sobre su operación, sus datos, su certificación y su integración en infraestructuras críticas.

- La octava decisión es de **legitimidad social**. La robotización avanzada no puede desplegarse al margen de trabajadores, sindicatos, profesionales de los cuidados, pymes, usuarios y ciudadanía. Pactar reglas antes de que aparezca el conflicto puede ser una ventaja competitiva institucional. Protocolos de información, participación en pilotos, planes de recualificación, evaluación de riesgos, criterios de reparto de ganancias de productividad y mecanismos de acompañamiento deben formar parte de la estrategia desde el inicio. Este punto no es una concesión social añadida al final. Es una condición de adopción. En Europa, y especialmente en Euskadi, una tecnología que no genere confianza difícilmente escalará con rapidez. La ventaja competitiva vasca no debería limitarse a adoptar antes la tecnología, sino a demostrar que puede desplegarse de forma pactada, segura, productiva y socialmente aceptable.
- La novena decisión es de **integración en las políticas existentes**. La IA física y la robótica avanzada deberían incorporarse de forma explícita a los principales instrumentos estratégicos del territorio: política industrial, RIS3, planes de ciencia, tecnología e innovación, estrategias de formación profesional, programas de internacionalización, instrumentos de financiación, compra pública innovadora, agenda de cuidados y políticas de transición digital de pymes. No se trata de crear una estrategia paralela que compita con todo lo existente, sino de introducir esta nueva frontera en las políticas ya activas. La robotización avanzada debe ser entendida como una evolución natural de la industria vasca hacia una mecatrónica más inteligente, conectada, segura y orientada a aplicaciones reales.

La experiencia histórica demuestra que los territorios que identifican con antelación las transiciones tecnológicas y ajustan su estructura productiva tienden a consolidar ventajas duraderas. Los que reaccionan tarde suelen limitarse a adaptarse a condiciones impuestas desde fuera. Euskadi dispone de capital industrial, tecnológico y organizativo suficiente para participar activamente en esta nueva fase de la automatización. Pero el margen de decisión no es indefinido.

No se trata de decidir si la inteligencia artificial física llegará. Se trata de decidir si Euskadi quiere influir en su integración o limitarse a adaptarse cuando el cambio sea irreversible.

Tres errores que Euskadi debería evitar

1. Esperar a que la tecnología esté completamente madura.

Cuando eso ocurra, los estándares, proveedores y modelos de negocio pueden estar ya definidos por otros.

2. Confundir adopción con compra de robots.

La ventaja estará en integrar, mantener, certificar, adaptar y generar aplicaciones útiles.

3. Plantear la robotización solo como eficiencia empresarial.

Sin legitimidad social, formación y acceso para pymes, la tecnología puede producir rechazo o brecha competitiva.

11. Euskadi, laboratorio europeo de robotización humanista

11.1. Una agenda 2026-2030 para integrar industria, cuidados y cohesión

La robótica humanoide y, en términos más amplios, la inteligencia artificial física no deben tratarse como una curiosidad tecnológica ni como un debate de futuro lejano. Son una posible respuesta a retos estructurales ya presentes en Euskadi: envejecimiento, escasez de mano de obra en sectores clave, necesidad de elevar la productividad, presión creciente sobre los cuidados y transformación de las cadenas industriales globales.

Euskadi no parte de cero. Dispone de una base industrial sólida, centros tecnológicos de referencia, experiencia en automatización avanzada, tejido de pymes industriales, formación profesional reconocida, universidades, clústeres, tradición cooperativa y cultura de colaboración público-privada. Su tamaño intermedio y su densidad institucional permiten algo que otros territorios mayores no siempre pueden hacer con la misma agilidad: experimentar a escala real, aprender rápido y conectar política industrial, empresas, tecnología y cohesión social.

La oportunidad no está en competir en producción masiva global frente a economías como China o Estados Unidos. La oportunidad está en convertirse en un territorio europeo de referencia en la integración de la robótica avanzada: en la industria, en los cuidados, en los servicios públicos, en las pymes y en la nueva cadena de valor mecatrónica que se está formando alrededor de la inteligencia artificial física.

Esa ambición exige una estrategia explícita. No bastarán iniciativas dispersas, pilotos aislados o compras puntuales de tecnología. Tampoco bastará con observar la evolución del mercado hasta que otros territorios definan estándares, proveedores, modelos de negocio y posiciones competitivas. Si Euskadi quiere aprovechar esta ventana, debe actuar antes de que el sector esté plenamente consolidado.

El objetivo no debería ser “robotizar más rápido que nadie”, sino **robotizar mejor**: con sentido industrial, con seguridad, con participación, con acceso para pymes, con orientación a cuidados y con criterios claros de empleo de calidad y cohesión social. En un continente como Europa, donde la legitimidad social será una condición de adopción, la confianza puede convertirse en ventaja competitiva.

11.2. Cinco líneas de acción

Una estrategia vasca de inteligencia artificial física y robótica avanzada

Euskadi debería incorporar la inteligencia artificial física y la robótica avanzada como eje emergente de su política industrial. No como un programa lateral, sino como una línea conectada con la evolución de la metal-mecánica, la máquina-herramienta, la automoción, la mecatrónica, la automatización, la sensorica, el software industrial y los servicios avanzados.

Esta estrategia debería partir de una idea sencilla: no se trata de abandonar sectores existentes, sino de preparar su evolución. Una parte de las capacidades acumuladas en automoción, bienes de equipo, componentes, fabricación avanzada o integración industrial puede desplazarse progresivamente hacia la robótica avanzada, los sistemas autónomos y las aplicaciones físicas de la inteligencia artificial.

La estrategia debería estar alineada con los principales instrumentos del territorio: política industrial, Plan de Industria, PCTI, RIS3, programas de digitalización, formación profesional, internacionalización, clústeres, compra pública innovadora e instrumentos de financiación. La robotización avanzada no necesita una estrategia paralela que compita con todo lo existente; necesita ser reconocida como una nueva frontera transversal.

Un mapa de capacidades industriales y tecnológicas

Antes de lanzar grandes programas, Euskadi debería saber con precisión qué capacidades tiene ya. Para ello, sería conveniente elaborar un mapa de empresas, centros tecnológicos, startups, grupos de investigación, centros de formación profesional e integradores con capacidades relacionadas con la inteligencia artificial física.

Ese mapa debería identificar capacidades en componentes mecánicos y mecatrónicos, actuadores, reductores, sistemas de movimiento, sensórica, visión artificial, baterías, software de control, ciberseguridad, mantenimiento, certificación, integración industrial, robótica colaborativa, gemelos digitales y aplicaciones sectoriales.

El objetivo no sería hacer un inventario académico, sino detectar oportunidades concretas de posicionamiento. Qué empresas pueden diversificar desde sectores actuales. Qué pymes podrían convertirse en proveedoras especializadas. Qué centros tecnológicos pueden validar aplicaciones. Qué perfiles formativos faltan. Qué eslabones de la cadena de valor están cerca de capacidades ya existentes. Y qué alianzas internacionales conviene construir.

Este mapa permitiría formular la oportunidad industrial con más precisión: Euskadi no fabricará millones de robots, pero puede ocupar posiciones de alto valor en integración, componentes, validación, certificación, mantenimiento, seguridad, software industrial y aplicaciones sectoriales.

Pilotos tractores en industria, cuidados y servicios públicos

La estrategia debe pasar pronto de la reflexión a la experimentación. Euskadi debería lanzar una cartera limitada de pilotos tractores, bien elegidos, medibles y evaluables. No demasiados. No dispersos. No concebidos como escaparates tecnológicos. Pilotos orientados a resolver problemas reales.

En industria, los primeros pilotos podrían centrarse en tareas auxiliares de planta, alimentación de máquinas, logística interna, inspección, mantenimiento básico, manipulación sencilla, ergonomía y reducción de riesgos. En logística, podrían abordar movimiento de materiales, inventario, clasificación o apoyo en almacenes. En cuidados y salud, deberían orientarse al concepto de cuidador aumentado: apoyo físico, transporte, movilización, detección de caídas, recordatorio de rutinas y liberación de tiempo humano para atención directa. En servicios públicos, podrían explorarse limpieza, inspección, vigilancia de instalaciones, mantenimiento o apoyo en infraestructuras.

Cada piloto debería evaluar productividad, coste total, seguridad, fiabilidad, impacto laboral, aceptación social, necesidades de formación, protección de datos y posibilidad de escalado. La pregunta no debería ser solo “¿funciona el robot?”, sino “¿qué aprende Euskadi de este despliegue y qué capacidades locales genera?”.

Un nodo vasco de integración, validación, seguridad y certificación

La robótica avanzada necesitará espacios de prueba, validación y certificación. Un robot que opera junto a personas en una fábrica, una residencia, un hospital o un espacio público no puede evaluarse únicamente por su rendimiento técnico. Debe acreditarse su seguridad física, su ciberseguridad, su protección de datos, su interoperabilidad con otros sistemas, su fiabilidad operativa, sus protocolos de emergencia, su trazabilidad y su responsabilidad ante incidentes.

Euskadi podría aspirar a crear un nodo europeo de referencia en integración, validación y certificación de inteligencia artificial física. No necesariamente como una institución nueva desde cero, sino como una red articulada entre centros tecnológicos, universidades, laboratorios, empresas, administración, servicios de prevención, certificadoras y usuarios finales.

Ese nodo podría ayudar a empresas vascas y europeas a probar tecnologías en entornos reales, adaptar soluciones globales a procesos industriales concretos, definir estándares de seguridad, formar perfiles técnicos y generar confianza. También podría convertirse en una oportunidad industrial: certificar, mantener, integrar y auditar robots puede ser tan relevante como fabricarlos.

La seguridad deberá entenderse en sentido amplio. No solo seguridad física, sino también digital y funcional: quién controla las actualizaciones, dónde se almacenan los datos, qué capacidades pueden activarse de forma remota, qué ocurre ante un fallo de software y qué dependencia existe respecto a proveedores externos. La soberanía tecnológica no consistirá necesariamente en fabricar todos los robots, pero sí en mantener control efectivo sobre su operación, sus datos, su certificación y su integración en infraestructuras críticas.

Una Carta Vasca de Robotización Humanista

La última línea de acción debería ser social e institucional. Euskadi debería promover una **Carta Vasca de Robotización Humanista** que establezca principios para orientar los despliegues públicos y privados de inteligencia artificial física.

No se trataría de un documento retórico, sino de una herramienta práctica para pilotos, ayudas públicas, compra pública innovadora, negociación colectiva, evaluación de impacto y comunicación social. Esta Carta debería fijar criterios sencillos: priorizar tareas penosas, peligrosas, repetitivas o difíciles de cubrir; mantener responsabilidad humana en decisiones sensibles; proteger la dimensión relacional del cuidado; incorporar a trabajadores y usuarios desde el diseño; medir productividad, seguridad y calidad del empleo; facilitar acceso a pymes; proteger datos y privacidad; y reinvertir parte de las ganancias de productividad en formación, ergonomía, transición profesional y cohesión social.

La Carta permitiría formular la singularidad vasca de manera clara: la robotización no debe ser capital contra trabajo, ni tecnología contra cuidado, ni productividad contra cohesión. Debe ser una forma de ampliar capacidades humanas, sostener competitividad, reforzar el bienestar y mantener arraigo industrial.

11.3. Una agenda de país, no una suma de proyectos

Estas cinco líneas requieren coordinación. Gobierno Vasco, Diputaciones Forales, SPRI, Basque Trade, BRTA, clústeres, universidades, centros de formación profesional, empresas tractoras, pymes, cooperativas, sindicatos y servicios públicos deberían compartir una agenda común. Cada actor tiene un papel distinto, pero la oportunidad exige una visión de conjunto.

Las instituciones pueden orientar recursos, reducir barreras, activar compra pública, impulsar instrumentos financieros, atraer talento y facilitar cooperación. Las empresas pueden identificar necesidades reales, desarrollar pilotos, integrar tecnología y generar aprendizaje. Los centros tecnológicos y universidades pueden validar, adaptar, investigar y formar. La formación profesional puede preparar perfiles técnicos esenciales. Los sindicatos y trabajadores pueden aportar conocimiento de proceso, legitimidad, evaluación de riesgos y criterios de transición justa. Las pymes deben ser destinatarias centrales, no espectadoras tardías.

Esta secuencia debe ser flexible. La tecnología puede avanzar más rápido o más lento de lo previsto. Pero esa incertidumbre no aconseja esperar; aconseja aprender antes. Si la madurez comercial tarda más, los pilotos habrán servido para formar talento y preparar capacidades. Si llega antes, Euskadi habrá ganado tiempo.

Posicionamiento internacional

La ambición europea requiere visibilidad. Euskadi podría impulsar un encuentro internacional especializado en inteligencia artificial física y robótica avanzada aplicada. No un congreso genérico sobre tecnología, sino un foro centrado en integración industrial, aplicaciones reales, seguridad, certificación, cuidados, pymes y robotización humanista.

La lógica no sería organizar un evento por visibilidad simbólica, sino atraer ecosistema: empresas, startups, inversores, centros tecnológicos, certificadoras, reguladores, responsables públicos, profesionales de cuidados, sindicatos y territorios industriales europeos. Un encuentro bien planteado puede convertirse en plataforma permanente de conexión, aprendizaje y posicionamiento.

Pero el evento solo tendría sentido si estuviera conectado con una agenda real: pilotos, capacidades industriales, instrumentos financieros, laboratorios de validación y alianzas internacionales. La visibilidad sin estrategia se agota rápido. La estrategia con visibilidad puede acelerar conexiones.

Financiación e instrumentos de apoyo

La robotización avanzada requerirá instrumentos financieros específicos. Las empresas necesitarán apoyo para pilotos, integración, formación, adaptación organizativa y escalado. Las pymes, en particular, necesitarán fórmulas que reduzcan barreras de entrada: renting, leasing, pago por uso, robots compartidos, servicios gestionados y plataformas sectoriales de prueba.

Euskadi podría estudiar la creación de un vehículo financiero especializado en deep tech industrial o, al menos, una línea específica dentro de instrumentos ya existentes. Su objetivo no debería ser subvencionar la compra indiscriminada de robots, sino acompañar proyectos con potencial de aprendizaje, productividad, impacto industrial y transferencia al tejido empresarial.

También la compra pública innovadora puede desempeñar un papel tractor. En cuidados, salud, servicios urbanos, mantenimiento de infraestructuras o seguridad, las administraciones pueden generar demanda temprana, definir estándares, evaluar impacto y abrir oportunidades a proveedores locales. La compra pública no debería utilizarse para adquirir tecnología inmadura sin criterio, sino para aprender de forma controlada allí donde existen necesidades reales.

Agenda 2026 - 2030

Horizonte	Prioridad	Resultado esperado
2026	Mapa de capacidades y selección de pilotos	Saber dónde está Euskadi y dónde empezar
2027	Primeros pilotos en industria, cuidados y servicios públicos	Aprendizaje real, métricas y casos de uso
2028	Nodo de validación, seguridad y certificación	Convertir confianza y seguridad en ventaja
2029	Escalado pyme, financiación y modelos de uso compartido	Evitar brecha tecnológica estructural
2030	Posicionamiento europeo	Euskadi como territorio integrador de robótica humanista

Anexo I. Otros informes de interés

La elaboración de este informe se ha apoyado en una combinación de referencias internacionales, europeas, estatales y vascas, así como en trabajos recientes especialmente útiles para interpretar la convergencia entre inteligencia artificial, robótica avanzada, envejecimiento, productividad, transformación del empleo y política industrial.

El objetivo de este anexo no es ofrecer una bibliografía exhaustiva sobre inteligencia artificial o robótica, sino recoger aquellas referencias que ayudan a situar el debate desde la perspectiva de Zedarriak: cómo sostener bienestar y cohesión social en una sociedad envejecida, cómo elevar la productividad, cómo anticipar una nueva cadena industrial mecatrónica y cómo gobernar la incorporación de sistemas físicos inteligentes de forma segura, competitiva y socialmente legítima.

A. Demografía, productividad y futuro del trabajo

1. McKinsey Global Institute. (2025). *Dependency and Depopulation? Confronting the Consequences of a New Demographic Reality*. McKinsey & Company.
2. European Commission. Directorate-General for Economic and Financial Affairs. (2024). *The 2024 Ageing Report: Economic and Budgetary Projections for the EU Member States (2022-2070)*. European Commission.
3. OECD / European Commission. (2024). *Health at a Glance: Europe 2024: State of Health in the EU Cycle*. OECD Publishing.
4. World Health Organization. (2015). *World Report on Ageing and Health*. WHO.
5. OECD. (2024). *Promoting Better Career Choices for Longer Working Lives: Stepping Up Not Stepping Out*. OECD Publishing.
6. OECD. (2023). *OECD Employment Outlook 2023: Artificial Intelligence and the Labour Market*. OECD Publishing.
7. International Monetary Fund. (2024). *Gen-AI: Artificial Intelligence and the Future of Work*. IMF Staff Discussion Note SDN/2024/001. International Monetary Fund.
8. International Labour Organization. (2025). *Generative AI and Jobs: A Refined Global Index of Occupational Exposure*. ILO Working Paper. International Labour Organization.
9. World Economic Forum. (2025). *The Future of Jobs Report 2025*. World Economic Forum.

B. Inteligencia artificial, robótica e IA física

10. Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence. (2025). *Artificial Intelligence Index Report 2025*. Stanford University.
11. OECD. (2026). *AI and Skills*. OECD Publishing.
12. International Federation of Robotics. (2024). *World Robotics 2024: Industrial Robots*. IFR / VDMA Services.

13. McKinsey & Company. (2025). *Humanoid Robots: Crossing the Chasm from Concept to Commercial Reality*. McKinsey & Company.
14. ADRA – AI, Data and Robotics Association. (2025). *AI-powered Robotics: Strategy for Europe*. ADRA.
15. ISO. (2025). *ISO 10218-1:2025. Robotics — Safety Requirements — Part 1: Industrial Robots*. International Organization for Standardization.
16. Hartmann, D., Hamříková, K., Vysocký, A., Laciok, V., & Bernatík, A. (2026). *Evolution of Safety Requirements in Industrial Robotics: Comparative Analysis of ISO 10218-1/2 (2011 vs. 2025) and Integration of ISO/TS 15066*. arXiv.

C. Competitividad, política industrial y marco europeo

17. Draghi, M. (2024). *The Future of European Competitiveness*. European Commission.
18. Letta, E. (2024). *Much More Than a Market*. Council of the European Union.
19. European Union. (2024). *Regulation (EU) 2024/1689 laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act)*. Official Journal of the European Union.
20. European Commission. (2025). *Apply AI Strategy*. European Commission, Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology.
21. European Commission. (2026). *AI Factories*. European Commission, Shaping Europe's Digital Future.
22. McKinsey Global Institute. (2024). *A New Future of Work: The Race to Deploy AI and Raise Skills in Europe and Beyond*. McKinsey & Company.
23. "The AI Layoff Trap", de Brett Hemenway Falk (University of Pennsylvania) y Gerry Tsoukalas (Boston University), marzo de 2026

D. Euskadi: demografía, industria e innovación

23. Eustat. (2026). *Proyecciones de la población de la C. A. de Euskadi*. Instituto Vasco de Estadística.
24. Eustat. (2025). *Estructura de la población de la C. A. de Euskadi. 1 de enero de 2025*. Instituto Vasco de Estadística.
25. Eustat. (2026). *Sector industrial de la C. A. de Euskadi. 2024*. Instituto Vasco de Estadística.
26. Gobierno Vasco. (2020/2025). *Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación Euskadi 2030*. Gobierno Vasco.
27. Gobierno Vasco. (2025). *Informe trimestral de la economía vasca*. Departamento de Economía, Trabajo y Empleo.