

Revisión sistemática de los determinantes de la transferencia tecnológica en el sector de seguridad y defensa

Marco Antonio Aguirre Rivera*
<https://orcid.org/0000-0001-9060-0736>
43310880@icte.edu.pe
Instituto Científico Tecnológico del Ejército
Lima, Perú

Franklin Edison Huayán Monzón
<https://orcid.org/0000-0001-6459-5160>
43290328@icte.edu.pe
Instituto Científico Tecnológico del Ejército
Lima, Perú

*Autor de correspondencia: 43310880@icte.edu.pe

Recibido (11/07/2025), Aceptado (10/10/2025)

Resumen. La transferencia tecnológica en el ámbito de la seguridad y la defensa constituye un fenómeno complejo en el que confluyen dinámicas institucionales, capacidades organizacionales e instrumentos de política pública. Este estudio tuvo como objetivo sintetizar los principales determinantes que explican los procesos de transferencia tecnológica en este sector, a partir de una revisión sistemática de literatura. Se seleccionó un corpus de estudios relevantes siguiendo criterios de inclusión definidos y se aplicaron métodos cualitativos de evaluación de calidad. Los resultados evidenciaron cuatro ejes convergentes: orientación de las políticas hacia el impacto más que al volumen, fortalecimiento de estructuras de gobernanza con funciones y recursos claros, gestión eficiente del proceso con métricas operativas consistentes, y establecimiento de relaciones colaborativas basadas en la confianza. Se confirmó que el éxito en la transferencia tecnológica depende de la articulación entre incentivos, marcos institucionales y capacidades técnicas, siendo prioritario el desarrollo de métricas estandarizadas y enfoques analíticos más robustos.

Palabras clave: transferencia tecnológica, defensa, estructuras de gobernanza, marcos institucionales.

Systematic Review of the Determinants of Technology Transfer in the Security and Defense Sector

Abstract. Technology transfer in the field of security and defense is a complex phenomenon shaped by institutional dynamics, organizational capabilities, and public policy instruments. This study aimed to synthesize the main determinants that explain technology transfer processes in this sector through a systematic literature review. A corpus of relevant studies was selected following defined inclusion criteria, and qualitative quality assessment methods were applied. The findings revealed four convergent axes: policy orientation toward impact rather than volume, strengthening of governance structures with clear functions and resources, efficient process management supported by consistent operational metrics, and the establishment of collaborative relationships based on trust. The study confirmed that the success of technology transfer depends on the articulation among incentives, institutional frameworks, and technical capacities, highlighting the need for standardized metrics and more robust analytical approaches.

Keywords: technology transfer, defense, governance structures, institutional frameworks.

I. INTRODUCCIÓN

La transferencia tecnológica en el sector de seguridad y defensa transforma el conocimiento en capacidades operativas y ventajas estratégicas, dentro de marcos rigurosos de seguridad nacional y regulación de la propiedad intelectual. La colaboración internacional se configura como una palanca clave para la innovación y la transferencia tecnológica, como lo demuestra el análisis presentado en [1]. En contextos altamente sensibles, la gobernanza interorganizacional requiere una articulación cuidadosa entre mecanismos contractuales y relacionales, como evidencian estudios de casos específicos en defensa [2] y análisis conceptuales más amplios [3]. No obstante, persisten barreras operativas que limitan el flujo eficaz del conocimiento, tal como ha sido documentado en la literatura especializada [4].

En términos de gestión, se ha observado un avance en la evaluación de carteras tecnológicas y en la priorización sistemática de iniciativas [5]. A nivel operativo, herramientas de planificación permiten reducir los tiempos requeridos para concretar licencias tecnológicas, según lo planteado por [6]. Las políticas públicas, sin embargo, deben aplicarse con cautela: estructuras de incentivos mal diseñadas tienden a favorecer el volumen de proyectos sobre su impacto real, como advierte el estudio de caso sobre programas de financiamiento orientados a pequeñas empresas tecnológicas [7].

En el ámbito sectorial, varios países en desarrollo han generado una masa crítica de iniciativas relacionadas con la transferencia tecnológica, aunque persisten vacíos en cuanto a métricas e indicadores de evaluación [8]. La capacidad de absorción de conocimiento se presenta como un factor determinante para que ciertas organizaciones logren identificar, asimilar y aprovechar dicho conocimiento de forma más efectiva que otras [9]. Asimismo, las capacidades dinámicas permiten a las organizaciones detectar oportunidades, actuar estratégicamente y reconfigurar sus estructuras frente a los cambios, en función de los procesos de transferencia tecnológica [10].

Factores como la apertura institucional y la generación de confianza resultan claves para reducir los costos de coordinación y mejorar los resultados, tanto en pequeñas empresas innovadoras como en ecosistemas que integran universidades e industrias [11], [12], [13]. La brecha de conocimiento más relevante identificada en la literatura actual radica en la ausencia de métricas comparables y estandarizadas, particularmente en indicadores como el tiempo promedio de concesión de licencias tecnológicas, que no suele estar ajustado por niveles de madurez tecnológica, y en la dispersión de hallazgos entre niveles de análisis nacional, organizacional e individual.

Este estudio se propuso integrar los determinantes de la transferencia tecnológica en el sector de defensa desde una perspectiva multinivel, e impulsar una agenda de investigación y de política pública que promueva el uso de métricas comparables y orientadas a resultados. En este sentido, se identificaron los factores determinantes en los niveles nacional, organizacional e individual; se sintetizaron los principales mecanismos habilitadores y las barreras más relevantes; se propuso un núcleo de indicadores de evaluación comparables, incluyendo la normalización del tiempo de transferencia según el nivel de madurez tecnológica; y finalmente se delineó una agenda metodológica que incorporó tanto modelos causales como enfoques configuracionales que permitieron analizar trayectorias y resultados de manera más rigurosa.

II. MARCO TEÓRICO

La transferencia tecnológica en el sector defensa está determinada por factores que actúan en distintos niveles. En el plano macro, la efectividad del proceso refleja la calidad del diseño de instrumentos como el programa SBIR (*Small Business Innovation Research*), la coherencia del marco regulatorio y la interdependencia de recursos entre actores institucionales [14]. Sin embargo, cuando las métricas de evaluación se centran únicamente en el volumen, pueden generarse incentivos distorsionados que privilegian resultados aparentes, como se evidencia en los casos de empresas especializadas en explotar subvenciones, conocidas como SBIR mills [7].

A nivel meso, la gobernanza interorganizacional, ya sea contractual, relacional o híbrida, incide directamente en la construcción de confianza, la reducción de costos de transacción y la agilidad en las negociaciones [2], [3]. Las Oficinas de Transferencia Tecnológica (*Technology Trasfer Offices, TTOs*) juegan un papel fundamental, cuyo desempeño depende tanto de los recursos disponibles como de sus funciones, indicadores clave de desempeño (*Key Performance Indicators, KPIs*) y de su evolución hacia modelos de innovación transformativa [15], [16], [17]. Finalmente, en el nivel micro, la eficiencia

del proceso, que va desde la divulgación hasta la licencia y el escalamiento, requiere una disciplina operativa rigurosa. Herramientas como los diagramas de Gantt o el método del camino crítico (*Critical Path Method, CPM*) ayudan a identificar cuellos de botella y a reducir el tiempo total hasta la licencia [6], mientras que modelos jerárquicos de decisión mejoran la priorización de tecnologías y el seguimiento de carteras [5]. Además, la gestión de barreras organizacionales y técnicas sigue siendo un componente crítico a lo largo de todo el ciclo de transferencia [4].

A. Motores transversales y apertura

La transferencia tecnológica en el sector de seguridad y defensa no puede comprenderse plenamente sin integrar una perspectiva multinivel que articule determinantes macro, meso y micro. A nivel macro, las políticas públicas, la regulación de la propiedad intelectual y la asignación de legitimidad y recursos establecen las condiciones estructurales que influyen en los procesos de transferencia [9], [10]. En el nivel meso, la configuración de los ecosistemas de innovación, particularmente la gobernanza y el rol de las oficinas de transferencia tecnológica, define la arquitectura institucional que media las relaciones interorganizacionales y regula los flujos de conocimiento.

En el nivel micro, las prácticas concretas de gestión, tales como la valorización tecnológica, la negociación de licencias y el seguimiento de indicadores clave, configuran la eficiencia operativa del proceso. Estos tres niveles interactúan de manera dinámica, y su efectividad está moderada por capacidades de absorción, capacidades dinámicas, apertura organizacional y confianza interactoral. En conjunto, En conjunto, y como muestra la Figura 1, estas configuraciones determinan los resultados observables del proceso, como el número y calidad de licencias, el tiempo requerido para completar una transferencia, la generación de spin-offs, el avance tecnológico alcanzado y los ingresos por regalías [11], [12], [13], [18].



Fig. 1. Modelo conceptual macro-meso-micro de la transferencia en defensa.

III. METODOLOGÍA

Se llevó a cabo una revisión sistemática siguiendo las directrices del protocolo PRISMA, abarcando publicaciones entre 2010 y 2025, con especial énfasis en el periodo 2019–2025. El *corpus* final se construyó a partir de una búsqueda exhaustiva en las bases de datos *Scopus*, *Web of Science*, *ScienceDirect* e *IEEE Xplore*, empleando cadenas de búsqueda bilingües (español e inglés), operadores booleanos y filtros por revisión por pares y eliminación de duplicados. La estrategia de selección incluyó una primera fase de cribado de títulos y resúmenes, seguida de una evaluación a texto completo realizada de forma independiente por dos revisores, con base en criterios de inclusión y exclusión previamente definidos. Dada la heterogeneidad de los enfoques, contextos y métricas utilizadas en los estudios identificados, se optó por una síntesis narrativa de tipo temático, estructurada según tres niveles de análisis (macro, meso y micro), en lugar de aplicar técnicas de metaanálisis cuantitativo.

A. Criterio de inclusión y exclusión

Se consideraron para esta revisión sistemática aquellos estudios que abordaran de manera explícita la transferencia tecnológica en el ámbito de la defensa, o bien que incluyeran determinantes claramente transferibles a dicho dominio con una operacionalización rigurosa. Asimismo, se exigió que los documentos contaran con revisión por pares o respaldo institucional verificable, que estuvieran publicados entre los años 2019 y 2025, y que ofrecieran información suficiente sobre el contexto, el diseño metodológico y los resultados obtenidos.

Se excluyeron, en cambio, los trabajos que no se centraban en el sector defensa o que no trataban la transferencia tecnológica de forma sustantiva, aquellos publicados fuera del periodo definido, así como aquellos que no estaban sujetos a revisión por pares ni contaban con respaldo institucional comprobable (Figura 2). También se descartaron los documentos que no describían con claridad su metodología o que no brindaban la transparencia necesaria para identificar el contexto, los mecanismos analizados y las métricas relevantes, tales como el nivel de madurez tecnológica (*Technology Readiness Level, TRL*), el tiempo hasta la licencia (time-to-license), el número de licencias, la generación de *spin-offs* o la obtención de regalías.

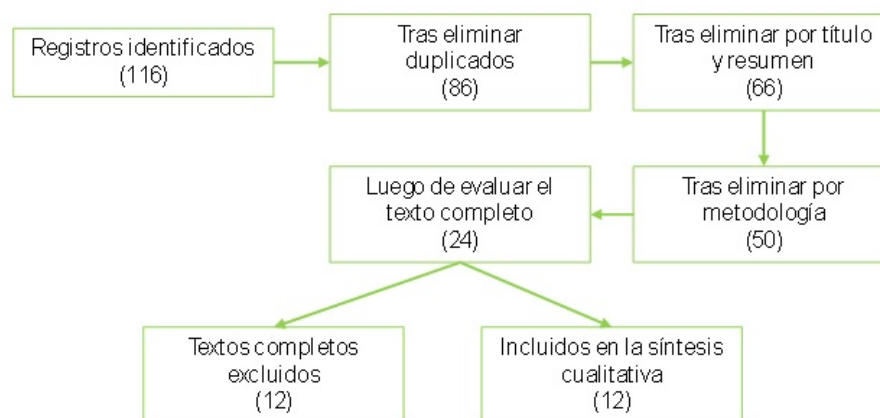


Fig. 2. Modelo conceptual macro-meso-micro de la transferencia en defensa.

IV. RESULTADOS

La tabla 1 sintetiza un conjunto representativo de estudios clave identificados en la revisión sistemática, agrupando evidencia empírica y conceptual desde distintos contextos geográficos, institucionales y operativos vinculados a la transferencia tecnológica en sectores estratégicos de seguridad y defensa. La comparación permite observar patrones transversales y diferencias relevantes según el tipo de actor involucrado, el dominio tecnológico y el modelo de gobernanza aplicado. Se distinguen mecanismos recurrentes como la colaboración internacional, los programas de incentivos, los acuerdos contractuales con cláusulas de propiedad intelectual, así como estructuras híbridas entre gobiernos, industria y academia.

Los resultados evidencian beneficios como la aceleración de la innovación, el fortalecimiento de capacidades nacionales y una mayor alineación institucional, pero también revelan vacíos persistentes en torno a la trazabilidad del impacto, la disponibilidad de métricas comparables y la identificación de efectos causales en los procesos de transferencia tecnológica. Esta heterogeneidad del campo sugiere la necesidad urgente de avanzar hacia marcos estandarizados y evaluaciones sistemáticas que permitan comparar resultados y sustentar decisiones de política pública en evidencia verificable.

Tabla 1. Características de los estudios incluidos.

Fuente	País/Región	Dominio	Escenario	Mecanismos clave	Resultados principales
[1]	Indonesia / Global	Defensa	Gobierno– Industria– Academia	Colaboración internacional; TT como motor de seguridad	Colaboración estructurada acelera innovación y TT
[2]	Varios	Defensa	Empresas– Estado	Gobernanza híbrida; offsets; cláusulas de PI	Arreglos claros + confianza facilitan acuerdos de TT
[8]	Países en desarrollo	Defensa	Multiestudio (SLR)	Mapeo sectorial; brechas métricas	Existe masa crítica; faltan métricas comparables y causalidad
[7]	EE. UU. (DoD)	Política de innovación	Programa SBIR	Diseño de incentivos; métricas de desempeño	Riesgo de ‘mills’: conteo sin impacto proporcional de TT
[19]	Perú	Aeronáutica (Defensa)	Política pública sectorial	Alineación de capacidades; cadenas de valor	Hoja de ruta para TT y desarrollo de capacidades nacionales
[20]	Irán	Espacio (vínculo defensa)	Estado/PRI	Drivers y restricciones de TT	Condicionantes críticos para éxito de TT espacial

Complementariamente, el análisis de estudios centrados en oficinas de transferencia tecnológica, gobernanza interorganizacional y evaluación de procesos específicos resalta la influencia del entorno institucional, la disponibilidad de recursos y el uso de indicadores clave de desempeño en la eficacia de los TTOs. Se confirma que esquemas de gobernanza híbrida reducen fricciones y costos transaccionales, mientras que herramientas analíticas como modelos jerárquicos de priorización o metodologías de gestión de procesos mejoran el seguimiento y optimización del *time-to-license* (Tabla 2). Estos hallazgos constituyen una base empírica valiosa para diseñar estrategias integradas de transferencia, tanto en ámbitos institucionales como en ecosistemas de innovación intersectorial.

Tabla 2. Aportes de estudios seleccionados.

Fuente	País/Región	Dominio	Escenario	Mecanismos clave	Resultados principales
[15]	UE	TTOs / Transformativa	Universidad– Ecosistema	Roles y recursos; capacidades ampliadas del TTO	TTOs como difusores de innovación transformativa
[16]	Multipaís	TTOs / Desempeño	Académico/ Desarrollo	Recursos; KPIs; entorno institucional	Eficiencia TTO varía por capacidades y contexto
[17]	UE (ECIU)	TTOs / Desempeño	Universitario	Factores críticos de rendimiento	Identifica drivers de desempeño TTO
[3]	Global	Gobernanza inter-organizacional	Redes interorg.	Gobernanza híbrida (contractual + relacional)	Reduce fricciones y costes transaccionales
[5]	Multisector	Evaluación de TT	Organizaciones	Modelo jerárquico de scoring	Mejor priorización y seguimiento de cartera TT
[6]	Corea	Gestión de proceso de TT	Industria	Gantt/CPM; camino crítico	Identifica cuellos y reduce <i>time-to-license</i>

La evidencia seleccionada se organiza en redes multinivel. A nivel macro, se examinan los efectos de instrumentos como el programa SBIR y las propuestas de política sectorial en aeronáutica [7], [19]. En el nivel meso, sobresale el papel estratégico de los TTOs y la variabilidad de su desempeño [15], [16], [17], así como las dinámicas de gobernanza híbrida, tanto contractual como relacional, que resultan

clave para facilitar la transferencia [2], [3]. En el plano micro, se identifican avances en la gestión del proceso y en la evaluación de tecnologías, con herramientas como diagramas de Gantt/CPM y modelos jerárquicos de scoring [5], [6], además de barreras operativas recurrentes [4]. Por otro lado, la colaboración internacional en defensa y la transferencia espacial emergen como escenarios duales de alta prioridad estratégica y sensibilidad geopolítica [1], [20], mientras que una revisión sectorial más amplia evidencia la existencia de masa crítica, pero también la persistencia de vacíos en métricas comparables y en análisis de causalidad [8].

A. Hallazgos por nivel

Hallazgos a nivel macro (políticas, PI, legitimidad)

Los hallazgos a nivel macro evidencian dos tendencias centrales vinculadas a políticas públicas, propiedad intelectual y legitimidad institucional. En primer lugar, el diseño de instrumentos debe orientarse al impacto real, como licencias efectivas, progresión tecnológica y escalamiento, y no únicamente a indicadores de volumen. La evidencia asociada al caso SBIR muestra cómo ciertos actores optimizan la adjudicación de fondos sin traducirlos en resultados proporcionales de transferencia tecnológica, lo que genera ineficiencias y distorsiones en la asignación de recursos [7].

Este fenómeno se relaciona con advertencias previas sobre los riesgos de incentivos mal alineados y la forma en que se captura valor dentro de sistemas regulados [19]. En segundo lugar, las políticas sectoriales orientadas al desarrollo de capacidades, como las propuestas para el sector aeronáutico en Perú, permiten alinear cadenas de suministro, definir prioridades tecnológicas y establecer marcos estables para la colaboración y la transferencia [19]. En conjunto, estos patrones sugieren que el diseño normativo, la claridad en el tratamiento de propiedad intelectual y la coherencia regulatoria constituyen condiciones estructurales para la transferencia tecnológica en defensa, donde la legitimidad y la dependencia de recursos influyen en la factibilidad de acuerdos y alianzas estratégicas [14].

Hallazgos a nivel meso (TTOs, gobernanza, ecosistemas)

Los hallazgos a nivel meso revelan que la transferencia tecnológica en defensa se lleva a cabo dentro de redes interorganizacionales que operan bajo estrictos requisitos de seguridad, confidencialidad y cumplimiento normativo. En este contexto, la gobernanza adquiere un peso equivalente al de la tecnología. Los estudios de caso en defensa muestran que la combinación de arreglos contractuales bien definidos, incluyendo cláusulas de propiedad intelectual, acuerdos de confidencialidad (NDAs) y esquemas de pago escalonado (*earn-outs*), con relaciones basadas en la confianza, permite reducir fricciones y acortar significativamente los tiempos de negociación [2]. Esta lógica da lugar a modelos de gobernanza híbrida, donde coexisten mecanismos formales y relacionales [3].

Al mismo tiempo, la literatura sobre oficinas de transferencia tecnológica (TTOs) indica que la disponibilidad de recursos, la definición clara de roles y el uso de indicadores clave de desempeño (KPIs) influyen directamente en sus resultados [16], [17]. Aquellos TTOs que adoptan enfoques orientados a la innovación transformativa y que integran funciones como el desarrollo de negocios, la vigilancia de mercado y la creación de alianzas estratégicas, amplían significativamente su capacidad de mediación [15].

Por otro lado, las experiencias de colaboración internacional en defensa reflejan que los consorcios y las alianzas tri-hélice, entre gobierno, industria y academia, pueden actuar como aceleradores de innovación y transferencia tecnológica, siempre que se sustenten en reglas compartidas y metas alineadas con objetivos de seguridad [1]. En este marco, los mecanismos efectivos de vinculación universidad-industria, tales como el *scouting* tecnológico, la valoración de propiedad intelectual y el desarrollo comercial, incrementan notablemente la probabilidad de éxito en las licencias tecnológicas.

Hallazgos a nivel micro (proceso, prácticas y métricas)

En el nivel micro, los hallazgos evidencian que el diseño del proceso operativo de transferencia tecnológica, desde la fase de divulgación y evaluación, hasta el marketing de tecnologías, las licencias o la generación de *spin-offs*, así como la planificación específica de los proyectos, explican buena parte de la variabilidad en los resultados obtenidos. La literatura especializada en gestión de la transferencia tecnológica señala que herramientas de gestión como los diagramas de Gantt o los métodos de trayectoria crítica (CPM) resultan valiosas para identificar cuellos de botella operativos y reducir el tiempo

necesario para alcanzar una licencia efectiva, es decir, el *time-to-license* [6].

En entornos organizacionales complejos, particularmente aquellos vinculados al sector defensa, se han utilizado con éxito modelos jerárquicos de evaluación que permiten priorizar iniciativas y dar seguimiento a carteras de tecnologías sensibles, contribuyendo a una asignación más eficiente de recursos [5]. En este tipo de contextos, las métricas más útiles para valorar el desempeño incluyen el número de licencias, el *time-to-license*, los cambios en los niveles de madurez tecnológica (TRL), la cantidad de *spin-offs* generados y los ingresos por regalías.

Para mejorar la comparabilidad entre organizaciones, se recomienda normalizar el *time-to-license* según el TRL inicial y reportar medidas estadísticas robustas como la mediana y el rango intercuartílico (RIC), dada la alta heterogeneidad tecnológica. No obstante, persisten barreras estructurales como la desalineación de incentivos entre actores, la opacidad en torno a la propiedad intelectual y la limitada capacidad institucional para llevar tecnologías al mercado [4].

B. Métricas operativas

La tabla 3 sintetiza las principales métricas utilizadas para evaluar el desempeño operativo de los procesos de transferencia tecnológica, especialmente en contextos sensibles como el sector defensa. Cada métrica está acompañada de una definición clara y observaciones clave que orientan su correcta interpretación y estandarización. Se incluyen tanto indicadores finales, como el número de licencias, *spin-offs* y regalías generadas, como también métricas intermedias, por ejemplo, cambios en el nivel de madurez tecnológica (Δ TRL) o la producción de prototipos y co-patentes, que permiten un seguimiento más fino del proceso.

Tabla 3. Métricas operativas de la transferencia tecnológica en defensa

Métrica	Definición	Observaciones
Licencias (#)	Acuerdos firmados en un periodo	Distinguir exclusivas / no exclusivas
Time-to-license (meses)	Tiempo desde divulgación / evaluación a firma	Normalizar por TRL inicial; reportar mediana y RIC
Δ TRL	Cambio de TRL entre hitos	Definir puntos de medición
Spin-offs (#)	Nuevas empresas derivadas	Evaluar supervivencia 3-5 años
Regalías / Ingresos	Pagos derivados de licencias	Ajustar por tamaño de cartera
Prototipos / Co-patentes	Salidas intermedias	Útiles para maduración tecnológica

Asimismo, se destacan recomendaciones metodológicas para mejorar la comparabilidad entre instituciones, tales como normalizar el *time-to-license* según el TRL inicial o reportar medidas robustas de dispersión. En conjunto, estas métricas ofrecen una base integral para el análisis del impacto y la eficiencia de los esfuerzos de transferencia tecnológica.

C. Calidad metodológica

La tabla 4 valora la calidad metodológica de 12 estudios según tipo y método (PRISMA, análisis de políticas, casos múltiples, Gantt/CPM), y tres criterios: claridad de diseño, validez de medición (*time-to-license*, TRL, Δ TRL, licencias, regalías) y transparencia. Distingue evidencia fuerte (revisiones y análisis con trazabilidad) de evidencia aceptable (casos bien documentados, menor generalización) e identifica vacíos: falta de normalización por TRL, enfoque en volumen y escasez de diseños causales. Orienta qué trabajos son más confiables y dónde mejorar métodos.

Tabla 4. Calidad metodológica

Fuente	Tipo	Método	Claridad	Medición	Transparencia	Juicio
[1]	Empírico / conceptual	Aplicado	Alta	Media	Media	Aceptable
[2]	Casos múltiples	Cualitativo	Alta	Media	Alta	Aceptable+
[8]	Revisión sistemática	PRISMA	Alta	Alta	Alta	Fuerte
[7]	Política	Cuant. / programa	Alta	Alta	Alta	Fuerte
[19]	Política sectorial	Propositivo	Media	Media	Media	Aceptable
[20]	Empírico (espacio)	Mixto	Alta	Media	Media	Aceptable
[15]	TTOs / transformativa	Conceptual	Alta	Media	Media	Aceptable
[16]	Eficiencia TTO	Cuantitativo	Alta	Alta	Media	Aceptable+
[17]	Desempeño TTO	Cuantitativo	Alta	Media	Media	Aceptable
[3]	Gobernanza	Revisión	Alta	Media	Alta	Aceptable+
[5]	Evaluación TT	Jerárquico	Alta	Alta	Media	Aceptable+
[6]	Gestión proceso	Proyectos	Alta	Media	Media	Aceptable

D. Síntesis y proposiciones

Las proposiciones derivadas del análisis evidencian una convergencia significativa entre factores macro, meso y micro que inciden en la eficiencia de la transferencia tecnológica. Se destaca que la combinación entre incentivos públicos bien diseñados y mecanismos de gobernanza híbrida entre actores permite reducir los tiempos de negociación y aumentar la efectividad de los acuerdos, incluso en tecnologías sensibles o restringidas [2], [3], [7]. Esta sinergia se ve reforzada por la articulación entre cláusulas contractuales claras y relaciones de confianza, lo cual evita dinámicas centradas exclusivamente en el volumen y disminuye fricciones en el proceso de transferencia.

Asimismo, se observa que los *Technology Transfer Offices* con mayores capacidades de absorción y capacidades dinámicas, es decir, aquellos capaces de identificar, asimilar y adaptar conocimiento externo, logran mejores resultados en términos de licencias e innovación tecnológica [9], [10], [16]. Finalmente, los entornos colaborativos con apertura estructurada y reglas explícitas sobre gobernanza y propiedad intelectual, como consorcios o esquemas tri-hélice, favorecen tanto el escalamiento tecnológico como la generación de *spin-offs* sostenibles [1], [11], [12], [13], [18], al permitir una circulación de conocimiento más fluida y condiciones de intercambio más estables.

CONCLUSIONES

Los hallazgos de esta revisión sistemática indican que la transferencia tecnológica en el ámbito de seguridad y defensa demanda modelos de gobernanza más sofisticados que aquellos utilizados en sectores civiles. En este contexto, la gobernanza híbrida, basada en mecanismos contractuales formales y relaciones de confianza, resulta clave para reducir fricciones, facilitar negociaciones y asegurar la viabilidad de los acuerdos, especialmente cuando existen restricciones normativas vinculadas a la seguridad nacional. Los *Technology Transfer Offices* destacan como agentes estratégicos cuyo impacto depende de su orientación hacia la innovación transformativa y de su capacidad para integrar funciones como desarrollo de negocios, análisis de mercados y formación de alianzas intersectoriales, lo que se traduce en mayores niveles de licenciamiento, creación de *spin-offs* y valorización tecnológica en defensa.

Desde el plano operativo, se evidencia que la planificación sistemática de la transferencia, apoyada en

herramientas como diagramas de Gantt, modelos *CPM* y jerarquías de priorización, contribuye a reducir los tiempos hasta la firma de licencias y a gestionar mejor carteras sensibles en entornos tecnológicos heterogéneos. Además, se destacan métricas adaptadas al sector defensa, como el tiempo hasta la licencia ajustado por nivel *TRL*, la evolución tecnológica entre hitos, la supervivencia de *spin-offs* y los ingresos por regalías en función del tamaño de cartera. Estas métricas permiten una evaluación más precisa del impacto alcanzado. A su vez, las alianzas tri-hélice entre Estado, industria y academia fortalecen el ecosistema de transferencia, siempre que se sustenten en objetivos comunes y marcos contractuales sólidos. Sin embargo, persisten desafíos estructurales que exigen marcos regulatorios coherentes, capacidades institucionales especializadas y estrategias nacionales integradas que armonicen intereses industriales, tecnológicos y de defensa bajo un enfoque de soberanía e innovación.

REFERENCIAS

- [1] A. B. Aripuro, M. I. Syahtaria, T. Trismadi, P. Suwarno, P. Widodo, and D. A. Purwanto, "Collaboration and technology transfer in the defense industry as drivers of innovation and global security enhancement," *Physical Sciences, Life Science and Engineering*, vol. 1, no. 3, p. 12, Jul. 2024, doi: 10.47134/pslse.v1i3.247.
- [2] S. Bezuidenhout and W. L. Bean, "A case study on inter-organisational technology transfer in the defence industry," *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*, vol. 15, no. 1, pp. 48–78, 2022, doi: 10.1108/JGOSS-10-2020-0058.
- [3] J. K. Roehrich, K. Selviaridis, J. Kalra, W. Van der Valk, and F. Fang, "Inter-organizational governance: a review, conceptualisation and extension," *Production Planning and Control*, vol. 31, no. 6, pp. 453–469, Apr. 2020, doi: 10.1080/09537287.2019.1647364.
- [4] A. Mazurkiewicz and B. Poteralska, "Technology transfer barriers and challenges faced by r&d organisations," in *Procedia Engineering*. Elsevier Ltd, 2017, pp. 457–465, doi: 10.1016/j.proeng.2017.03.134.
- [5] J. R. Lavoie, T. Daim, and E. G. Carayannis, "Technology transfer evaluation: Driving organizational changes through a hierarchical scoring model," *IEEE Trans Eng Manag*, vol. 69, no. 6, pp. 3392–3406, Dec. 2022, doi: 10.1109/TEM.2020.3042452.
- [6] S. Lee and O. A. Shvetsova, "Optimization of the technology transfer process using gantt charts and critical path analysis flow diagrams: Case study of the korean automobile industry," *Processes*, vol. 7, no. 12, Dec. 2019, doi: 10.3390/PR7120917.
- [7] A. N. Link and C. A. Swann, "Sbir mills and the u.s. department of defense," *Journal of Technology Transfer*, vol. 49, no. 6, pp. 2306–2335, Dec. 2024, doi: 10.1007/s10961-024-10144-z.
- [8] R. Girardi, "Innovation management in the defense sector: A systematic literature review focusing on developing countries," *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, vol. 8, no. 11, 2024, doi: 10.24294/jipd.v8i11.6065.
- [9] S. A. Zahra and G. George, "Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension," Apr. 2002, doi: 10.5465/AMR.2002.6587995.
- [10] M. Zollo and S. G. Winter, "Deliberate learning and the evolution of dynamic capabilities," *Organization Science*, vol. 13, no. 3, pp. 339–351, May 2002, doi: 10.1287/orsc.13.3.339.2780.
- [11] M. Hossain, "A review of literature on open innovation in small and medium-sized enterprises," *Journal of Global Entrepreneurship Research*, vol. 5, no. 1, May 2015, doi: 10.1186/s40497-015-0022-y.

- [12] C. Öberg and A. T. Alexander, "The openness of open innovation in ecosystems – integrating innovation and management literature on knowledge linkages," *Journal of Innovation and Knowledge*, vol. 4, no. 4, pp. 211–218, Oct. 2019, doi: 10.1016/j.jik.2017.10.005.
- [13] Y. Wu, W. Huang, and L. Deng, "Does social trust stimulate university technology transfer? evidence from china," *PLoS One*, vol. 16, no. 8 August, Aug. 2021, doi: 10.1371/journal.pone.0256551.
- [14] J. M. Drees and P. P. M. A. R. Heugens, "Synthesizing and extending resource dependence theory: A meta-analysis," *J Manage*, vol. 39, no. 6, pp. 1666–1698, Sep. 2013, doi: 10.1177/0149206312471391.
- [15] S. Borrás, F. Gerli, and R. Cenzato, "Technology transfer offices in the diffusion of transformative innovation: Rethinking roles, resources, and capabilities," *Technol Forecast Soc Change*, vol. 200, Mar. 2024, doi: 10.1016/j.techfore.2023.123157.
- [16] K. Faccin, C. De Beer, B. V. Martins, G. Zanandrea, N. Kela, and C. Schutte, "What really matters for ttos efficiency? an analysis of ttos in developed and developing economies," *Journal of Technology Transfer*, vol. 47, no. 4, pp. 1135–1161, Aug. 2021, doi: 10.1007/s10961-021-09870-5.
- [17] R. Zmuidzinaite, S. Zalgeviciene, and L. Uziene, "Factors influencing the performance of technology transfer offices: The case of the european consortium of innovative universities," *Engineering Economics*, vol. 32, no. 3, pp. 221–233, 2021, doi: 10.5755/j01.ee.32.3.25785.
- [18] S. Hutton, R. Demir, and S. Eldridge, "How does open innovation contribute to the firm's dynamic capabilities?" *Technovation*, vol. 106, Aug. 2021, doi: 10.1016/j.technovation.2021.102288.
- [19] F. J. Tesei, "Fortalecimiento de las capacidades de defensa nacional: Propuesta de política pública para el desarrollo de la industria aeronáutica en el Perú," 2024, centro de altos estudios nacionales. Disponible en: <https://repositorio.caen.edu.pe/server/api/core/bitstreams/042800b1-e720-4297-abb4-cbfd718ff31e/content>.
- [20] S. Shahebrahimi, M. Mahdad, M. R. M. Aliha, and A. B. Naeini, "Transfer of space technologies in iran: Drivers and constraints of success," *Space Policy*, vol. 64, May 2023, doi: 10.1016/j.spacepol.2022.101518.

AUTORES



Marco Antonio Aguirre Rivera es licenciado en Ciencias Militares en el campo de la ingeniería militar e ingeniero civil. Posee una maestría en Ciencias Militares con mención en Planeamiento Estratégico y actualmente cursa el doctorado en Gestión y Desarrollo en el Instituto Científico del Ejército. Sus intereses de investigación se centran en la logística militar, la transferencia tecnológica y el planeamiento estratégico militar.



Franklin Edison Huayán Monzón es licenciado en Ciencias Militares con especialización en ingeniería y comunicaciones, magíster en Planeamiento Estratégico y doctorando en Gestión y Desarrollo. Cuenta con un diplomado en liderazgo, además de experiencia en proyectos de I+D+i en comunicaciones y energías renovables. Fue ganador del Concurso de I+D+i del Ejército del Perú en 2022.