

## Niveles de Madurez Tecnológica (TRL)<sup>1</sup>

Etapas de Desarrollo Tecnológico	TRL	Definición	Descripción	Lista de comprobación de actividades para alcanzar este nivel
Investigación Fundamental	1	Principios básicos observados e informados	La investigación científica comienza con propiedades de una tecnología potencial observada en el mundo físico. Estas propiedades básicas se informan en la literatura.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se han llevado a cabo actividades básicas de investigación y se han definido los principios básicos.</li> <li>Los principios y hallazgos han sido publicados en la literatura (por ejemplo, artículos de investigación, artículos revisados por pares, libros blancos)</li> </ul>
	2	Concepto de Tecnología y/o Aplicación Formulado	La investigación aplicada comienza con la identificación de aplicaciones prácticas de principios científicos básicos. Se hace hincapié en comprender mejor la ciencia y corroborar las observaciones científicas básicas realizadas durante el trabajo TRL 1. Se está analizando la viabilidad de las aplicaciones especulativas informadas en estudios científicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se han identificado aplicaciones de principios básicos.</li> <li>Las aplicaciones y los análisis de apoyo se han publicado en la literatura (por ejemplo, estudios analíticos, pequeñas unidades de código para software, documentos de comparación de tecnologías)</li> </ul>
Investigación y Desarrollo	3	Prueba de concepto experimental	Comienzan la investigación y desarrollo activos. Las aplicaciones están pasando de la fase del papel a la de experimentación. La viabilidad de componentes tecnológicos por separado se valida mediante estudios analíticos y de laboratorio. Todavía no se ha intentado integrar componentes en un sistema completo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>La prueba de concepto y/o la función crítica analítica y experimental ha sido desarrollada.</li> </ul>
	4	Validación de componente(s) en un entorno de laboratorio	Los componentes tecnológicos básicos se integran "ad-hoc" para establecer que trabajarán juntos en un entorno de laboratorio. El sistema "ad-hoc" sería probablemente una mezcla de equipos y algunos componentes disponibles que pueden requerir una manipulación, calibración o alineación especiales para funcionar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los componentes integrados, subsistemas y/o procesos "ad-hoc" han sido validados en un entorno de laboratorio.</li> <li>Se comprende cómo difieren la integración y resultados de las pruebas «ad hoc» de los objetivos previstos del sistema</li> </ul>
	5	Validación de componentes semi integrados en un entorno relevante	Los componentes tecnológicos básicos integrados funcionan para las aplicaciones previstas en un entorno relevante. Las configuraciones se están desarrollando, pero pueden sufrir cambios fundamentales. La tecnología y el entorno en el TRL 5 son más similares a la aplicación final que en el TRL 4.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se han validado los componentes/subsistemas o procesos semiintegrados en un entorno relevante.</li> <li>Se comprende cómo un entorno relevante difiere del entorno operativo esperado y cómo se comparan los resultados de las pruebas con las expectativas.</li> </ul>

<sup>1</sup> TRL basado en *Innovation, Science and Economic Development Canada (ISED)*, "Technology Readiness Levels" (2025)

Etapa de Desarrollo Tecnológico	TRL	Definición	Descripción	Lista de comprobación de actividades para alcanzar este nivel
Piloto y Demostración	6	Prototipo de sistema y/o proceso demostrado en un entorno relevante.	Un modelo o prototipo, que representa una configuración casi deseada, se está desarrollando a escala piloto, generalmente más pequeña que la escala real. La prueba del modelo o prototipo está siendo llevada a cabo en un entorno relevante.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modelo o prototipo a escala piloto desarrollado.</li> <li>Un sistema de modelo o prototipo a escala piloto se acerca a la configuración deseada en cuanto a rendimiento y volumen, pero suele ser inferior a la escala real.</li> <li>Un sistema de prototipo o modelo a escala piloto ha sido demostrado en un entorno relevante.</li> <li>Se comprende cómo difiere el entorno relevante del entorno operativo, y cómo los resultados fueron distintos a los esperados.</li> </ul>
	7	Prototipo del sistema listo demostrado en un entorno operativo adecuado.	Un prototipo a escala real ha sido demostrado en un entorno operativo, pero bajo condiciones limitadas (esto es, pruebas de campo). En esta etapa, el diseño final está muy cerca de completarse.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prototipo a escala real desarrollado, con forma, ajuste y función listos.</li> <li>Prototipo demostrado en un entorno operativo, pero bajo condiciones limitadas.</li> </ul>
	8	Tecnología real completada y calificada mediante pruebas y demostraciones.	Se demuestra que la tecnología funciona en su forma final y en las condiciones previstas. Esta etapa suele representar el final del desarrollo tecnológico. En esta etapa, se comprenden bien las operaciones, se desarrollan los procedimientos operativos y se realizan los ajustes finales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Configuración final de la tecnología desarrollada.</li> <li>Configuración final exitosamente probada en un entorno operativo.</li> <li>Se ha evaluado la capacidad de la tecnología para cumplir sus requisitos operativos y se han documentado los problemas; los planes, opciones o acciones para resolver los problemas han sido determinados.</li> </ul>
Adopción Inicial	9	Tecnología real probada con éxito en un entorno operativo.	La aplicación real de la tecnología en su forma final se está llevando a cabo en toda una serie de condiciones operativas. En esta etapa se perfecciona y adopta la tecnología.	<ul style="list-style-type: none"> <li>La tecnología se ha implantado con éxito y se ha probado en una amplia gama de condiciones operativas.</li> <li>Se han completado los informes operativos, de pruebas y de evaluación.</li> </ul>
Comercialmente Disponible		Se ha completado el desarrollo tecnológico.	La tecnología se encuentra disponible abiertamente en el mercado y/o ha sido vendida directamente a un comprador en el sector público o privado, en su estado actual u oferta de servicios para fines que no sean de ensayo o desarrollo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>La tecnología está disponible abiertamente en el mercado y/o ha sido vendida en su estado actual de oferta de servicios para fines que no sean de prueba o desarrollo.</li> </ul>