




# INNOVACIÓN EN CHILE: PERSPECTIVAS PARA LA ESTP

Jorge Menéndez Gallegos  
Juan Francisco Moreno



# Innovación en Chile: Perspectivas para la Educación Superior Técnico Profesional

## Tabla de contenido

1.	2
2.	3
3.	5
4.	8
5.	9
6.	13
7.	17
8.	19
9.	24

# 1. Introducción

## 1.1 Antecedentes

Chile se posiciona en el lugar 51 entre 139 economías en el Índice Global de Innovación 2025, consolidándose como líder regional en América Latina y el Caribe (INAPI, 2025). Esta fortaleza relativa contrasta, sin embargo, con indicadores que revelan ineficiencias estructurales persistentes: el país destina apenas el 0,39% de su PIB a investigación frente al 2,7% promedio de la OCDE (MINCIENCIA, 2024; OECD, 2025), y solo el 10,7% de las empresas chilenas declara realizar actividades de innovación (INE, 2022), frente al 51% promedio observado en la Unión Europea durante 2020-2022 (Eurostat, 2024). Los diagnósticos sobre el ecosistema chileno identifican múltiples nudos críticos: insuficiente inversión pública, "diferencias en tiempo y lenguaje entre la academia y la industria", "falta de incentivos formales para la transferencia de conocimiento en la academia" y "baja presencia de la gran industria" (FORCYT, 2023). Un potencial factor explicativo es la debilidad del ecosistema de innovación basado en el modo DUI (Doing, Using, Interacting), caracterizado por el aprendizaje práctico, el conocimiento tácito contextualizado y la resolución colaborativa de problemas productivos (Jensen et al., 2007; Parrilli & Radicic, 2021). Mientras Chile ha desarrollado capacidades científico-tecnológicas concentradas en universidades orientadas al modo STI, las IES TP, potencialmente articuladoras de conocimiento aplicado con sectores productivos, particularmente PYMEs, permanecen desvinculadas del sistema nacional de ciencia, tecnología, conocimiento e innovación.

## 1.2 Planteamiento Central: Subutilización del Potencial Innovador de IES TP en Chile

Las IES TP, que concentran el 44% de la matrícula total de pregrado (Mineduc, 2024), poseen características estructurales que las posicionan como actores potencialmente relevantes para fortalecer el modo DUI: su naturaleza práctica orientada al learning-by-doing, using e interacting (Jensen et al., 2007), su cercanía territorial con sectores productivos locales, y su enfoque en competencias técnicas aplicadas. La evidencia empírica indica que el modo DUI resulta particularmente efectivo en micro y pequeñas empresas (Parrilli & Radicic, 2021), segmento que representa el 97% del tejido productivo chileno (Ministerio de Economía, 2024).

Sin embargo, este potencial permanece estructuralmente subutilizado por dos obstáculos fundamentales. Primero, la incorporación de las IES TP al ecosistema CTCI ha sido lenta; los programas IP-CFT 2030 y la Estrategia InnoVA TP recién comienzan a abrirles espacio. Se busca que las Instituciones de Educación Superior Técnico Profesional dejen su rol mayormente docente para también integrarse paulatinamente en los ecosistemas de innovación regionales, transición que aún enfrenta importantes desafíos de articulación institucional. Segundo, si bien la Ley 21.091 establece que institutos profesionales y centros de formación técnica deben cumplir su misión "a través de la realización de docencia, innovación y vinculación con el medio" (BCN, 2018, Art. 3º), este mandato no ha sido acompañado de mecanismos efectivos ni de recursos financieros diferenciados que permitan desarrollar las capacidades sistémicas necesarias. Esta desconexión limita los mecanismos, oportunidades y sinergias para potenciar la transferencia tecnológica, perpetuando un ecosistema DUI débil que restringe la efectividad del propio ecosistema STI.

### *1.3 Objetivo: Evidencia, Propuesta de Taxonomía y Propuestas a la Política Pública*

El presente estudio tiene tres objetivos centrales. Primero, demostrar el rol potencialmente único de las IES TP chilenas en el fortalecimiento del modo DUI, fundamentando esta capacidad en evidencia empírica internacional sobre sistemas TVET y su articulación con ecosistemas productivos. Segundo, proponer una taxonomía de actividades concretas de iTT que las IES TP chilenas pueden desarrollar, contextualizando mecanismos y prácticas internacionalmente validadas a las características del tejido productivo, la estructura territorial y las capacidades institucionales del contexto nacional. Tercero, formular recomendaciones de política pública orientadas a integrar efectivamente a las IES TP en el ecosistema CTCL, incluyendo propuestas de financiamiento diferenciado para capacidades DUI y mecanismos de gobernanza que articulen sistemáticamente estas instituciones con universidades, centros de investigación, agencias públicas y sectores productivos.

## **2. Marco Conceptual: Modos STI vs DUI; Complementariedad Necesaria**

### *2.1 Innovación: Múltiples Definiciones*

La conceptualización de la innovación ha evolucionado desde perspectivas económicas clásicas hacia marcos multidimensionales que reconocen su naturaleza sistémica y heterogénea. Schumpeter (1934), cuya conceptualización seminal estableció la innovación como motor del desarrollo económico mediante la "destrucción creativa", distinguió la innovación de la mera invención al enfatizar la implementación comercial como elemento constitutivo (OECD/Eurostat, 2018): la innovación requiere no solo novedad conceptual, sino su efectiva introducción al mercado o adopción organizacional.

El Manual de Oslo define una innovación como "un producto o proceso nuevo o mejorado, o una combinación de ambos, que difiere significativamente de los productos o procesos previos de la unidad". Esta definición establece que la innovación debe haberse materializado: en el caso de innovaciones de producto, mediante su disponibilidad efectiva para usuarios en el mercado; en el caso de innovaciones de proceso, mediante su implementación concreta dentro de las operaciones de la unidad organizacional (OECD/Eurostat, 2018).

La literatura académica contemporánea converge en reconocer la innovación como fenómeno multidimensional que trasciende categorías rígidas. Crossan y Apaydin (2010), mediante análisis sistemático de 27 años de investigación, proponen que "innovación es la producción o adopción, asimilación y explotación de una novedad con valor agregado en las esferas económica y social; renovación y ampliación de productos, servicios y mercados; desarrollo de nuevos métodos de producción; y establecimiento de nuevos sistemas de gestión. Es tanto proceso como resultado". Esta definición integra simultáneamente una dimensión temporal, la innovación opera como proceso dinámico y como resultado observable, una dimensión tipológica (producto, proceso, organizacional) y una dimensión de alcance (interna y externa a la organización).

La perspectiva sistémica introducida por Lundvall (1992) enfatiza que la innovación emerge de interacciones complejas entre múltiples actores, empresas, universidades, instituciones públicas, en configuraciones que varían según contextos sectoriales, regionales y nacionales. Esta conceptualización sistémica constituye el fundamento teórico para distinguir modos diferenciados de innovación que movilizan distintas bases de conocimiento y arquitecturas organizacionales: el modo STI (*Science, Technology, Innovation*) y el modo DUI (*Doing, Using, Interacting*).

## 2.2 Modo STI vs Modo DUI: Complementariedad Necesaria

El modo STI enfatiza la importancia del capital humano científico y la infraestructura de I+D, incluyendo organizaciones públicas y privadas de investigación y universidades (Apanasovich et al., 2016). Característico de sectores de alta tecnología, se sustenta en el conocimiento codificado, la participación de personal científico interno y las relaciones formales con instituciones científico-tecnológicas externas (Albizu et al., 2011; Brunet & Rodríguez), priorizando modelos lineales y formales de innovación, propiedad intelectual y patentes (Brunet & Rodríguez-Soler, 2012).

Por contraste, el modo DUI se fundamenta en dinámicas de aprendizaje práctico no basadas en ciencia formal, específicamente "*learning by doing, using, interacting*" (Apanasovich et al., 2016). Privilegia la interacción entre personas y departamentos, el intercambio de conocimiento tácito y las relaciones entre empresas y sus usuarios o clientes (Albizu et al., 2011; Brunet & Rodríguez, 2012). La innovación generada bajo este modo es predominantemente incremental: modificaciones y mejoras continuas que, acumulativamente, resultan de gran significancia (Toner, 2010), mediante procesos ascendentes, no lineales e informales arraigados en la proximidad al sistema productivo (Brunet & Rodríguez-Soler, 2012).

Ambos modos no son mutuamente excluyentes sino complementarios: las empresas que combinan intensivamente STI y DUI tienden a ser significativamente más innovadoras que aquellas que se concentran exclusivamente en uno de ellos (Apanasovich et al., 2016). Sin embargo, la integración empírica de ambos presenta desafíos significativos, particularmente para las PYMEs que operan casi exclusivamente bajo la lógica DUI y carecen de departamentos formales de I+D. Como demuestran Alhusen y Bennat (2019), la absorción de conocimiento analítico (STI) en rutinas prácticas (DUI) exige atravesar un continuo de mecanismos que va desde la asimilación de conocimiento codificado hasta la colaboración formal en investigación, proceso en el cual las PYMEs chocan frecuentemente con severas barreras de conocimientos, organizacionales y financieras. Para superar esta desconexión, la evidencia internacional subraya el rol indispensable de facilitadores o intermediarios tecnológicos regionales capaces de actuar como "traductores" que mitiguen las asimetrías de lenguaje y expectativas, conectando las necesidades productivas del mundo DUI con las capacidades científicas del mundo STI.

En este contexto, las instituciones TVET (equivalentes a las IES TP en Chile) poseen características estructurales que las posicionan como actores naturalmente alineados con el modo DUI. A diferencia de estudios que destacan únicamente la importancia de trabajadores con formación académica universitaria, una corriente significativa de literatura cualitativa ha indicado consistentemente que la innovación requiere trabajadores con competencias vocacionales de nivel medio y alto (Backes-Gellner & Lehnert, 2021). Las ocupaciones

formadas por sistemas TVET, trabajadores de producción calificados, técnicos y operarios especializados, desempeñan un rol central en el diseño, instalación, adaptación, operación y mantenimiento de equipamiento capital, software y bienes de consumo, actividades que constituyen el núcleo de los procesos de cambio técnico (Toner, 2010). Su contribución trasciende la innovación incremental, resultando fundamentales en la transformación de inventos radicales en productos comercializables (Backes-Gellner & Lehnert, 2021). Los conjuntos de competencias desarrollados por los sistemas TVET son diferenciados pero no jerárquicamente inferiores a los de la educación universitaria (Backes-Gellner et al., 2017): generan efectos de derrame (*spillovers*) bidireccionales que incrementan la productividad conjunta cuando ambos perfiles colaboran (Backes-Gellner et al., 2017).

El rol primario de los sistemas TVET en innovación es la difusión tecnológica: la disseminación de información técnica y conocimiento aplicado (*know-how*) y la posterior adopción de nuevas tecnologías por parte de usuarios (Toner, 2010). Esta difusión frecuentemente no involucra tecnologías de frontera sino tecnologías nuevas para el usuario específico, cuya absorción efectiva requiere capacidades prácticas y conocimiento contextualizado que los sistemas TVET están estructuralmente preparados para impartir. En contextos de industrias de baja y media tecnología, donde predominan pautas híbridas de innovación basadas en modificaciones de tecnologías disponibles, el conocimiento profesional específico de nivel postsecundario resulta particularmente adecuado (Alonso-Domínguez et al., 2016). En las innovaciones llevadas a cabo por PYMEs, el modo DUI resulta predominante: las empresas innovan fundamentalmente mediante aprendizaje práctico, requiriendo la implicación continua de trabajadores intermedios en la resolución creativa de problemas y en actividades de mejora vinculadas a operaciones de ensamblaje, instalación, mantenimiento, compras y servicios técnicos (Albizu et al., 2017).

### **3. Competitividad y Modo DUI de Innovación: Evidencia y Vinculación con TVET**

#### *3.1 Evidencia Empírica: Modo DUI y Competitividad y Fortalecimiento de PYMES*

Albizu et al. (2011) documentan, mediante análisis de 147 empresas manufactureras del País Vasco, que el modo DUI exhibe una correlación positiva y significativa con la innovación de procesos y con las mejoras incrementales de productos, mientras que el modo STI muestra mayor asociación con innovaciones radicales. El conocimiento tácito generado mediante *learning by doing, using and interacting* facilita la resolución de problemas operativos inmediatos, la optimización continua de flujos productivos y la adaptación contextualizada de tecnologías disponibles, procesos documentados en el meta-análisis europeo de CEDEFOP (2011) que sintetiza 62 estudios empíricos sobre 264 efectos estimados. Este meta-análisis reporta efectos positivos significativos de la formación vocacional en tres dimensiones de desempeño: productividad (52% de los 163 efectos estimados son positivos y significativos), calidad (50% de 12 efectos) e innovación (100% de 5 efectos), efectos que persisten independientemente del tamaño de firma.

Esta evidencia adquiere relevancia en economías donde las PYMEs constituyen el núcleo productivo, como Chile donde representan el 97% de las empresas activas. Albizu et al. (2011) constatan en su muestra del País Vasco que el 54,9% de las PYMEs industriales desarrolla innovaciones de producto y el 40,7% innovaciones de proceso, predominantemente mediante

estrategias de innovación incremental sustentadas en la combinación de conocimiento existente y en procesos de aprendizaje *on-the-job*. Alonso-Domínguez, García Espejo y Gutiérrez (2016) amplían este panorama con evidencia de 194 empresas de baja y media intensidad tecnológica en Asturias: el 67% innova en productos y el 72,2% en procesos, pero las tasas de mejora superan ampliamente las de innovación radical, alcanzando 80,8% en mejora de productos existentes y 84,9% en mejora de procesos. La comparación revela un patrón sistemático: en sectores “Low and Medium-Low Technology” (LMT) y empresas de menor escala tecnológica, la innovación adopta predominantemente la forma de mejoras progresivas, precisamente donde el modo DUI exhibe ventajas comparativas documentadas.

El meta-análisis de CEDEFOP (2011) identifica especificidad sectorial en la efectividad del modo DUI: los estudios concentrados en sectores manufactureros exhiben mayor probabilidad de observar efectos positivos significativos de la formación vocacional (la probabilidad es aproximadamente 2,1 veces mayor) que estudios focalizados en sectores no-manufactureros. Albizu et al. (2011) documentan en el País Vasco que las PYMEs industriales desarrollan innovación mediante cooperación preferente con clientes (61,3%) y proveedores (53,8%), mientras que la colaboración con universidades alcanza solo el 26,9%, confirmando el predominio de mecanismos de aprendizaje interactivo. El 68% de las colaboraciones para innovación ocurre a escala regional o provincial, evidenciando que la proximidad geográfica facilita los intercambios de conocimiento tácito y la resolución colaborativa de problemas técnicos. Brunet y Rodríguez (2012), en estudio comparativo de seis regiones industriales españolas, confirman esta dimensión territorial: la densidad de redes locales de cooperación informal predice la intensidad innovadora regional con mayor poder explicativo que la dotación de infraestructura formal de I+D, sugiriendo que la articulación entre instituciones de educación técnico-profesional y tejido productivo debe considerar explícitamente la dimensión territorial como facilitadora de la transferencia tecnológica.

### *3.2 TVET, Modo DUI e Innovación: Evidencia Internacional*

Toner (2010) identifica el rol primario del sistema de educación técnico-profesional en la innovación empresarial a través de tres mecanismos: la difusión tecnológica mediante enseñanza de conocimientos fundamentales que permiten adaptar tecnologías a contextos específicos; el ejercicio como intermediario tecnológico conectando empresas con servicios disponibles; y la provisión de expertise técnico regional en contextos donde la ausencia de universidades limita el acceso a conocimiento especializado.

La evidencia cuantitativa es concluyente. Análisis internacionales de empresas manufactureras en múltiples países europeos y asiáticos demuestran que en industrias de baja y media intensidad tecnológica, la totalidad de efectos estimados de la formación vocacional sobre innovación resulta positiva y estadísticamente significativa (CEDEFOP, 2011). Esta efectividad persiste independientemente del nivel tecnológico: un análisis de 1.142 empresas manufactureras españolas documenta que la presencia de trabajadores con formación profesional en posiciones técnicas triplica la probabilidad de participación significativa en actividades innovadoras (Albizu et al., 2017).

La composición ocupacional de la fuerza laboral en I+D ilustra esta centralidad. En contextos europeos y australianos, aproximadamente el 45% de la fuerza laboral involucrada en I+D está compuesta por técnicos y trabajadores vocacionales (Toner, 2010). Estos profesionales realizan trabajo creativo y autónomo, resolución de problemas técnicos complejos y

adaptación de conceptos científicos a aplicaciones funcionales, con presencia crítica en departamentos de ingeniería de producción, oficinas técnicas y unidades de I+D, donde el conocimiento práctico resulta esencial para transformar ideas en prototipos y productos viables.

La configuración de centros de educación técnico-profesional como actores sistémicos en innovación adquiere relevancia particular en economías con tejido productivo basado en PYMEs. Albizu et al. (2011) documentan que estos centros han generado presencia creciente en sistemas regionales de innovación, cubriendo específicamente servicios tecnológicos que las universidades no alcanzan: el mercado de pequeñas empresas manufactureras. Este fenómeno responde a capacidades institucionales específicas: conocimiento técnico aplicado actualizado, profesorado reciclado mediante formación continua, acceso a maquinaria que las PYMEs no costearían individualmente, cartera amplia de empresas colaboradoras, y vocación institucional explícita de servicio tecnológico local.

La vinculación entre centros de formación y empresas exhibe variación sustancial según el tipo de mecanismo de transferencia. Alonso-Domínguez, García Espejo y Gutiérrez (2016) demuestran que en contextos de baja y media intensidad tecnológica, donde las innovaciones siguen patrones híbridos basados en modificación de tecnologías con nuevos componentes, la formación dual actúa como mecanismo potente de doble dirección curricular. La cooperación tripartita en diseño de planes de estudio asegura actualización permanente de contenidos, imposible en sistemas estrictamente académicos. Simultáneamente, el aprendizaje constituye vía bidireccional: problemáticas productivas emergentes retroalimentan contenidos curriculares, mientras los aprendices transfieren conocimientos a espacios de práctica.

Cuando las empresas establecen cooperación externa para innovación, la participación de trabajadores con formación profesional en procesos innovadores se amplifica de manera diferenciada según el nivel tecnológico empresarial. Albizu et al. (2017) documentan en 1.142 empresas manufactureras españolas que esta cooperación externa exhibe un efecto multiplicador sobre la participación de trabajadores vocacionales: en empresas de alta y media-alta tecnología, el establecimiento de cooperación para innovación incrementa 2,7 veces la probabilidad de participación significativa en actividades innovadoras; en empresas de baja y media-baja tecnología, este incremento probabilístico alcanza 1,8 veces.

La dimensión territorial emerge como variable crítica. Brunet y Rodríguez (2012), en análisis de seis regiones industriales españolas, confirman que el 68% de las colaboraciones para innovación ocurre a escala regional o provincial: la proximidad espacial y social facilita intercambios de conocimiento tácito característicos del modo DUI. Sin embargo, identifican una barrera sistémica crítica: los modelos organizacionales jerárquicos predominantes en la industria limitan significativamente la contribución de trabajadores intermedios en procesos innovadores, sugiriendo que la magnitud del impacto de la formación profesional depende no solo de capacidades institucionales, sino fundamentalmente de la arquitectura organizacional empresarial que permite o restringe la participación en dinámicas innovadoras.

## 4. Breve Mirada al Contexto Nacional de Innovación

El sistema nacional de innovación chileno exhibe una paradoja estructural: avances incrementales en capacidades científicas que contrastan con persistentes limitaciones en la transformación de conocimiento en resultados comerciales. Los datos longitudinales revelan que el gasto en I+D se ha mantenido estancado en torno al 0,35-0,39% del PIB durante las últimas dos décadas; la Encuesta de Gasto y Personal en I+D más reciente documenta un incremento marginal del 0,36% al 0,39% del PIB entre 2021 y 2022 (MINCIENCIA, 2024), cifra que permanece significativamente inferior al umbral mínimo del 1% considerado necesario para el desarrollo de capacidades innovadoras sostenibles (RICYT, 2024).

### 4.1 Brecha Crítica en Inversión y Estructura de Financiamiento

La perspectiva comparada internacional evidencia la magnitud de esta brecha estructural. Mientras el promedio OCDE alcanza el 2,7% del PIB en inversión en I+D, Chile destina apenas el 0,39% del PIB, equivalente al 14,4% de dicho promedio, (OCDE, 2025). La disparidad se amplifica al considerar que economías líderes como Israel (5,4% del PIB) y Corea del Sur (4,9% del PIB) han consolidado ecosistemas de innovación de clase mundial sobre la base de inversión sostenida (OCDE, 2025). Igualmente, reveladora resulta la estructura de financiamiento: el sector público financia el 48% del gasto total en I+D, mientras el sector privado contribuye únicamente con el 30% (MINCIENCIA, 2020), distribución que contrasta con el patrón de países desarrollados, donde el sector privado representa típicamente entre el 65% y el 75% del total (OCDE, 2025). La dependencia excesiva del financiamiento público sugiere limitaciones en la capacidad del sector productivo para absorber y aplicar conocimiento científico-tecnológico.

### 4.2 Ineficiencias en la Transformación de Capacidades en Resultados

La paradoja fundamental del sistema chileno de innovación radica en la desproporción entre insumos científicos relativamente sólidos y resultados aplicados limitados. Chile cuenta con 21.199 personas dedicadas a I+D en jornadas completas equivalentes, incluyendo 9.205 investigadores activos (INE, 2024). No obstante, solo el 10,7% de las empresas chilenas declara realizar actividades de innovación durante el período 2021-2022 (INE, 2022), cifra dramáticamente inferior al rango 40-60% típico en economías desarrolladas. Esta ineficiencia refleja debilidades estructurales en el ecosistema DUI: Chile opera predominantemente bajo un modelo STI caracterizado por la generación de conocimiento académico con limitada articulación con el sector productivo (FORCYT, 2023), mientras los sistemas de innovación exitosos combinan capacidades STI y DUI, siendo estas últimas las que facilitan el aprendizaje interactivo entre usuarios y productores de conocimiento.

### 4.3 Limitaciones en la Colaboración Universidad-Industria

Evidencia empírica del Centro de Innovación UC documenta que ambos tipos de colaboración generan efectos positivos sobre la probabilidad de exportar, aunque con horizontes temporales significativamente distintos. Las colaboraciones empresa-empresa (EE) producen un incremento del 14% en la probabilidad de exportar al año siguiente de la postulación, mientras que las colaboraciones universidad-empresa (UE) generan un incremento del 149%

en dicha probabilidad recién al cuarto año. Esta asimetría temporal refleja orientaciones divergentes: las colaboraciones empresa-empresa se orientan a soluciones incrementales de corto plazo, mientras que las universidad-empresa se asocian a desarrollos más disruptivos de mediano y largo plazo (Álvarez & Fernández, 2020)

La evidencia demuestra que colaborar exclusivamente con universidades es insuficiente para innovar si se carece de agentes que aporten rutinas de aprendizaje práctico (González-Pernía et al., 2015): aliarse solo con universidades no aumenta la probabilidad de lanzar nuevos productos al mercado, mientras que la innovación de procesos depende fuertemente de alianzas que integren el modo DUI. El conocimiento científico requiere forzosamente del eslabón aplicado para materializarse comercialmente, un rol de intermediación donde las IES TP encajan de manera natural.

#### *4.4 Infraestructura Institucional para Transferencia Tecnológica*

Chile cuenta con 23 Oficinas de Transferencia y Licenciamiento (OTL) activas y 3 Hubs de Transferencia Tecnológica operativos (FORCYT, 2023; MINCIENCIA, 2021); sin embargo, evaluaciones independientes confirman que, pese a mejoras en la profesionalización de la gestión de propiedad intelectual, estas instituciones aún no logran los parámetros esperados de transferencia comercial (MINCIENCIA, 2021). Un obstáculo crítico adicional es la brecha TRL 4-7: las dificultades para llevar resultados de investigación desde la demostración en laboratorio hasta la validación en entornos industriales relevantes (FORCYT, 2023) requieren colaboración sistemática, comunicación sostenida y horizontes temporales extendidos entre academia e industria, elementos que permanecen insuficientemente desarrollados en el contexto nacional.

#### *4.5 Implicaciones para el Desarrollo del Ecosistema de Innovación*

Los datos comparados evidencian que Chile enfrenta desafíos estructurales que trascienden la insuficiencia de recursos financieros: el modelo predominantemente STI genera conocimiento científico de calidad internacional, pero con limitada capacidad de transformación en innovación aplicada, expresión de un ecosistema DUI subdesarrollado donde los mecanismos de aprendizaje interactivo, la colaboración usuario-productor y la absorción empresarial de conocimiento permanecen insuficientemente articulados. La superación de estas ineficiencias requiere capacidades complementarias que fortalezcan tanto los vínculos formales (contratos de I+D, licencias tecnológicas) como los mecanismos informales de aprendizaje (movilidad de personal, redes profesionales, colaboración en proyectos aplicados), equilibrando las capacidades STI y DUI para generar círculos virtuosos de creación, absorción y aplicación de conocimiento.

## **5. Brecha Crítica: Financiamiento Desigual**

La Ley de Educación Superior 21.091, promulgada en mayo de 2018, reconoce por primera vez en la historia chilena un sistema de educación superior compuesto por universidades, institutos profesionales y centros de formación técnica, interpelando a todas las IES a desarrollarse más allá de la docencia en los ámbitos de la vinculación con el medio y la innovación. Si bien esta amplitud de funciones es parte de la extendida tradición universitaria,

para las IES TP es completamente nueva. Por su parte, la Comisión Nacional de Acreditación (CNA) publicó en 2022 nuevos criterios y estándares de calidad para cada subsistema, incorporando, como dimensión nueva y de superior complejidad, el criterio de investigación, creación y/o innovación; con ello, tanto la Ley 21.091 como las normas de calidad de la CNA han designado exigencias ampliadas al mundo TP, instituciones que hasta 2018 ejercían mayoritariamente solo labores de docencia.

### 5.1 Fondos para el Desarrollo Científico y Tecnológico en las Universidades

Las universidades chilenas detentan la larga tradición de aspirar a la máxima complejidad institucional y han contado históricamente con una amplia y robusta disposición de fondos. A partir de la base de datos históricos de ANID (actualizada al 31 de marzo de 2025), los fondos asignados a universidades e institución principal académica muestran que el principal instrumento del año 2024, y el más antiguo, es FONDECYT, que representa el 64% de la asignación de ese año, seguido de FONDEF, SREC, PIA y FONDEQUIP. La suma de estos cinco fondos explica el 92% de los recursos del año 2024.

Fondos adjudicados por ANID, 1982-2024 (miles de pesos)								
Universidad	1982	1992	2002	2012	2022	2024	24-%	
FONDECYT	42.538	6.076.030	18.818.498	82.790.394	156.216.223	189.831.253	64%	
FONDEF		7.838.784	13.694.330	15.380.270	27.556.490	31.184.735	11%	
SREC					10.112.287	23.566.266	8%	
PIA				12.495.000	23.068.921	16.928.728	6%	
FONDEQUIP				4.946.563	11.851.310	10.854.723	4%	
CORFO					18.789.676	6.324.517	2%	
PAI				2.577.541	833.624	5.687.000	2%	
ASTRONOMIA				794.122	793.037	4.100.764	1%	
SIA					8.150.747	3.336.423	1%	
PCI				1.684.922	2.042.740	2.035.927	1%	
FONIS				888.642	599.122	1.077.864	0%	
FONDAP				53.183.180	11.409.798	359.492	0%	
INFORMACION CIENTIFICA				193.177	275.951	335.486	0%	
EXPLORA			228.143	227.422			0%	
PFCHA					3.989.297		0%	
REGIONAL				1.148.599			0%	
<b>Total general</b>	<b>42.538</b>	<b>13.914.814</b>	<b>32.740.971</b>	<b>176.309.832</b>	<b>275.689.223</b>	<b>295.623.178</b>	<b>100%</b>	

Fuente: base de datos histórica ANID.

FONDECYT, creado en 1981, tiene por objetivo estimular y promover el desarrollo de investigación científica y tecnológica básica. FONDEF, creado en 1991, busca contribuir al aumento de la competitividad de la economía nacional promoviendo la vinculación entre instituciones de investigación, empresas y otras entidades en proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico de interés productivo o público. SREC (Redes, Estrategia y Conocimiento), desde 2020, genera e implementa mecanismos y estrategias territoriales, nacionales e internacionales para dinamizar la articulación entre ciencia, academia, sector público y productivo, con proyectos en género, competencias digitales, desarrollo sostenible e incendios forestales.

El Programa de Investigación Asociativa (PIA), desde 2009, coordina instrumentos de apoyo a la investigación asociativa y la promoción de centros de excelencia, destacando los proyectos Anillo. Por su parte, FONDEQUIP adjudica recursos para la adquisición y/o actualización de equipamiento científico y tecnológico mediano destinado a actividades de investigación.

Sobre la base de esta información, se presenta un detalle para las primeras 20 universidades que recibieron recursos de estos cinco fondos en el periodo 2014-2024.

Fondos adjudicados por ANID a Universidades, suma 2014-2024 (miles de pesos)									
Suma de MONTO_ADJUDICADO	Etiquetas de c								
Univeridad	FONDECYT	FONDEF	FONDEQUIP	PIA	SREC	Total general	%		
UNIVERSIDAD DE CHILE	275.698.871	47.326.981	14.478.885	89.335.428	3.823.088	430.663.253	20,3%		
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE	257.495.424	26.667.812	13.482.472	44.988.901	2.678.176	345.312.785	16,3%		
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION	108.593.132	42.591.610	9.584.377	20.239.683	2.836.493	183.845.295	8,7%		
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE	72.318.025	12.312.357	7.236.491	5.143.443	742.695	97.753.011	4,6%		
UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA	47.662.184	9.942.712	4.910.471	24.834.180	2.067.244	89.416.791	4,2%		
UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE	72.976.578	4.955.748	5.897.455	1.062.000	2.368.094	87.259.875	4,1%		
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO	62.503.513	7.455.345	2.551.162	7.525.364	2.815.595	82.850.979	3,9%		
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA	51.694.352	11.249.014	4.030.726	3.723.000	2.789.694	73.486.786	3,5%		
UNIVERSIDAD ANDRES BELLO	60.168.128	4.019.016	2.753.784	1.939.925	4.167.780	73.048.633	3,4%		
UNIVERSIDAD DE TALCA	47.095.265	3.349.579	2.311.983	2.919.000	2.030.823	57.706.650	2,7%		
UNIVERSIDAD DE VALPARAISO	37.520.195	5.680.996	2.889.638	2.838.500	790.070	49.719.399	2,3%		
UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE	21.535.641	7.812.510	3.208.312	2.805.200	6.849.670	42.211.332	2,0%		
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	23.220.672	7.428.585	595.880	7.525.039	1.352.759	40.122.935	1,9%		
UNIVERSIDAD ADOLFO IBANEZ	31.083.121	3.168.498	297.422	1.350.000	1.079.062	36.978.103	1,7%		
UNIVERSIDAD DEL BIO BIO	17.713.147	8.149.292	2.865.099	546.520	716.929	29.990.987	1,4%		
UNIVERSIDAD DIEGO PORTALES	25.510.203	1.416.937	356.933	449.500	812.725	28.546.298	1,3%		
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHILE	19.512.298	2.600.918		3.177.000	1.738.152	27.028.368	1,3%		
UNIVERSIDAD MAYOR	21.536.851	1.408.505	1.220.565	1.072.280	759.022	25.997.223	1,2%		
UNIVERSIDAD DEL DESARROLLO	16.173.167	2.436.176	1.946.783	1.695.420	1.081.550	23.333.096	1,1%		
UNIVERSIDAD DE ANTOFAGASTA	9.670.799	7.580.959	1.678.767	1.533.420	1.469.479	21.933.424	1,0%		
<b>Total general</b>	<b>1.475.125.534</b>	<b>246.259.252</b>	<b>92.561.580</b>	<b>237.620.526</b>	<b>70.922.024</b>	<b>2.122.488.915</b>	<b>87%</b>		

Fuente: base de datos histórica ANID.

Las 20 universidades señaladas en el cuadro explican el 87% de los fondos entregados en el periodo 2014-2024. La mayoría de estas universidades pertenecen al CRUCH (Consejo de Rectores de Universidades Chilenas) y son de larga trayectoria, aun cuando también figuran seis universidades privadas de más reciente creación y complejización.

Se aprecia aquí una amplia y robusta gama de programas y fondos para apoyar el desarrollo de la investigación, la ciencia, la tecnología y la innovación en las universidades de Chile. La disposición de estos fondos ha sido siempre creciente y en estos últimos 42 años las instituciones universitarias han contado con recursos para fortalecer sus capacidades de manera permanente.

## 5.2 Impacto de la Universidades

Los indicadores comparados ilustran el resultado de esta trayectoria. En número de investigadores por cada 1.000 integrantes de la fuerza de trabajo, Chile se ubica en el promedio de América Latina y el Caribe, por debajo de Iberoamérica y países como Portugal, España y Argentina (anexo 1). Las publicaciones SCOPUS alcanzan 19.500 unidades en 2022, representando 1,5 veces el volumen de 2013 (anexo 2), lo que posiciona a Chile al nivel de la productividad académica iberoamericana para el período 2013-2022, por encima del indicador de Estados Unidos y del promedio mundial; las publicaciones SCOPUS por cada 100 mil habitantes en 2021 alcanzan 86,7, ubicando a Chile en el quinto lugar de los países seleccionados (anexo 3). En patentes, Chile generó 2.668 en 2022, también quinto lugar, volumen que ha crecido tres veces respecto a 2013 (anexo 4).

## 5.3 Fondos para la Innovación en Subsistema TP

La trayectoria en materia de innovación para las instituciones TP es completamente reciente. Los fondos disponibles han seguido una dinámica exploratoria de generación de capacidades institucionales, gestionados a través del programa IP-CFT 2030 operado por CORFO y el Ministerio de Educación desde 2019, cuyas directrices generales fueron expresadas mediante la estrategia InnovaTP publicada a inicios de 2023. El programa ha operado en fases sucesivas: en 2019, diagnóstico nacional, identificación de brechas y asistencia técnica para elaborar estrategia y plan de acción general; en 2020, capacitación de docentes, administrativos

académicos y directivos en iTT, y elaboración de Planes Estratégicos Institucionales en iTT; a partir de 2021, financiamiento de distintas iniciativas contempladas en dichos planes estratégicos. El cuadro resumen de los recursos distribuidos para todo el sistema TP es el siguiente:

<b>Año</b>	<b>Fase</b>	<b>Monto MINEDUC</b>	<b>Monto CORFO</b>
2019	Diagnóstico	-	100.000.000
2020	Fase II	1.333.800.000	514.000.000
2021	Fase III	1.022.858.000	-
2022	Fase IIIB	1.012.680.000	-
2024	Fase IV	1.086.302.000	-
<b>Monto Total</b>		<b>5.069.640.000</b>	

Como se aprecia en el cuadro, los fondos entregados a los IP y CFTs en estos últimos 5 años son extremadamente inferiores a los distribuidos para las universidades, alcanzando a un monto aproximado de 1.000 millones de pesos anuales para todas las instituciones de este subsistema.

#### *5.4 Brecha Crítica*

La brecha de recursos y trayectoria entre subsistemas es gigantesca: las universidades reciben 300 veces los recursos anuales que se entregan a los IP/CFT, mediante fondos de diversa naturaleza diseñados para una trayectoria institucional avanzada. Sin embargo, la ley que regula el sistema desde 2018 y sus normas de calidad incentivan a ambos subsistemas a la complejización institucional. Una extrapolación simple lo ilustra: si se emparejara la distribución de fondos tomando como referencia el 5% de los ingresos totales que reciben las universidades para investigación, los IP/CFT deberían recibir aproximadamente 69 mil millones de pesos anuales para innovación, cifra que contrasta dramáticamente con los 1.000 millones anuales promedio que se reparten entre todas las instituciones TP.

<b>Fondos/Año</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>
<b>Fondos ANID</b>	261.415.683.500	275.689.223.000	295.351.884.000
<b>Isos Totales Ues</b>	4.100.000.000.000	5.100.000.000.000	5.500.000.000.000
<b>%</b>	6,38%	5,41%	5,37%
<b>Isos Totales TP</b>	800.000.000.000	1.000.000.000.000	1.300.000.000.000
<b>Isos ANID posibles</b>	51.007.938.244	54.056.710.392	69.810.445.309

Fuente: SESy ANID

## 6. Propuesta de Taxonomía de Actividades en iTT para el Contexto Nacional

### 6.1 Estado Actual del Ecosistema iTT Nacional

El potencial de las IES TP para articular el modo DUI, contrasta con un ecosistema de innovación y transferencia tecnológica cuya maduración operativa permanece incipiente. La Estrategia Innova TP identifica dos obstáculos estructurales que explican este rezago: déficits de gobernanza institucional para conectar capacidades técnicas con demandas del tejido productivo, y la asimetría financiera respecto al subsistema, que restringe el desarrollo de capacidades sistémicas de innovación (MINEDUC et al., 2023).

Este rezago reconoce antecedentes cuantificados: el análisis de brechas aplicado sobre 19 IES TP en 2020, contrastando el desempeño institucional con modelos de referencia de sistemas TVET avanzados, registraba ya logros en iTT del 23% en Institutos Profesionales y del 9% en Centros de Formación Técnica, con más del 95% de los factores evaluados en brecha "grande o muy grande" (Palma et al., 2020; Yutronic et al., 2020).

La primera medición estandarizada de las capacidades iTT del subsistema TP, que evaluó el grado de desarrollo institucional en tres dimensiones progresivas: compromiso estratégico, capacidades operativas en innovación, y resultados verificables de transferencia tecnológica, abarcó 39 instituciones representativas del 78% del sistema. Los resultados exponen un nivel promedio de madurez del 32%, con una disociación interna severa: el compromiso estratégico declarado alcanza entre 52% y 62%, las capacidades operativas en iTT de docentes y estudiantes promedian el 17%, y los resultados efectivos de transferencia apenas un 5% (Grau et al., 2025; Business Innovation Chile et al., 2025).

En 2024, el 56% de las instituciones no ejecutó proyecto de innovación alguno; del universo que sí lo hizo, el 51% permaneció en estadios conceptuales, y apenas el 8% alcanzó validación en entornos reales (TRL 8), con una única solicitud de propiedad intelectual registrada a nivel nacional. El portafolio de actividades históricamente realizadas en el programa IP-CFT 2030 al año 2023, confirma el estadio operativo predominante: los esfuerzos institucionales financiados se concentran en actividades habilitadoras, rediseño curricular orientado a problemas productivos reales, formación docente en iTT e instalación de unidades de vinculación técnica, antes que procesos de adopción, difusión y transferencia tecnológica aplicada directa (MINEDUC & CORFO, 2023).

### 6.2 Revisión Internacional: Análisis Sistemático de Actividades iTT en Sistemas TVET

La propuesta de taxonomía de este trabajo se basó en la revisión sistemática de 16 documentos de organismos especializados (UNESCO-UNEVOC, European Training Foundation, Colleges and Institutes Canada, TAFE Directors Australia, Comisión Europea, etc.), cubriendo más de 20 países en cuatro continentes. Se distinguieron fuentes con evidencia operacional verificable y marcos conceptuales y datos contextuales, extrayendo más de 60 casos verificados de colaboración entre TVET y empresas en manufactura avanzada, construcción, energía, salud y agricultura.

Cuatro patrones estructurales emergieron de la evidencia. El primero refuta la presunción de que los sistemas TVET maduros operan principalmente en la frontera del patentamiento: el 92,3% de las instituciones VET europeas encuestadas declara que su actividad principal de innovación es el desarrollo curricular y la capacitación técnica especializada (AIRinVET, 2024a). La transferencia tecnológica hacia el tejido productivo se produce primariamente a través del capital humano formado que las empresas absorben. Schultheiss y Backes-Gellner (2024) demuestran que la actualización de currículos técnico-profesionales acelera la adopción de nuevas tecnologías en empresas convencionales entre 10% y 15% sobre la tendencia natural de difusión del I+D.

El segundo patrón distingue dos perfiles docentes cuya confusión genera disfunciones operativas críticas. El “docente formador” utiliza el desafío técnico empresarial como vehículo pedagógico, priorizando el aprendizaje del estudiante. El “docente investigador” resuelve el problema con estándares comerciales de calidad y plazo, independientemente de los tiempos académicos. La red Tknika, con cerca de 45 centros VET en el País Vasco y aproximadamente 200 proyectos anuales con PYMEs, institucionaliza esta separación al excluir deliberadamente a los estudiantes de las consultorías técnicas complejas, transfiriendo el conocimiento generado al aula *a posteriori* (ETF, 2023).

El tercer patrón identifica las condiciones que diferencian sistemas maduros de sistemas en transición: trayectorias de consolidación de al menos 10 a 15 años, tiempo docente formalmente asignado a I+D separado de la carga lectiva, infraestructura de escala industrial, y marcos contractuales que ceden la propiedad intelectual a la empresa socia como incentivo a la comercialización, etc. Colleges and Institutes Canada reportó en 2021-2022 la ejecución de 8.154 proyectos con 8.820 socios industriales bajo este modelo, con el 80% completado en menos de doce meses (CICan, 2024).

El cuarto patrón refiere al rol de las PYMEs como beneficiarias estructurales del modelo. A diferencia de la I+D universitaria, la investigación aplicada TVET opera bajo demanda directa: plazos cortos, resultados accionables y transferencia sin barreras de licenciamiento. Hilkenmeier et al. (2021), analizando 106 proyectos de transferencia en el clúster alemán *it's OWL*, demuestran que la confianza interorganizacional y el compromiso sostenido son los predictores causales más robustos del éxito, con el 65% de las PYMEs alcanzando beneficios verificables.

### *6.3 Propuesta de Taxonomía Progresiva de Actividades iTT para IES TP: Marco de Maduración de Capacidades*

A partir de la evidencia internacional analizada y el diagnóstico del ecosistema nacional, se propone una Taxonomía Progresiva de Actividades de Innovación, Difusión, Adopción y Transferencia Tecnológica (iTT) estructurada en cinco niveles que operacionalizan quince subcategorías. Su principio organizador es el fortalecimiento progresivo del modo DUI en profundidad, sistematicidad y complejidad colaborativa. La progresión no es automática: cada nivel exige condiciones de tránsito detalladas en el Anexo 5.

**El Nivel I: Difusión y Capacitación Tecnológica** constituye el punto de entrada al ecosistema iTT. La institución transfiere conocimiento técnico codificado y tácito hacia el capital humano de empresas sin generar conocimiento nuevo. La distinción entre difusión y adopción es

constitutiva: las IES TP reducen la asimetría informacional que impide a las PYMEs evaluar la pertinencia de tecnologías existentes. Subcategorías: i) capacitación técnica especializada y formación continua empresarial; ii) diagnóstico técnico de necesidades y brechas; y iii) difusión y sensibilización tecnológica sectorial.

El **Nivel II: Colaboración Formativa Sistemática** marca el tránsito hacia la co-producción formativa: los problemas técnicos del tejido productivo ingresan al currículo como materia prima pedagógica y los estudiantes, guiados por docentes, generan respuestas situadas que retornan al entorno empresarial. El rediseño curricular colaborativo no es función administrativa interna sino mecanismo causal de difusión tecnológica. Subcategorías: i) aprendizaje basado en desafíos y problemas reales; ii) proyectos de titulación e internados con foco en innovación empresarial; y iii) rediseño curricular mediante co-creación con el sector productivo.

El **Nivel III: Servicios Técnicos Especializados** marca el umbral en que la IES TP opera como agente económico en el ecosistema productivo. El objetivo primario pasa a ser la resolución del problema técnico empresarial con estándares comerciales, exigiendo separar proyectos de servicio experto, ejecutados por docentes especializados, de los proyectos formativos. Esta separación no abandona la función formativa: el conocimiento generado se transfiere ex post mediante actualización curricular, mejora de material instruccional y retroalimentación en aula, cerrando un ciclo virtuoso entre práctica profesional avanzada y formación técnica. Subcategorías: i) consultoría técnica especializada; testing, ii) validación y certificación técnica; y iii) acompañamiento técnico para adopción y adaptación tecnológica empresarial.

El **Nivel IV: Investigación Aplicada Operacional** representa la cúspide del modo DUI: la institución genera conocimiento técnico nuevo mediante ciclos iterativos impulsados por demanda productiva, operando en el rango TRL 5-8 y cerrando la brecha entre conocimiento científico demostrado e implementación comercial efectiva. La propiedad intelectual se cede a la empresa socia como incentivo a la comercialización, diferenciando este modelo del esquema universitario de patentamiento. Subcategorías: i) desarrollo de prototipos funcionales y soluciones tecnológicas innovadoras; ii) innovación y mejora de procesos productivos; y iii) transferencia tecnológica y escalamiento industrial.

El **Nivel V: Investigación Colaborativa Multi-Actor** representa la maduración más avanzada: la IES TP se integra en consorcios donde co-protagoniza, junto a universidades, empresas y organismos públicos, sistemas de innovación que articulan sinérgicamente modos DUI y STI. Esta hibridación exige financiamiento plurianual, reconocimiento normativo en el ecosistema CTCl, y claridad sobre el rol diferencial (validación operacional contextualizada) frente al modo analítico universitario, evitando la deriva académica que erosiona la identidad del subsistema. Subcategorías: i) proyectos consorciados multi-actor con integración DUI-STI; ii) programas sectoriales territorialmente anclados; y iii) centros de investigación colaborativa IES TP - universidad.

Las IES TP chilenas se ubican predominantemente en los Niveles I y II, con presencia incipiente en el Nivel III. Este es el punto de partida desde el cual trazar una ruta de maduración: consolidar capacitación técnica y diagnóstico de brechas del Nivel I; fortalecer integración curricular y aprendizaje basado en problemas del Nivel II; y desde esa base (capacidades y vínculos empresariales relacionales) transitar hacia servicios técnicos con estándares

comerciales del Nivel III. Sin esa secuencia, el acceso a niveles superiores carece de los cimientos que la evidencia internacional reconoce como condición ineludible para una iTT sostenida y verificable.

### Condiciones de tránsito entre niveles de la Taxonomía Progresiva iTT

Las condiciones de tránsito entre niveles constituyen el componente operativo de la taxonomía: determinan qué debe consolidarse institucionalmente antes de escalar. La tabla siguiente sintetiza, para cada paso, el cambio cualitativo central, las condiciones habilitantes críticas y la condición diferencial cuya ausencia bloquea el tránsito independientemente de los demás avances.

Tránsito	Cambio cualitativo central	Condiciones habilitantes críticas	Condición diferencial
Nivel I a Nivel II	Los problemas técnicos del tejido productivo dejan de ser insumos externos para convertirse en materia prima pedagógica: la empresa pasa de receptora de servicios a co-protagonista del proceso formativo.	El cuerpo docente debe dominar operacionalmente tecnologías maduras del sector (TRL 8-9) mediante procesos sistemáticos de actualización técnica. La institución debe contar con una unidad o rol formal responsable de gestionar vínculos con empresas y traducir los diagnósticos del Nivel I en modificaciones curriculares verificables. Los instrumentos de financiamiento disponibles deben ofrecer un horizonte de al menos dos a tres años (AIRinVET, 2024a; Grau et al., 2025).	La transición del vínculo transaccional al relacional: la empresa debe haber evaluado la solvencia técnica de la institución en el Nivel I y estar dispuesta a abrir sus procesos productivos reales a estudiantes y docentes. Sin esta confianza acumulada, ninguna colaboración formativa sostenida es posible (Hilkenmeier et al., 2021).
Nivel II a Nivel III	El criterio de éxito de la actividad iTT se desplaza: deja de ser el aprendizaje del estudiante para ser la resolución del problema técnico empresarial con estándares comerciales de calidad y plazo.	La institución debe contar con docentes cuya expertise técnica les permita operar como consultores independientes ante problemas complejos, con tiempo institucional formalmente liberado de la carga lectiva para esta función. Los marcos jurídicos y administrativos para la prestación remunerada de servicios (contratos, confidencialidad, facturación) deben estar resueltos previamente a cualquier compromiso con empresas (ETF, 2023; AIRinVET, 2024a).	La distinción operativa codificada entre proyectos formativos y proyectos de servicio experto: operar ambas lógicas bajo los mismos protocolos (subordinando los plazos de entrega a los calendarios académicos, o asignando a docentes sin expertise sectorial suficiente la responsabilidad de resolver problemas técnicos complejos) compromete la calidad del servicio y erosiona la credibilidad institucional ante el sector productivo (ETF, 2023; Hilkenmeier et al., 2021).
Nivel III a Nivel IV	La institución deja de aplicar conocimiento técnico existente para generar conocimiento técnico nuevo mediante ciclos iterativos de I+D impulsados por demanda productiva, operando en el rango TRL 5-8.	La institución debe contar con docentes-investigadores, cualitativamente distintos del docente-experto consultor del Nivel III, capaces de operar en condiciones de incertidumbre técnica genuina. Esto exige una unidad especializada en gestión de investigación aplicada, infraestructura técnica de escala industrial, y marcos contractuales que cedan la propiedad intelectual a la empresa socia como incentivo a la comercialización (CICan, 2024; Saskatchewan Polytechnic, 2022).	El financiamiento estructural plurianual: el ciclo académico anual es incompatible con proyectos de I+D que pueden extenderse varios años. Sin horizonte financiero estable, la institución no puede comprometer los equipos especializados ni la infraestructura que este nivel exige. En el contexto chileno, la dependencia de instrumentos concursables de corto plazo constituye la restricción sistémica más crítica para acceder a este nivel (Grau et al., 2025).
Nivel IV a Nivel V	La unidad de acción deja de ser el proyecto bilateral con una empresa para ser la arquitectura de gobernanza compartida: la IES TP co-protagoniza (junto a universidades, empresas y organismos públicos) sistemas de innovación que articulan sinérgicamente modos DUI y STI.	La institución debe haber acumulado un portafolio verificable de proyectos de Nivel IV que le otorgue legitimidad como actor investigador ante el ecosistema STI, además de relaciones funcionales previas con universidades o centros de investigación que hayan generado confianza interorganizacional mutua. Debe tener claridad institucional sobre su rol diferencial en el consorcio (validación operacional contextualizada) para evitar la deriva académica que erosiona la ventaja comparativa del subsistema técnico-profesional (Doern, 2008; ETF, 2023).	El reconocimiento normativo de las IES TP como actores del ecosistema CTCI y la existencia de instrumentos de financiamiento diseñados explícitamente para consorcios multi-actor que las incluyan como socios plenos: se trata de la única condición de tránsito en toda la taxonomía que está completamente fuera del control institucional individual y requiere decisiones de política pública sistémica (Doern, 2008).

## 7. Conclusiones y Recomendaciones

### *Síntesis I: Caracterización Estructural de IES TP como Actores Potenciales DUI*

Las IES TP poseen características, proximidad territorial a sectores productivos, especialización técnica profunda, cultura pedagógica centrada en aplicabilidad práctica y mandato institucional explícito de vinculación con la industria, que las posicionan como articuladores naturales del modo DUI. Estas instituciones pueden operar como la bisagra necesaria entre el conocimiento del sistema universitario y del ecosistema CTCI, y las necesidades de sectores productivos con diversos niveles de intensidad tecnológica; su aporte resulta particularmente relevante con empresas de bajo, medio y medio-alto nivel tecnológico, donde opera el 97% de las empresas en Chile. La evidencia internacional demuestra que los ecosistemas TVET maduros operan precisamente desde esta diferenciación funcional: no compiten con universidades en investigación científica fundamental, sino que se especializan en la traducción operacional del conocimiento, paradigma que se ajusta a la naturaleza de las instituciones TP y que debiera orientar su desarrollo en el país.

### *Síntesis II: Brecha en Financiamiento y su Implicancia en Articulación de IES TP y Modo DUI con Ecosistema CTCI*

El subsistema TP es un actor crítico aún no conectado al ecosistema CTCI y estructuralmente subfinanciado. Las universidades detentan una larga trayectoria de apoyo complementario a la docencia, con FONDECYT como fondo más antiguo e importante en volumen de recursos, complementado por instrumentos vinculados a sustentabilidad, género e inclusión, cuyo impacto se expresa en indicadores crecientes de investigadores, publicaciones y patentes. Por su parte, las IES TP operan predominantemente en la construcción de capacidades e infraestructura habilitadora institucional (63,2% del total de iniciativas IP-CFT 2030), sin avances robustos ni sistémicos en actividades de iTT donde la investigación aplicada, los servicios técnicos especializados y la transferencia tecnológica operacional sean centrales. Esta situación reproduce la paradoja del ecosistema CTCI chileno: inversión creciente en I+D con tasas de innovación empresarial persistentemente bajas. La articulación entre universidades (STI) e IES TP (DUI) aparece como una vía para conectar la investigación científica rigurosa con las necesidades productivas reales mediante adopción, difusión y transferencia tecnológica.

### *Síntesis III: Necesidad de Ruta Progresiva e Integración Institucional Formal*

La taxonomía propuesta indica que la maduración de capacidades iTT requiere una trayectoria progresiva de mediano y largo plazo con financiamiento sostenido e inversión en desarrollo de capacidades docentes: no resulta plausible que las IES TP chilenas transiten directamente desde niveles iniciales de iTT hacia una colaboración STI-DUI híbrida sin la consolidación secuencial de los niveles intermedios. La hibridación DUI-STI sinérgica no ocurre mediante contactos informales sino a través de mecanismos formales institucionalizados —consorcios multi-actor con gobernanzas claras, centros colaborativos cofinanciados, redes nacionales de innovación— lo que exige una decisión de política pública explícita que integre a las IES TP como actores sistemáticos del ecosistema CTCI nacional, no como instituciones periféricas.

Las universidades cuentan con una consolidada institucionalidad y gobernanza que promueve su desarrollo en el sentido más amplio; la ausencia de un equivalente para IP y CFTs hace cada vez más pertinente definir cuál sería la institucionalidad más adecuada para el subsistema TP y sus respectivos instrumentos de política pública.

<p><b>Recomendación I</b></p>	<p>Se propone diseñar un marco específico de incentivos para la colaboración entre IES TP y PYMEs en sectores estratégicos que operan predominantemente en modo DUI (manufactura avanzada, alimentos, energía sostenible, turismo, construcción). Estos incentivos deben ser dinámicos y territoriales, promoviendo que las IES TP actúen como catalizadores de innovación incremental en el 97% del tejido productivo. Los mecanismos podrían considerar la bonificación de servicios técnicos especializados, el financiamiento compartido de proyectos definidos conjuntamente por empresa e institución, o el reconocimiento de la expertise docente en resolución de problemas productivos reales. Cuando los desafíos sectoriales requieran mayor profundidad científica, los incentivos podrían habilitar la transición hacia la hibridación DUI-STI, incorporando universidades como socios para la validación científica de soluciones aplicadas, con el objetivo de transformar a las PYMEs chilenas en usuarios sistemáticos de innovación colaborativa con IES TP, generando ciclos de aprendizaje acumulativo territorializado.</p>
<p><b>Recomendación II:</b></p>	<p>Se propone establecer fondos específicos para innovación DUI en IES TP y para su colaboración con universidades y el ecosistema CTCl. La incorporación del subsistema TP al mundo de la innovación opera como complemento al trabajo universitario, actuando como factor catalizador y de experimentación de la ciencia más aplicada. Estos incentivos deben ser dinámicos y en ningún caso basales; tampoco deben promover una carrera académica, sino poner el acento en la colaboración, el desarrollo institucional y su conexión con los requerimientos de los territorios. El financiamiento diferenciado debe ser plurianual, permitiendo que las IES TP construyan líneas de investigación aplicada sostenidas con masa crítica de docentes-investigadores, infraestructura técnica especializada y un portafolio consolidado de proyectos con empresas. Paralelamente, deben establecerse mecanismos de co-financiamiento de proyectos consorciados universidad-TVET-empresa donde los actores STI y DUI colaboran desde sus fortalezas específicas, permitiendo la transición progresiva hacia la hibridación sinérgica.</p>
<p><b>Recomendación III:</b></p>	<p><i>Se propone formalizar la participación del subsistema TP como actor relevante en las estructuras de gobernanza nacional de innovación y en redes de investigación colaborativa (ANID, CORFO, Consejo CTCl, consejos sectoriales, entre otros). Esta integración debe sacar al ecosistema técnico-profesional de la periferia y generar acceso a oportunidades de colaboración y financiamiento en función de una hoja de ruta clara que consolide sus capacidades y aportes en iTT al país. Complementariamente, se propone un programa nacional de capacitación en investigación aplicada para docentes TVET, operado colaborativamente por universidades y centros TVET, junto a la revisión de los criterios de promoción institucional en IES TP que reconozca la expertise en investigación aplicada —distinto de la carrera académica— como criterio de avance profesional. Como reflexión final, el desarrollo de las IES TP debe entenderse como parte del fortalecimiento del ecosistema DUI, pero también —y simultáneamente— como un aporte y complemento al ecosistema CTCl y STI construido por las universidades: solo desde esa articulación se aprovechará el máximo potencial de ambos subsistemas.</i></p>

## 8. Anexos

### Anexo 1:

**Investigadores cada 1000 de la PEA (PF) 2013-2022**

País/Región	2013	2016	2019	2021	2022
Portugal	15,7	17,1	19,7	21,5	22,0
España	9,0	9,6	10,5	11,0	11,3
Argentina	4,7	4,9	4,8	4,9	4,8
Iberoamérica	2,5	2,9	2,9	3,1	3,1
América Latina y el Caribe	1,7	2,0	2,1	2,1	2,1
Chile	1,1	1,6	1,6	2,1	
Trinidad y Tobago	1,9	2,1	2,4	2,0	1,9
Costa Rica	1,9	1,7		1,9	2,0
Uruguay	1,6	1,6	1,8	1,8	1,9
Colombia	0,3	0,5	0,7	0,9	
México	0,8	1,0	0,9	0,9	0,8
Panamá	0,4	0,3	0,3	0,6	0,4
Perú	0,2	0,2	0,4	0,5	0,5
Paraguay		0,5	0,5	0,5	0,5
Venezuela	0,8	0,7	0,4	0,4	0,5
El Salvador	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3

Fuente: Red de indicadores de ciencia y tecnología, RICYT

### Anexo 2:

**Publicaciones en SCOPUS 2013-2022**

País/Región	2013	2016	2019	2021	2022	2022/2013
Total mundial	2.935.753	3.119.456	3.582.157	4.043.084	4.108.740	1,4
Estados Unidos	689.643	710.173	730.473	757.937	724.916	1,1
Iberoamérica	221.503	250.795	298.579	347.428	336.855	1,5
América Latina y el Caribe	120.790	145.102	179.149	207.309	198.380	1,6
Canadá	100.955	108.998	121.608	133.668		0,0
España	88.315	94.517	106.449	125.442	122.784	1,4
Brasil	64.866	76.038	91.041	103.280	95.587	1,5
Portugal	22.992	25.804	31.045	37.039	37.498	1,6
México	19.965	23.608	29.681	33.875	33.420	1,7
Chile	9.395	13.648	16.506	20.618	19.555	2,1
Colombia	7.637	10.932	15.469	18.156	17.673	2,3
Argentina	12.563	14.249	15.763	18.063	17.121	1,4
Perú	1.594	2.520	4.807	8.100	9.391	5,9
Ecuador	776	2.543	5.406	6.279	6.905	8,9
Cuba	2.464	2.085	2.391	2.946	2.600	1,1
Uruguay	1.175	1.627	2.053	2.570	2.375	2,0
Costa Rica	732	1.035	1.448	1.783	1.754	2,4

Fuente: Red de indicadores de ciencia y tecnología, RICYT

### Anexo 3:

#### Publicaciones en SCOPUS cada 100 mil habitantes 2013-2022

País/Región	2013	2016	2019	2021	2022
Portugal	220,1	249,4	299,2	355,4	358,1
Canadá	286,7	300,6	321,6	347,8	
España	187,4	203,0	226,3	264,7	258,5
Estados Unidos	218,1	219,7	222,5	228,3	217,5
Chile	53,3	74,7	86,7	104,8	98,6
Barbados	51,7	54,4	56,0	74,7	88,8
Uruguay	34,2	46,8	58,8	73,6	68,1
Iberoamérica	34,1	37,6	43,5	49,7	47,8
Brasil	32,4	37,1	43,3	48,4	44,5
Trinidad y Tobago	26,9	33,7	36,0	42,8	44,4
Argentina	29,8	32,7	35,1	39,4	37,3
Colombia	16,2	22,4	31,3	35,6	34,2
Ecuador	4,9	15,4	31,2	35,3	38,4
Costa Rica	15,5	21,2	28,7	34,5	33,6
Puerto Rico	24,1	26,0	26,4	33,0	35,8
América Latina y el Caribe	19,9	23,2	27,8	31,5	29,9
Cuba	22,0	18,6	21,4	26,5	23,4
México	16,7	19,1	23,3	26,3	25,7

Fuente: Red de indicadores de ciencia y tecnología, RICYT

### Anexo 4:

#### Patentes otorgadas 2013-2022

País/Región	2013	2016	2019	2021	2022	2022/2013
<b>Estados Unidos</b>	<b>277.835</b>	<b>303.047</b>	<b>354.430</b>	<b>327.307</b>	<b>323.410</b>	<b>1,2</b>
de no residentes	144.242	159.324	187.315	177.769	181.472	1,3
de residentes	133.593	143.723	167.115	149.538	141.938	1,1
<b>Brasil</b>	<b>3.323</b>	<b>4.767</b>	<b>13.742</b>	<b>27.629</b>	<b>23.546</b>	<b>7,1</b>
de no residentes	2.595	3.678	11.713	24.370	21.049	8,1
de residentes	728	1.089	2.029	3.259	2.497	3,4
<b>Canadá</b>	<b>23.833</b>	<b>26.424</b>	<b>21.005</b>	<b>19.525</b>	<b>18.125</b>	<b>0,8</b>
de no residentes	21.077	23.129	19.020	17.498	16.147	0,8
de residentes	2.756	3.295	1.985	2.027	1.978	0,7
<b>México</b>	<b>10.343</b>	<b>8.657</b>	<b>8.702</b>	<b>10.369</b>	<b>9.698</b>	<b>0,9</b>
de no residentes	10.041	8.231	8.264	9.751	9.191	0,9
de residentes	302	426	438	618	507	1,7
<b>Chile</b>	<b>898</b>	<b>2.052</b>	<b>1.490</b>	<b>2.379</b>	<b>2.668</b>	<b>3,0</b>
de no residentes	779	1.857	1.210	2.126	2.337	3,0
de residentes	119	195	280	253	331	2,8
<b>Argentina</b>	<b>1.297</b>	<b>1.826</b>	<b>2.172</b>	<b>2.298</b>	<b>1.949</b>	<b>1,5</b>
de no residentes	1.069	1.618	2.008	2.017	1.783	1,7
de residentes	228	208	164	281	166	0,7
<b>España</b>	<b>2.893</b>	<b>2.194</b>	<b>1.206</b>	<b>671</b>	<b>666</b>	<b>0,2</b>
de no residentes	148	107	50	40	30	0,2
de residentes	2.745	2.087	1.156	631	636	0,2
<b>Perú</b>	<b>283</b>	<b>400</b>	<b>712</b>	<b>568</b>	<b>588</b>	<b>2,1</b>
de no residentes	281	374	680	547	556	2,0
de residentes	2	26	32	21	32	16,0
<b>Uruguay</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>53</b>	<b>216</b>	<b>342</b>	<b>28,5</b>
de no residentes	11	9	48	168	290	26,4
de residentes	1	2	5	48	52	52,0
<b>Costa Rica</b>	<b>204</b>	<b>96</b>		<b>145</b>	<b>190</b>	<b>0,9</b>
de no residentes	192	89		143	185	1,0
de residentes	12	7		2	5	0,4
<b>República Dominicana</b>	<b>68</b>	<b>100</b>	<b>158</b>	<b>227</b>	<b>184</b>	<b>2,7</b>
de no residentes	68	95	148	219	176	2,6
de residentes		5	10	8	8	
<b>Portugal</b>	<b>130</b>	<b>38</b>	<b>80</b>	<b>191</b>	<b>104</b>	<b>0,8</b>
de no residentes	12	2	6	12	15	1,3
de residentes	118	36	74	179	89	0,8

Fuente: Red de indicadores de ciencia y tecnología, RICYT

**Anexo 5: Taxonomía Progresiva de Actividades iTT: Definición Operativa y Casos Documentados por Nivel**

**Nivel I: Difusión y Capacitación Tecnológica** *La institución actúa como vector de difusión, transfiriendo conocimiento técnico codificado y tácito hacia el capital humano de empresas sin generar conocimiento nuevo.*

Subcategoría	Definición operativa	Ejemplo documentado	Fuente
I.1 Capacitación técnica especializada y formación continua empresarial	Intervenciones formativas que transfieren competencias técnicas específicas al capital humano de organizaciones productivas, desde talleres puntuales de actualización hasta programas estructurados de reconversión laboral sectorial. Los docentes técnicos actúan como intermediarios de conocimiento tácito contextualizado, reduciendo la asimetría informacional entre la institución y la PYME.	South Eastern Regional College (Irlanda del Norte) implementó un programa Train-the-Trainer que habilitó al personal de Premier Energy (Pakistán) para operar, certificar y replicar instalaciones de energía solar bajo estándares City and Guilds, sin que mediara desarrollo tecnológico propio.	British Council, 2019
I.2 Diagnóstico técnico de necesidades y brechas de innovación empresarial	Levantamiento sistemático de brechas tecnológicas, operacionales y de capacidades de las empresas vinculadas, generando un entregable técnico accionable para la organización productiva que simultáneamente alimenta la actualización curricular de la institución.	Grimsby Institute (Reino Unido) ejecutó una auditoría sistemática de los estándares pedagógicos e institucionales de la Arab Academy for Science and Technology (AASTMT, Egipto) antes de desarrollar nuevos programas de logística marítima, diagnosticando brechas que condicionaban la absorción efectiva de cualquier transferencia curricular posterior.	British Council, 2019
I.3 Difusión y sensibilización tecnológica sectorial	Actividades mediante las cuales la IES TP actúa como nodo de diseminación de conocimiento técnico emergente en su ecosistema productivo territorial, seminarios sectoriales, jornadas técnicas, foros, reduciendo la brecha informacional que impide a las PYMEs evaluar la pertinencia de tecnologías existentes.	La Estrategia Innova TP reconoce explícitamente la difusión tecnológica como función constitutiva del rol de las IES TP chilenas, diferenciándola de la capacitación directa y otorgándole carácter de bien sectorial cuyos beneficios se distribuyen sobre el conjunto del tejido productivo regional.	MINEDUC et al., 2023

**Nivel II: Colaboración Formativa Sistemática** *Los problemas técnicos del tejido productivo ingresan al currículo como materia prima pedagógica. El beneficiario primario es el estudiante; el entregable a la empresa es un subproducto valioso del proceso formativo.*

Subcategoría	Definición operativa	Ejemplo documentado	Fuente
II.1 Aprendizaje basado en desafíos y problemas reales de la industria	Metodologías didácticas mediante las cuales problemas técnicos, fallas operacionales o necesidades de innovación identificadas en empresas ingresan al aula como materia prima del proceso de enseñanza-aprendizaje. Los estudiantes, guiados por docentes, abordan estos desafíos como proyectos de resolución situados.	New Brunswick Community College (NBCC, Canadá) estructura la investigación aplicada como aprendizaje experiencial: cada proyecto se inicia con un problema práctico de la industria o comunidad y concluye con un entregable concreto para el socio empresarial, priorizando el desarrollo de competencias técnicas y habilidades de empleabilidad.	AIRinVET, 2024
II.2 Proyectos de titulación e internados con foco en innovación empresarial	Mecanismos de integración estructurada del estudiante en el entorno operativo de empresas durante periodos prolongados con objetivos de innovación verificables. Se distingue de las prácticas convencionales por la intencionalidad innovadora: el	West Lothian College (Escocia) integró estudiantes directamente en instalaciones de Mitsubishi y Carsem (Malasia), contextualizando tareas y evaluaciones al entorno de trabajo real. Los estudiantes contribuyeron activamente al negocio antes de su contratación formal,	British Council, 2019

	estudiante opera como agente activo de resolución de desafíos tecnológicos.	reduciendo tiempos y costos de reclutamiento del empleador.	
II.3 Rediseño curricular mediante co-creación con el sector productivo	Proceso sistemático mediante el cual las IES TP modifican planes de estudio, perfiles de egreso y metodologías de evaluación a partir de la participación activa de actores productivos como co-diseñadores, trascendiendo la consulta esporádica hacia mecanismos formales de análisis de procesos de trabajo reales.	Berufliche Hochschule Hamburg (BHH, Alemania) aplica Work Process Analysis (WPA): los desarrolladores curriculares auditan los procesos de trabajo de PYMEs, identifican competencias críticas emergentes y construyen matrices de perfiles que se traducen en soluciones de entrenamiento in-house directamente aplicables.	AlRinVET, 2024

**Nivel III: Servicios Técnicos Especializados** *La resolución del problema técnico empresarial con estándares comerciales de calidad y plazo se convierte en el objetivo primario. El conocimiento generado en cada intervención se transfiere ex post al proceso formativo.*

Subcategoría	Definición operativa	Ejemplo documentado	Fuente
III.1 Consultoría técnica especializada y acompañamiento para resolución de problemas	Provisión de servicios de ingeniería aplicada y asistencia especializada mediante los cuales la IES TP despliega la expertise docente para resolver problemas productivos que las empresas no pueden abordar con capacidades internas, con entregables concretos dentro de plazos y estándares comerciales acordados contractualmente.	Tknika (País Vasco) resolvió el problema de mecanizado de la empresa Hepyc, rechazado por ingenierías comerciales por baja rentabilidad, asignando un docente experto durante seis meses con presupuesto de EUR 3.000-5.000, transfiriendo el conocimiento generado al aula mediante la metodología Ethazi de aprendizaje basado en retos.	ETF, 2023
III.2 Testing, validación y certificación técnica de productos y procesos	Uso de infraestructura de laboratorios y equipamiento especializado para someter a prueba tecnologías, materiales o procesos antes de comprometer su escalamiento industrial, operando en el rango TRL 4-5. Las instituciones TVET pueden asumir proyectos de validación de largo aliento inviables para consultoras privadas orientadas a rentabilidad inmediata.	Holmesglen Institute (Australia) construyó un test rig (vivienda simulada de dos pisos con monitoreo electrónico continuo) y lo operó doce meses para validar un sistema de calentamiento de aguas lluvia para South East Water, permitiendo a la empresa implementarlo en 500 viviendas con riesgo tecnológico mitigado.	TDA, 2020
III.3 Acompañamiento técnico para adopción y adaptación tecnológica empresarial	Asistencia técnica continua a PYMEs que han decidido adoptar una nueva tecnología, pero carecen de capacidades internas para implementarla exitosamente. Implica presencia recurrente del equipo técnico en el entorno productivo, monitoreo de indicadores de implementación y resolución progresiva de obstáculos técnicos.	El programa it's OWL (Alemania) estructuró proyectos colaborativos con inmersiones prolongadas de investigadores en PYMEs, logrando que el 65% de las empresas alcanzara beneficios organizacionales verificables, con proyectos divididos en fases y mecanismos de cancelación temprana para mitigar el riesgo financiero de la empresa.	Hilkenmeier et al., 2021

**Nivel IV: Investigación Aplicada Operacional** *La institución genera conocimiento técnico nuevo mediante ciclos iterativos impulsados por demanda productiva, operando en el rango TRL 5-8. La propiedad intelectual se cede a la empresa socia como incentivo a la comercialización.*

Subcategoría	Definición operativa	Ejemplo documentado	Fuente
IV.1 Desarrollo de prototipos funcionales y soluciones tecnológicas innovadoras	Diseño, desarrollo y validación de productos físicos, dispositivos, sistemas de software o materiales que no existían previamente en la empresa socia, requiriendo ciclos iterativos de investigación aplicada con incertidumbre genuina sobre el resultado. El entregable es un prototipo funcional listo para escalamiento industrial o certificación.	Cégep de Saint-Jérôme (Canadá) + Lion Électrique: el Instituto Vehículo Innovador desarrolló el prototipo inicial de un autobús escolar eléctrico, asumiendo el riesgo tecnológico que la empresa no podía absorber. Tras el desarrollo conjunto, Lion Électrique convirtió toda su flota a vehículos eléctricos, posicionándose como líder norteamericano en vehículos de carga media y pesada.	CICan, 2024

IV.2 Innovación y mejora de procesos productivos mediante investigación aplicada	Intervención en los procesos productivos u operacionales de una empresa para transformarlos mediante tecnologías de frontera o reingeniería de flujos, generando mejoras verificables que la empresa no habría podido alcanzar con capacidades internas. Requiere investigación previa sobre viabilidad técnica en el contexto específico.	Conestoga College (Canadá) + Greentec: la empresa reciclaba manualmente 8 toneladas mensuales de discos duros con procesos ineficientes y potencialmente tóxicos. El College diseñó e implementó Lexi, una celda robótica a medida para el desmantelamiento, transformando la eficiencia operativa y habilitando la operación bajo principios de economía circular.	Polytechnics Canada, 2023
IV.3 Transferencia tecnológica y escalamiento industrial de innovaciones	Acompañamiento del proceso de escalamiento de soluciones tecnológicas desde su validación hacia implementación industrial o adopción masiva, incluyendo investigación forense que identifica causas raíz de fallas críticas generando conocimiento técnico con impacto normativo sectorial.	SkillsTech/TAFE Queensland (Australia): ante fugas críticas en tuberías HDPE de extracción de gas, los docentes-investigadores identificaron dos causas concurrentes no documentadas previamente. El resultado fue un nuevo Código de Práctica sectorial adoptado por la asociación de gasoductos y la fundación de un centro de entrenamiento industrial.	TDA, 2020

**Nivel V: Investigación Colaborativa Multi-Actor** *La IES TP se integra en consorcios donde co-protagoniza —junto a universidades, empresas y organismos públicos— sistemas de innovación que articulan sinérgicamente modos DUI y STI.*

Subcategoría	Definición operativa	Ejemplo documentado	Fuente
V.1 Proyectos consorciados multi-actor con integración DUI-STI	Participación en proyectos estructurados bajo arquitecturas de consorcio formal donde cada actor opera en el dominio de su ventaja comparativa: la universidad aporta capacidades STI, la IES TP aporta validación operacional y prototipado funcional, la empresa aporta contexto productivo real y capacidad de comercialización.	Proyecto LUMEN del consorcio CHILL (Países Bajos): Vista College, Zuyd UAS e Innosyn en fotocatalisis para convertir CO <sub>2</sub> . La universidad diseñó la química conceptual; estudiantes EQF 4 operaron reactores espejo en ciclos de 20 semanas; estudiantes EQF 6 asumieron liderazgo; el personal de Innosyn coordinó resultados cada seis meses para escalar el desarrollo industrial.	ETF, 2023
V.2 Programas sectoriales de transferencia y adopción tecnológica territorialmente anclados	Programas de alcance sectorial o territorial que modifican la capacidad de adopción tecnológica de un conjunto amplio de actores productivos mediante intervención coordinada que combina capacitación, consultoría, desarrollo de estándares e infraestructura compartida, respondiendo a las características específicas del tejido productivo regional.	Techwise Twente (Países Bajos) actúa como broker regional estableciendo laboratorios compartidos en empresas e instituciones TVET para formación en robótica e Industria 4.0. Las instituciones que antes competían acordaron especializarse en nichos diferenciados, generando un mapa de especialización coordinado que maximiza el capital técnico disponible en el territorio.	Comisión Europea, 2017
V.3 Centros de investigación colaborativa IES TP-universidad para innovación aplicada	Estructuras permanentes de colaboración con gobernanza estable, presupuesto plurianual y agenda de largo plazo, donde IES TP y universidades comparten infraestructura e investigadores en dominios de conocimiento donde la complementariedad DUI-STI genera valor que ninguna institución podría producir de manera aislada.	Istituti Tecnici Superiori (Italia): 93 institutos como fundaciones público-privadas co-gobernadas por empresas, universidades y gobiernos locales. La ley exige 50% de docentes provenientes de la industria y 30% de formación in-company. Los consorcios más arraigados en sus territorios reportan tasas de empleabilidad superiores al 90%.	Comisión Europea, 2017

## 9. Bibliografía

1. Álvarez, M. T., & Fernández, R. (2020). *Efecto de la colaboración en actividades de I+D sobre la capacidad exportadora de las empresas chilenas*. Laboratorio de Estudios de I+D+i Empresarial, Centro de Innovación UC Anacleto Angelini. [https://centrodeinnovacion.uc.cl/assets/uploads/2021/05/estudio\\_id\\_-\\_exportaciones.pdf](https://centrodeinnovacion.uc.cl/assets/uploads/2021/05/estudio_id_-_exportaciones.pdf)
2. Albizu, E., Olazaran, M., Lavía, C., & Otero, B. (2017). Making visible the role of vocational education and training in firm innovation: Evidence from Spanish SMEs. *European Planning Studies*, 25(11), 2057-2075. <https://doi.org/10.1080/09654313.2017.1281231>
3. Alonso-Domínguez, Á., García-Espejo, I., & Gutiérrez, R. (2016). Aprendizaje interactivo en un contexto low-tech: Formación profesional e innovación en el caso de Asturias. *Revista Española de Sociología*, 25(3), 343-365. <https://recyt.fecyt.es/index.php/res/article/view/65556/39818>
4. Alhusen, H., & Bennat, T. (2019). Innovation modes in SMEs: Mechanisms integrating STI-processes into DUI-mode learning and the role of regional innovation policy. *ifh Working Paper*, 21/2019.
5. Apanasovich, N., Alcalde-Heras, H., & Parrilli, M. D. (2016). The impact of business innovation modes on SME innovation performance in post-Soviet transition economies: The case of Belarus. *Technovation*, 57-58, 30-40. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2016.05.001>
6. Backes-Gellner, U., & Lehnert, N. (2021). The contribution of VET to innovation and growth. *Journal of Education and Work*, 34(1), 24-41. [http://repec.business.uzh.ch/RePEc/iso/leadinghouse/0177\\_lhwpaper.pdf](http://repec.business.uzh.ch/RePEc/iso/leadinghouse/0177_lhwpaper.pdf)
7. Brunet, I., & Rodríguez-Soler, J. (2012). Innovación, formación profesional y cooperación: el caso de Cataluña. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 140, 131-148.
8. CEDEFOP. (2011). *The impact of vocational education and training on company performance* (Research Paper No. 19). Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2801/37083>
9. Crossan, M. M., & Apaydin, M. (2010). A multi-dimensional framework of organizational innovation: A systematic review of the literature. *Journal of Management Studies*, 47(6), 1154-1191. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2009.00880.x>
10. Eurostat. (2024). *Community Innovation Survey 2020-2022*. Statistical Office of the European Union.
11. González-Pernía, J. L., Parrilli, M. D., & Peña-Legazkue, I. (2015). STI-DUI learning modes, firm-university collaboration and innovation. *The Journal of Technology Transfer*, 40(3), 475-492. <https://doi.org/10.1007/s10961-014-9352-0>

12. INAPI. (2025). *Índice Global de Innovación 2025: Posición de Chile*. Instituto Nacional de Propiedad Industrial.
13. INE. (2022). *11ª Encuesta de Innovación en Empresas*. Instituto Nacional de Estadísticas. <https://www.ine.gob.cl/estadisticas/economia/ciencia-y-tecnologia>
14. Jensen, M. B., Johnson, B., Lorenz, E., & Lundvall, B.-Å. (2007). Forms of knowledge and modes of innovation. *Research Policy*, 36(5), 680-693. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.006>
15. MINCIENCIA. (2024). *Indicadores de Inversión en I+D en Chile*. Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. <https://observa.minciencia.gob.cl/>
16. OECD. (2025). *Main Science and Technology Indicators*. Organisation for Economic Co-operation and Development. <https://www.oecd.org/en/data/datasets/main-science-and-technology-indicators.html>
17. OECD/Eurostat. (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation* (4th ed.). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
18. Schumpeter, J. A. (1934). *The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle*. Harvard University Press.
19. Toner, P. (2010). Innovation and vocational education. *The Economic and Labour Relations Review*, 21(2), 75-98. <https://doi.org/10.1177/103530461002100206>
20. UNESCO-UNEVOC. (2024). *Innovating TVET Framework*. UNESCO-UNEVOC.

#### **Referencias Bibliográficas - Construcción De Taxonomía iTT Para IES TP Chilenas**

1. AIRinVET Project Consortium. (2024). *D3.2 SMEs engagement & AR mindsets report*. Tknika. <https://airinvet.eu/files/AIRinVET%20D3-2%20SMEs%20Engagement%20and%20AR%20Mindsets%20report.pdf>
2. AIRinVET Project Consortium. (2024). *Framework for applied innovation and research in VET: Driving change in vocational education*. European Union. <https://airinvet.eu/files/AIRinVET%20Digest%2012%20Framework%20for%20Applied%20Innovation%20and%20Research%20in%20VET.pdf>
3. AIRinVET Project Consortium. (2024). *Report on the AIRinVET interventions: Summary of five online "train the trainer" training sessions*. European Association of Institutions in Higher Education (EURASHE). <https://airinvet.eu/files/AIRinVET%20D5-1%20Report.pdf>
4. British Council. (2019). *International skills partnerships case studies: Building quality TVET provision globally*. British Council. [https://www.britishcouncil.org/sites/default/files/skill\\_partnership\\_case\\_study.pdf](https://www.britishcouncil.org/sites/default/files/skill_partnership_case_study.pdf)

5. Colleges and Institutes Canada. (2022). *Applied research national survey 2021-2022*. CICan. <https://www.collegesinstitutes.ca/arsurvey/>
6. Doern, G. B. (2008). *Polytechnics in higher education systems: A comparative review and policy implications for Ontario*. Higher Education Quality Council of Ontario. [https://heqco.ca/wp-content/uploads/2020/03/Polytechnics-in-Higher-Education-Systems\\_A-Comparative-Review-and-Policy-Implications-for-Ontario.pdf](https://heqco.ca/wp-content/uploads/2020/03/Polytechnics-in-Higher-Education-Systems_A-Comparative-Review-and-Policy-Implications-for-Ontario.pdf)
7. European Commission. (2017). *Business cooperating with vocational education and training providers for quality skills and attractive futures*. DG Employment, Social Affairs and Inclusion / LSE Enterprise. <https://www.lse.ac.uk/business/consulting/assets/documents/business-cooperating-with-vocational-education-and-training-providers-for-quality-skills-and-attractive-futures.pdf>
8. European Training Foundation. (2023). *International mapping study on good practices of applied research in vocational education and training*. ETF. [https://www.etf.europa.eu/sites/default/files/2023-09/Report%20applied%20research\\_COVES%20SLA1\\_WP3.pdf](https://www.etf.europa.eu/sites/default/files/2023-09/Report%20applied%20research_COVES%20SLA1_WP3.pdf)
9. National Centre for Vocational Education Research. (2019). *Research messages 2018*. NCVER. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED620531.pdf>
10. Polytechnics Canada. (2023). *Polytechnic applied research: Building a stronger Canada - Applied research compendium*. Polytechnics Canada. [https://polytechnicscanada.ca/wp-content/uploads/2019/11/Applied-Research-Compendium\\_web\\_updated\\_June-2023.pdf](https://polytechnicscanada.ca/wp-content/uploads/2019/11/Applied-Research-Compendium_web_updated_June-2023.pdf)
11. Saskatchewan Polytechnic. (2022). *Applied research and innovation plan*. Office of Applied Research and Innovation (OARI). <https://saskpolytech.ca/about/applied-research-and-innovation/documents/applied-research-and-innovation-plan.pdf>
12. TAFE Directors Australia. (2020). *SMEs and TAFEs collaborating through applied research for growth*. TDA. [https://tda.edu.au/wp-content/uploads/2020/10/2020-10-19-SMEs\\_and\\_TAFEs\\_Collaborating\\_Through\\_Applied\\_Research\\_for\\_Growth-003.pdf](https://tda.edu.au/wp-content/uploads/2020/10/2020-10-19-SMEs_and_TAFEs_Collaborating_Through_Applied_Research_for_Growth-003.pdf)
13. UNESCO-UNEVOC International Centre. (2019a). *Innovation in TVET: UNESCO-UNEVOC virtual conference summary report*. UNESCO-UNEVOC. [https://unevoc.unesco.org/up/vc\\_synthesis\\_23.pdf](https://unevoc.unesco.org/up/vc_synthesis_23.pdf)
14. UNESCO-UNEVOC International Centre. (2019b). *Trends mapping study: Innovation in TVET - New opportunities*. UNESCO-UNEVOC. [https://unevoc.unesco.org/pub/tm\\_innovation.pdf](https://unevoc.unesco.org/pub/tm_innovation.pdf)
15. UNESCO-UNEVOC International Centre. (2020). *Innovating technical and vocational education and training: A framework for institutions*. UNESCO-UNEVOC. [https://unevoc.unesco.org/pub/innovating\\_tviet\\_framework.pdf](https://unevoc.unesco.org/pub/innovating_tviet_framework.pdf)

16. Victorian TAFE Association. (2019). *Doing applied research in Victorian TAFE institutes: An introductory guide*. VTA. [https://vta.vic.edu.au/wp-content/uploads/2021/11/Doing\\_Applied\\_Research\\_in\\_TAFEs\\_An\\_Introductory\\_Guide.pdf](https://vta.vic.edu.au/wp-content/uploads/2021/11/Doing_Applied_Research_in_TAFEs_An_Introductory_Guide.pdf)
17. Schultheiss, T., & Backes-Gellner, U. (2024). Does updating education curricula accelerate technology adoption in the workplace? *The Journal of Technology Transfer*, 49(1), 191-235. <https://doi.org/10.1007/s10961-022-09971-9>
18. Sevilla, M. P. (2017). *Panorama de la educación técnica profesional en América Latina y el Caribe* (Serie Políticas Sociales N° 222, LC/L.4287). CEPAL.
19. Hilkenmeier, F., Fechtelpeter, C., & Decius, J. (2021). How to foster innovation in SMEs: evidence of the effectiveness of a project-based technology transfer approach. *The Journal of Technology Transfer*. <https://doi.org/10.1007/s10961-021-09913-x>
20. Ministerio de Educación, & CORFO. (2024). *Benchmarking en Innovación y Transferencia Tecnológica (iTT) para las Instituciones de Educación Superior Técnico-Profesionales* (Programa IP-CFT 2030). Mineduc-CORFO