



Niveles de Maduración Tecnológica para Dispositivos Médicos Lista de Verificación e Información de Soporte

Este documento se dirige a las personas, y/o empresas que se encuentran diseñando un dispositivo médico. Debido a la complejidad de cada dispositivo y clasificación con base a su riesgo, la información de soporte puede variar así como el desarrollo o duración de cada etapa, la información de soporte que se presenta de manera enunciativa más no limitativa.

Nivel de Madurez de Tecnológica	#	Elementos clave	Información de Soporte
Desarrollo de la invención	1	Investigación básica. Principios básicos observados y reportados.	Estado del Arte
		Artículos científicos publicados sobre los principios de la nueva tecnología.	Listado de Artículos científicos relevantes iniciales
			Tesis
			Listado de Artículos científicos relevantes complementarios
	2	Investigación de laboratorio. Concepto tecnológico y/o aplicación tecnológica formulada. Investigación aplicada. Publicaciones o referencias que subrayan las aplicaciones de la nueva tecnología. Inicio de la invención.	Reporte sistemático de artículos/ Evaluación Clínica
			Reporte Análisis de Patentabilidad (tecnologías similares, descripción clara de la invención, características, especificaciones, intención de uso)
			Reporte de Diseño y Desarrollo
			Reporte de Identificación de Necesidades, especificaciones, intención de uso y criterios de aceptación.
			Listado de Grupo de Investigación (descripción del perfil, especialistas, con base en la intención de uso)
	Validación de concepto	3	Investigación de laboratorio. Prueba experimental de concepto. Primera evaluación de la factibilidad de un concepto y su tecnología.
			Reporte de análisis de Mercado
			Reporte de Procedimientos y equipos actualmente utilizados en la práctica clínica.
			Descripción de al menos 3 productos en el mercado. Menciona al menos a 3 productores existentes en el mercado (posibles competidores) y al menos 3 fuentes significativas de conocimiento base que impacten en dicho producto.
			Mencionar cuál es la Feria Nacional e Internacional más importante en el Sector (no del área tecnológica en cuestión).
			Describir las tendencias del mercado y la industria relacionadas con la invención en cuestión.
			Reporte de Análisis de Patentabilidad (actualización)
			Análisis de libertad de Operación



Niveles de Maduración Tecnológica para Dispositivos Médicos Lista de Verificación e Información de Soporte

Nivel de Madurez de Tecnológica	#	Elementos clave	Información de Soporte
Nivel de Madurez de Tecnológica			Determinación de la clase del dispositivo Estrategia Regulatoria de acuerdo con la clase del dispositivo. (Determinar la clase según su riesgo, determinar clave SCIAN, identificación de normativas, estándares y lineamientos aplicables)
			Modelo de Negocio (Canvas) Reporte técnico con el análisis de la cadena o encadenamientos productivos en la que se encuentra la invención (**). Clarificar a qué cadena me voy a incorporar. Es válido buscar un referente internacional en caso de que no existe. Identificando el eslabón, se identifica el mercado
	4	Desarrollo tecnológico. Validación tecnológica a nivel laboratorio. Validación de un prototipo inicial con componentes integrados en laboratorio con baja confiabilidad de comportamiento.	Historial de Diseño del Dispositivo Médico (inicio)
			Reporte de resultados de Laboratorio (conceptos)
			Reporte de Análisis de Viabilidad de Conceptos
			Matriz de pruebas de verificación
			Reportes de Usabilidad
			Reporte Quick Look
			Reportes de Pruebas de Pre-Clínicas
			Análisis de Riesgos (inicio)
Análisis de Patentabilidad (Actualización)			
Estrategia de comercialización (mapa de ruta de comercialización donde se visualice o justifique si la estrategia será la producción propia o a través de terceros o se licencia a terceros)			
Desarrollo del prototipo	5	Desarrollo tecnológico. Tecnología validada en laboratorio, pero en condiciones de un entorno relevante (condiciones que simulan condiciones existentes en un entorno real). La integración de los componentes empieza a ser de alta confiabilidad. Para el caso de plataformas tecnológicas, el ambiente relevante debe considerar condiciones industriales, no de laboratorio experimental académico.	Reporte de Pruebas Pre-Clínicas / Pruebas piloto Sometimiento de protocolo de pruebas piloto (Comité de ética y/o COFEPRIS) Aprobación de protocolo de pruebas piloto (comités de ética y/o COFEPRIS)
			Reporte de Manufactura para prototipos Alfa
			Historial de Diseño del Dispositivo Médico (actualización) Reportes por terceros Autorizados y Entidad Regulatoria de acuerdo a la clase del dispositivo.



Niveles de Maduración Tecnológica para Dispositivos Médicos Lista de Verificación e Información de Soporte

Nivel de Madurez de Tecnológica	#	Elementos clave	Información de Soporte
		Proceso de planeación del negocio	Análisis de Patentabilidad (actualización) Estrategia de protección de propiedad intelectual Modelo de negocio (actualización de la validación del mercado validado en el Canvas)
Producción piloto y demostración	6	<p>Demostración tecnológica. Tecnología demostrada en un ambiente relevante (Para el caso de plataformas tecnológicas, el ambiente relevante debe considerar condiciones industriales, no de laboratorio experimental académico). Pre-producción de un producto incluyendo pruebas en un ambiente real.</p>	Historial de Diseño del Dispositivo Médico (actualización). Reportes de Pruebas de Laboratorio certificado para cumplir ante entidades regulatorias Reportes Alineados a normativa aplicables. Reporte de manufactura de prototipos Beta Reporte de Pruebas Pre-Clínicas Pruebas Clínicas - Fase I (Piloto) con prototipos Beta. (ISO 14155, Buenas Prácticas Clínicas, lineamientos COFEPRIS) Sometimiento del protocolo a COFEPRIS Sistema de Gestión (inicio, NOM 241) Organigrama, Interacción de procesos de la empresa Sometimiento de certificación NOM 241 Alineación a estándares nacionales y/o internacionales ISO 13485 IEC 60601, 62304 NOM 240 SSA1 2012 - Instalación y operación de la tecnovigilancia. NOM 241 SSA1 2012- Buenas Prácticas de Fabricación de Dispositivos Médicos PROY NOM 241 SSA1 2018 - Buenas Prácticas de Fabricación de Dispositivos Médicos NOM 137 SSA1 . 2008 - Etiquetado de Dispositivos Médicos Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (FEUM)
	7	Desarrollo de producto.	Reporte de Manufactura para unidades de producción



Niveles de Maduración Tecnológica para Dispositivos Médicos Lista de Verificación e Información de Soporte

Nivel de Madurez de Tecnológica	#	Elementos clave	Información de Soporte
Introducción inicial al mercado	8	<p>Demostración de prototipo a nivel sistema en un ambiente operativo real (sistema real). Producción a baja escala para demostración en ambiente operativo real. Producción a baja escala para demostración en ambiente operativo real.</p>	<p>Historial de Diseño del Dispositivo Médico (Actualización) Reportes de usabilidad</p>
			<p>Sistema de Gestión (seguimiento), Organigrama, Interacción de procesos de la empresa</p>
			<p>Pruebas Clínicas - Fase II (Pivote), con primer lote de producción ISO 14155 ISO 14971</p>
Introducción inicial al mercado	8	<p>Desarrollo de producto. Sistema completo y evaluado Manufactura probada y validada para ambiente real. Sistema completo y certificado. Producto o servicio comercializable. Resultados de las pruebas del sistema en su configuración final. Introducción inicial al mercado</p>	<p>Historial de Diseño del Dispositivo Médico (Completo)</p>
			<p>Certificado BPM NOM 241 SSA1 2012 Sometimiento Registro Sanitario según la clase del dispositivo</p>
			<p>Estrategia comercial (cuadro básico, seguro popular)</p>
Expansión de mercado	9	<p>Producto terminado. Pruebas con éxito en entorno real. Despliegue. Tecnología disponible en el mercado. Aplicación comercial.</p>	<p>Registro sanitario otorgado</p>
			<p>Reportes de Mejora Continua</p>
			<p>Alta de unidad de la Tecnovigilancia</p>
			<p>Procedimientos de Tecnovigilancia</p>

Si tienen dudas o sugerencias de este documento se podrá contactar al correo comisionregulatoria@cib.org.mx y se le podrá orientar si así lo requiere en cada uno de los rubros que sean de su interés.

Definiciones y referencias.



Niveles de Maduración Tecnológica para Dispositivos Médicos Lista de Verificación e Información de Soporte

Concepto	Descripción	Referencia
Technology Readiness Level, TRL	Es una escala de medición usada para evaluar o medir el nivel de madurez de una tecnología particular. Cada proyecto tecnológico es evaluado frente a los parámetros de cada nivel tecnológico y es asignado a una clasificación basada en el progreso del proyecto.	Definition of Technology Readiness Levels https://esto.nasa.gov/files/trl_definitions.pdf Technology Readiness Assessment Guide, 2011, US Department of Energy http://www2.lbl.gov/dir/assets/docs/TRL%20guide.pdf
Investigación y Desarrollo Experimental (I+D)	Es una actividad de innovación tecnológica que puede ser llevada a cabo en diferentes fases del proceso de innovación, siendo utilizada no sólo como la fuente de ideas creadoras sino también para resolver los problemas que pueden surgir en cualquier fase de dicho proceso hasta su culminación. Comprende la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo experimental.	Manual de Frascati (2002) OCDE, Propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental.
Investigación Básica	Consiste en trabajos experimentales o teóricos que se emprenden principalmente para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de los fenómenos y hechos observables, sin pensar en darles ninguna aplicación o utilización determinada.	
Investigación Aplicada	Consiste también en trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos; sin embargo, está dirigida fundamentalmente hacia un objetivo práctico específico.	
Desarrollo experimental	El desarrollo experimental consiste en trabajos sistemáticos que aprovechan los conocimientos existentes obtenidos de la investigación y/o la experiencia práctica, y está dirigido a la producción de nuevos materiales, productos o dispositivos; a la puesta en marcha de nuevos procesos, sistemas y servicios, o a la mejora sustancial de los ya existentes.	
Innovación	Es la introducción al mercado de un producto (bien o servicio), proceso, método de comercialización o método organizacional nuevo o significativamente mejorado, por parte de una organización. Observe que sus principales características son que es algo nuevo, único y comercializable.	Manual de Oslo, 2005, OCDE, Tercera edición.
Innovación tecnológica	Innovación que se distingue por una mejora o novedad en las características del desempeño de los productos o servicios, y su aplicabilidad en la práctica dependerá del grado en que dichas características y su grado de novedad sean un factor importante en las ventas de una empresa o industria concerniente. (Manual de Oslo, 2005, OCDE, Tercera edición.)	
Desarrollo tecnológico	Desarrollo Tecnológico. Uso sistemático del conocimiento y la investigación dirigidos hacia la producción de materiales, dispositivos, sistemas o métodos incluyendo el diseño, desarrollo, mejora de prototipos, procesos, productos, servicios o modelos organizativos (LCTI).	
Propiedad intelectual	Conjunto de derechos de carácter exclusivo que otorga el Estado, por tiempo determinado, a las personas físicas o morales que han realizado creaciones intelectuales abarcando las obras contempladas por la Propiedad Industrial, Derechos de Obtentor y el Derecho de Autor.	NMX-GT-001-IMNC-2007
Pruebas	Se refiere a todas las actividades que sean requeridas para validar y demostrar la funcionalidad de los componentes, así como su aplicación.	
Principios básicos	Es aquello que sustenta, respalda y da validez a la idea y traza la línea de investigación.	



Niveles de Maduración Tecnológica para Dispositivos Médicos Lista de Verificación e Información de Soporte

Concepto	Descripción	Referencia
Validación comercial / Quick Look	Poder identificar-validar, a través del contacto con fuentes primarias directas, las secciones del Canvas relacionadas con los segmentos de clientes, mercado y propuesta de valor que agrega la oferta tecnológica. El Quick Look contiene lo siguiente, utilizando como referencia fuentes secundarias como marco referencial, pero principalmente de fuente primarias (de preferencia al menos 100 entrevistas con actores clave de la industria en cuestión) : Descripción de la tecnología, beneficios potenciales, mercados potenciales para la comercialización, interés de los mercados, estado que guarda el desarrollo tecnológico, proceso de protección intelectual, tecnologías que compiten y competidores “análisis de benchmarking”, identificación de barreras de entrada al mercado, recomendaciones, medición del nivel potencial de comercialización, realizar entrevistas con expertos de mercado y de transferencia de tecnología y documentación de entrevistas (Internet, presenciales, telefónicas, grupos de enfoque, etc.).	
Ambiente operativo real	Pruebas y validaciones con usuarios reales y potenciales.	
Historial de l Diseño del Dispositivo Médico	Es una compilación de documentación que describe el historial de diseño de un dispositivo médico terminado. DHF, es parte de la regulación introducida en 1990 cuando el Congreso de EE.UU. aprobó la Ley de Dispositivos Médicos Seguros, que estableció nuevos estándares para dispositivos médicos que pueden causar o contribuir a la muerte, enfermedad grave o lesión de un paciente.	Harnack, Gordon (1999). Mastering and Managing the FDA Maze: Medical Device Overview. American Society for Quality. ISBN 9780873894555. Retrieved January 13, 2017
Works-like model / Modelo funcional / Concepto	Algo que demuestra cómo funciona el dispositivo. Puede que no se vea o se sienta muy bien, pero puede ser utilizado para demostrar la viabilidad técnica básica, evaluar si el cliente estaría interesado en un dispositivo que funciona de esta nueva manera, o recopilar comentarios sobre lo que les gusta y lo que no le gusta sobre los aspectos funcionales de la solución. La mayor parte de la creación de prototipos a menudo se realiza utilizando modelos similares a los trabajos. Estos prototipos pueden aplicarse a conceptos mecánicos, programas de software, aplicaciones o la mayoría de otros tipos de conceptos que tienen una función específica que necesita ser probada.	Yock, Paul G.; Zenios, Stefanos; Makower, Joshua; Brinton, Todd J.; Kumar, Uday N.; Watkins, F. T. Jay; Denend, Lyn; Krummel, Thomas M.; Kurihara, Christine. Biodesign: The Process of Innovating Medical Technologies (Página409). Cambridge University Press. Edición de Kindle.
Feels-like model / Prototipos alfa	Algo hecho del material final o un material sustituto para demostrar ergonomía, agarre, peso, tamaño, y otros factores tácticos (por ejemplo, herramientas quirúrgicas). Las técnicas de impresión tridimensionales (3D) y otras técnicas de prototipado rápido pueden utilizarse para crear modelos funcionales, en particular para representar los elementos físicamente estructurados y sólidos de un concepto. Estos modelos pueden servir como una entrada importante en consideraciones de factores humanos. Por esta razón, a menudo se utilizan en las primeras etapas del desarrollo de las tecnologías, ya que pueden ser útiles en la recopilación de comentarios sobre la experiencia del usuario en lo que se refiere a la forma o diseño.	Yock, Paul G.; Zenios, Stefanos; Makower, Joshua; Brinton, Todd J.; Kumar, Uday N.; Watkins, F. T. Jay; Denend, Lyn; Krummel, Thomas M.; Kurihara, Christine. Biodesign: The Process of Innovating Medical Technologies (Página409). Cambridge University Press. Edición de Kindle.



Niveles de Maduración Tecnológica para Dispositivos Médicos Lista de Verificación e Información de Soporte

Concepto	Descripción	Referencia
Is-like model / Prototipos Beta	Un prototipo que realiza la función deseada y funciona según lo previsto. Un modelo "Is-like" puede no parecerse a la forma final, pero podría utilizarse clínicamente. Dependiendo de la naturaleza del dispositivo y de los requisitos regulatorios, estos modelos podrían utilizarse en pruebas animales o posiblemente en las primeras pruebas en seres humanos. A menudo se utilizan para la transición del diseño a pruebas y fabricación en humanos. En el caso de las soluciones de software, un modelo semejante puede representar versiones alfa o beta del software en el que el código es funcional, pero todavía se está sometiendo a pruebas internas y / o externas y aún no está listo para la versión general. Estos modelos también son muy útiles para recopilar la retroalimentación de la experiencia del usuario.	Yock, Paul G.; Zenios, Stefanos; Makower, Joshua; Brinton, Todd J.; Kumar, Uday N.; Watkins, F. T. Jay; Denend, Lyn; Krummel, Thomas M.; Kurihara, Christine. <i>Biodesign: The Process of Innovating Medical Technologies</i> (Página 409 y 410). Cambridge University Press. Edición de Kindle.
Looks-like model / Unidades de producción	Dispositivo ya se verá en términos de su forma, color, tamaño y/o embalaje. Aunque esto es importante más cerca del final del desarrollo cuando se hacen comentarios de los usuarios y las decisiones de marketing, un modelo de apariencia bruta puede ser útil antes para ayudar a comunicar a otros lo que los innovadores están tratando de lograr.	Yock, Paul G.; Zenios, Stefanos; Makower, Joshua; Brinton, Todd J.; Kumar, Uday N.; Watkins, F. T. Jay; Denend, Lyn; Krummel, Thomas M.; Kurihara, Christine. <i>Biodesign: The Process of Innovating Medical Technologies</i> (Página 410). Cambridge University Press. Edición de Kindle.
Looks-like/ is like model / Unidades de producción	Este tipo de modelo funciona como y se parece al dispositivo final. Este paso puede ser llevado a cabo por la fabricación como el modelo similar al tipo se modifica para incorporar los elementos de aspecto similar durante el proceso de transferencia de tecnología desde el diseño hasta la fabricación.	Yock, Paul G.; Zenios, Stefanos; Makower, Joshua; Brinton, Todd J.; Kumar, Uday N.; Watkins, F. T. Jay; Denend, Lyn; Krummel, Thomas M.; Kurihara, Christine. <i>Biodesign: The Process of Innovating Medical Technologies</i> (Página 410). Cambridge University Press. Edición de Kindle.
Sistema de Gestión de Calidad	Establecimiento de políticas y objetivos, así como los procesos para lograr dichos objetivos, a través de planeación, aseguramiento, control y mejora de la calidad.	International Organization for Standardization. ISO 9001:2015 [Documento] Geneva; 2014. p. 3. Instituto Mexicano para la Competitividad A.C. Guía práctica de compras públicas . [En Internet]. [citado 2015 12 12]. Disponible en: http://imco.org.mx/wp-content/uploads/2013/7/Guia_de_compras_publicas_011012.pdf
Tecnovigilancia	Conjunto de actividades que tienen por objeto la identificación y evaluación de incidentes adversos producidos por los dispositivos médicos en uso, así como la identificación de los factores de riesgo asociados a éstos, con base en el registro y evaluación sistemática de las notificaciones de incidentes adversos, con el fin de determinar la frecuencia, gravedad e incidencia.	Norma Oficial Mexicana NOM-241-SSA2-2012, Buenas prácticas de fabricación de dispositivos médicos; Diario Oficial de la Federación; (11-10-2012).

Este documento es posible gracias a la colaboración de:

