



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS BÁSICAS Y APLICADAS  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

ELABORACIÓN DE UN PAQUETE TECNOLÓGICO  
PARA EL SISTEMA DE ANÁLISIS DE VIBRACIONES  
MECÁNICAS (SAV).

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE:  
MAESTRÍA EN COMERCIALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS  
INNOVADORES

DULCE KARIME BARAJAS MARTÍNEZ

DIRECTORES: DR. GUSTAVO URQUIZA BELTRÁN  
DR. MANUEL SALDAÑA MALDONADO

NOMBRE DE LOS SINODALES:

DRA. ANA CECILIA RODRÍGUEZ GONZÁLEZ  
DR. MIGUEL ÁNGEL BASURTO PENSADO  
DR. JUAN CARLOS GARCÍA CASTREJÓN

CUERNAVACA, MORELOS

FEBRERO 2019

## **AGRADECIMIENTOS:**

Agradezco a la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), al Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas (IICBA), específicamente al Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (CIICAp) por creer en el camino de la innovación para lograr un impacto significativo a través de sus estudiantes y para la sociedad.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada y la oportunidad de realizar una estancia en el extranjero.

Agradezco especialmente a mis asesores de tesis el Dr. Gustavo Urquiza Beltrán y el Dr. Manuel Saldaña Maldonado, por la asesoría, confianza y el apoyo que brindado. A mi comité tutorial conformado por la Dra. Ana Cecilia Rodríguez, el Dr. Miguel Ángel Basurto Pensado y el Dr. Juan Carlos García Castrejón, por sus observaciones y enseñanzas para la mejora del trabajo realizado.

Agradezco al Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat) en Madrid, España, especialmente a la Dra. Helena Cabal Cuesta por su asesoría, calidez y gran apoyo brindado durante el desarrollo de la estancia académica, al Dr. Antonio Rodríguez Martínez por la confianza otorgada.

A la Oficina de Transferencia de Conocimiento OTC de la UAEM, especialmente a la Mtra. Ingrid Nájera Robledo y al Mtro. Sergio del Valle Méndez por compartir su conocimiento y tiempo, por ser una base fundamental para el desarrollo de la presente.

Agradezco a Dios, a mi familia, a mis amigos, y a todas las personas que me acompañaron durante el desarrollo de la maestría, por ser parte importante de mi vida.

**DEDICATORIA:**

A mi mamá Dulce María, a mi abuelita Teresa.

A Aldo, por ser mi apoyo y alegría.

A mi papá, Eduardo Barajas.

## ÍNDICE

<b>CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	<b>1</b>
<b>1.3 OBJETIVO GENERAL:</b> .....	<b>4</b>
<b>1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b> .....	<b>4</b>
<b>1.5 DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO</b> .....	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>11</b>
<b>2.1 PAQUETE TECNOLÓGICO</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2 NIVEL DE MADURACIÓN TECNOLÓGICA</b> .....	<b>12</b>
<b>2.3 HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS ESTRATÉGICO</b> .....	<b>14</b>
<b>2.3.1 Matriz FODA</b> .....	<b>14</b>
<b>2.3.2 Modelo de negocios Canvas</b> .....	<b>14</b>
<b>2.4 VIGILANCIA TECNOLÓGICA</b> .....	<b>16</b>
<b>2.5 SEGMENTACIÓN DE MERCADO</b> .....	<b>18</b>
<b>2.6 ANÁLISIS DE LA DEMANDA</b> .....	<b>20</b>
<b>2.7 ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA</b> .....	<b>22</b>
<b>2.8 FIJACIÓN DE PRECIO DEL PRODUCTO EN EL MERCADO</b> .....	<b>23</b>
<b>2.8.1 Fijación de precios basada en el costo</b> .....	<b>24</b>
<b>2.8.2 Fijación de precios con base en la competencia</b> .....	<b>24</b>
<b>2.9 PROPIEDAD INTELECTUAL</b> .....	<b>25</b>
<b>CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA</b> .....	<b>30</b>
<b>3.1 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE MADURACIÓN TECNOLÓGICA</b> ....	<b>30</b>
<b>3.2 DESARROLLO DE HERRAMIENTAS DE PLANEACIÓN ESTRATÉGICA</b> .....	<b>32</b>
<b>3.2.1 Herramienta de análisis FODA</b> .....	<b>32</b>
<b>3.2.2 Modelo de negocios CANVAS</b> .....	<b>32</b>
<b>3.3 DESARROLLO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA</b> .....	<b>33</b>
<b>3.4 DESARROLLO DE HERRAMIENTAS DE ESTRUCTURA DE MERCADO</b> .....	<b>36</b>
<b>3.4.1 Segmentación de mercado</b> .....	<b>36</b>
<b>3.4.2 Análisis de la demanda</b> .....	<b>37</b>
<b>3.4.3 Análisis de la competencia</b> .....	<b>37</b>
<b>3.5 INTEGRACIÓN DE ASPECTOS LEGALES</b> .....	<b>39</b>
<b>CAPÍTULO 4. RESULTADOS</b> .....	<b>40</b>
<b>4.1 NIVEL DE MADURACIÓN TECNOLÓGICA</b> .....	<b>40</b>
<b>4.2 HERRAMIENTAS DE PLANEACIÓN ESTRATÉGICA</b> .....	<b>42</b>
<b>4.2.1 Matriz FODA</b> .....	<b>42</b>
<b>4.2.2 Modelo de negocios CANVAS</b> .....	<b>44</b>

<b>4.3 RESULTADOS DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA.....</b>	<b>49</b>
<b>4.3.1. Resultados obtenidos con el buscador especializado.....</b>	<b>51</b>
<b>4.3.2. Artículos relacionados con el área.....</b>	<b>53</b>
<b>4.4.1 Segmentación de mercado.....</b>	<b>54</b>
<b>4.4.2 Análisis de la demanda .....</b>	<b>56</b>
<b>4.4.3 Análisis de la competencia .....</b>	<b>66</b>
<b>4.4.3.1 Análisis comparativo.....</b>	<b>71</b>
<b>4.4.4 Fijación del precio del producto en el mercado.....</b>	<b>80</b>
<b>4.4.4.1. Fijación de precio basada en costos: .....</b>	<b>80</b>
<b>4.4.4.2. Fijación de precio basado en la competencia.....</b>	<b>85</b>
<b>4.5 Integración de aspectos legales .....</b>	<b>86</b>
<b>4.5.1 Propiedad Intelectual.....</b>	<b>86</b>
<b>4.5.1.1 Procedimiento para el registro del SAV ante el INDAUTOR..</b>	<b>87</b>
<b>4.5.2 Marco legal aplicable .....</b>	<b>88</b>
<b>CAPITULO 5.....</b>	<b>93</b>
<b>5.1 CONCLUSIONES.....</b>	<b>93</b>
<b>5.2 RECOMENDACIONES.....</b>	<b>96</b>
<b>REFERENCIAS: .....</b>	<b>98</b>
<b>APENDICE A .....</b>	<b>103</b>
<b>APENDICE B .....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXO A .....</b>	<b>108</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 2.1.</b> Niveles de maduración tecnológica.....	13
<b>Tabla 3.1.</b> Clasificación Internacional de Patentes para el SAV.....	34
<b>Tabla 3.2.</b> Clasificación Internacional de Patentes para el SAV. ....	35
<b>Tabla 4.1.</b> Establecimientos económicos.....	58
<b>Tabla 4.2.</b> Número de Universidades con carreras relacionadas al área.....	61
<b>Tabla 4.3.</b> Comparativo entre sistemas de análisis de vibraciones mecánicas. .....	72
<b>Tabla 4.4.</b> Costos Variables Unitarios.....	80
<b>Tabla 4.5.</b> Costos fijos. ....	80
<b>Tabla 4.6.</b> Precio calculado con base en los costos fijos y variables.....	81
<b>Tabla 4.7.</b> Componentes de Hardware y software para el cálculo del precio. .....	82
<b>Tabla 4.8.</b> Punto de equilibrio para el SAV. ....	83
<b>Tabla 4.9.</b> Punto de equilibrio y utilidad. ....	84
<b>Tabla 4.10.</b> Tabla comparativa de precios. ....	85
<b>Tabla 4.11.</b> Normas sobre instrumentación y sistemas de medida.....	88
<b>Tabla 4.12.</b> Requerimientos para el personal de análisis de vibraciones. ....	89
<b>Tabla 4.13.</b> Normas relacionadas con el monitoreo de la condición. ....	90
<b>Tabla 4.14.</b> Normas relacionadas al balanceo de maquinaria. ....	91
<b>Tabla 4.15.</b> NOM-024-STPS-2001.....	92

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.1.</b> Gráfico de forma de onda.....	5
<b>Figura 1.2.</b> Gráfico de forma de órbita.....	6
<b>Figura 1.3.</b> Gráfico de espectro de Fourier.....	7
<b>Figura 1.4.</b> Gráfico Polar. ....	8
<b>Figura 2.1.</b> Pasos generales de la vigilancia tecnológica.....	16
<b>Figura 2.2.</b> Diagrama de fuentes de información.....	20
<b>Figura 2.3.</b> Estructura de la Propiedad Intelectual.....	25
<b>Figura 3.1.</b> Desarrollo del paquete tecnológico para el SAV.....	30
<b>Figura 4.1.</b> Niveles de maduración tecnológica.....	40
<b>Figura 4.2.</b> Principales países desarrolladores de tecnología en el área. ....	51
<b>Figura 4.3.</b> Principales empresas desarrolladoras de tecnología. ....	52
<b>Figura 4.4.</b> Generación de conocimiento.....	52
<b>Figura 4.5.</b> Infraestructura de generación de energía eléctrica en México. .	58
<b>Figura 4.6.</b> Capacidad instalada por tipo de tecnología.....	59
<b>Figura 4.7.</b> Entidades federativas con mayor número de universidades en México.....	60
<b>Figura 4.8.</b> Universidades públicas y privadas en México.....	61
<b>Figura 4.9.</b> Empresas que realizan programas de mantenimiento predictivo. ....	62
<b>Figura 4.10.</b> Empresas que realizan.....	63
<b>Figura 4.11.</b> Número de gráficas que realizan cada uno de los sistemas estudiados.....	76
<b>Figura 4.12.</b> Diagrama del punto de equilibrio.....	84

# **CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN**

---

## **1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

La innovación representa una fuente importante de crecimiento económico al ser la clave determinante de ventajas competitivas para muchas organizaciones [1]. Siendo la novedad y el cambio factores determinantes para el desarrollo económico y social.

Para lograr un impacto benéfico en el desarrollo económico de México, tanto a nivel regional como nacional, es necesario impulsar la innovación, la cual se define como la transformación de una idea en un producto nuevo o mejorado que es introducido al mercado e involucra el desarrollo y la planeación estratégica de actividades tales como la protección y la comercialización de conocimientos innovadores [2]. Las actividades científicas, tecnológicas, organizacionales, financieras, estratégicas y comerciales, se integran a través de un paquete tecnológico, el cual es una herramienta fundamental para el conocimiento, desarrollo y comercialización de una tecnología novedosa que otorgue una solución a una necesidad real.

Cómo parte de la investigación realizada en el Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (CIICAp), el cual pertenece a la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), investigadores especializados en el área de ingeniería mecánica han desarrollado el “Sistema para el Análisis de Vibraciones Mecánicas” (SAV). El cual requiere de la elaboración e integración de las herramientas estratégicas y comerciales necesarias para uniformar el desarrollo técnico y comercial del SAV, primer paso para incrementar el nivel de maduración tecnológica del sistema, lo cual permitirá llevar al SAV a una etapa posterior de comercialización.



## 1.2 JUSTIFICACIÓN

A través de la aplicación de técnicas como el análisis de vibraciones, es posible determinar las condiciones de operación de elementos de máquinas, cuerpos en rotación o sistemas mecánicos, ya que si la vibración es severa puede ocasionar problemas de desalineamiento, doblado de elementos o llegar a la ruptura, generando pérdidas económicas e incluso accidentes laborales.

El análisis de vibraciones requiere de equipos con la capacidad de adquirir los datos de vibración y analizarlos utilizando herramientas matemáticas, para emitir un diagnóstico dirigido a la toma de decisiones que puedan garantizar que el movimiento no causará ninguna falla.

Mediante la implementación de acciones oportunas de mantenimiento, es posible asegurar el adecuado funcionamiento de los sistemas mecánicos y maquinaria indispensable para la producción, el cumplimiento de programas de calidad y para garantizar la seguridad del personal laboral principalmente de la industria relacionada con el petróleo y el gas, la generación de energía eléctrica, la industria química, automotriz, en general la industria que cuente con equipos rotatorios y requieran identificar las condiciones reales de operación y confiabilidad de sus equipos.

Derivado de los elevados costos que representa la adquisición de los equipos comerciales de análisis de vibraciones, así como de la hermeticidad de sus funciones, se ha desarrollado en el CIICAp, el Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas (SAV), como una posible opción para el monitoreo, herramienta de apoyo al balanceo y obtención de los resultados requeridos para elaborar el diagnóstico de la condición de equipos rotativos.

El Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas, al ser un desarrollo tecnológico, es necesario definir su nivel de maduración tecnológica TRL (*Technology Readiness Levels*) concepto desarrollado por la NASA y generalizado para su aplicación en cualquier proyecto.

Una vez teniendo conocimiento del nivel de maduración tecnológica del SAV es posible definir los elementos estratégicos que serán necesarios para su escalamiento. El presente trabajo se enfoca en el desarrollo e integración de los elementos comerciales requeridos uniformar el desarrollo técnico y comercial del SAV, estableciendo la bases para incrementar su nivel de maduración tecnológica, a través de la estructuración de un paquete tecnológico, el cual lo define el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) como la “Integración del conjunto de elementos necesarios para que desarrollos científicos y/o tecnológicos probados y validados a nivel laboratorio o planta piloto, puedan ser licenciados, comercializados o transferidos a través de una estrategia comercial, legal y tecnológica, que facilite su explotación comercial y/o asimilación hacia el sector o sectores usuarios” [3], la estructuración del paquete tecnológico del SAV será una herramienta clave que fungirá de base para el fortalecimiento y desarrollo de la competitividad tecnológica y comercial del sistema, facilitando la implementación de actividades que impulsen su introducción en el mercado en etapas posteriores.

### **1.3 OBJETIVO GENERAL:**

Elaborar un paquete tecnológico para el Sistema de Análisis de Vibraciones Mecánicas (SAV).

### **1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

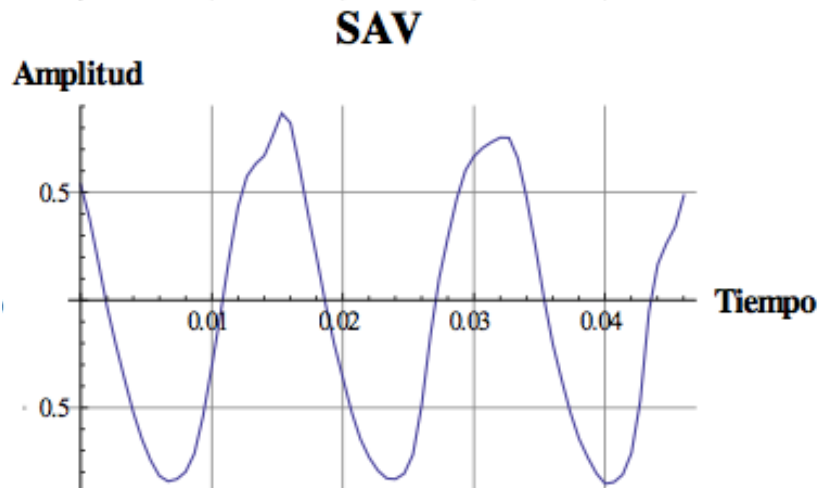
- Identificar el nivel de maduración tecnológica del Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas.
- Elaborar un estudio de vigilancia tecnológica.
- Elaborar modelo de negocios Canvas.
- Realizar la segmentación de mercado, el análisis de la demanda y de la competencia.
- Realizar la búsqueda e identificación del marco legal aplicable.
- Identificar la figura de Propiedad Intelectual adecuada.
- Realizar la fijación del precio del SAV en el mercado.

## 1.5 DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO.

El Sistema para el Análisis de Vibraciones Mecánicas (SAV), ha sido desarrollado por investigadores del CIICAp debido a la necesidad de contar con un sistema integrado que permita realizar el análisis de las vibraciones mecánicas de un elemento o de toda una máquina, mediante dicho sistema es posible visualizar de forma gráfica el comportamiento de sistemas rotatorios mientras se encuentran operando. Las gráficas que el SAV presenta al usuario se describen a continuación:

- **Gráfica en forma de onda:**

Es la representación gráfica fundamental para el análisis de vibraciones mecánicas, la gráfica en forma de onda, es la base principal de las señales vibratorias en el dominio del tiempo, relaciona la amplitud de onda y el tiempo, permitiendo identificar el comportamiento de eventos cortos transitorios, como la presencia de componentes de frecuencia múltiple, la figura 1.1 muestra una gráfica de forma de onda obtenida con el Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas SAV.

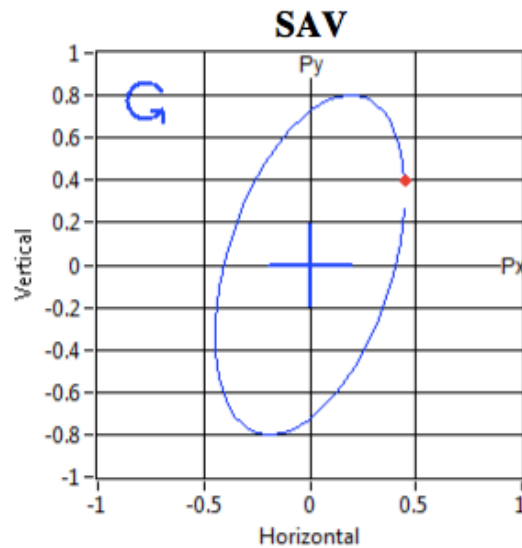


**Figura 1.1.** Gráfico de forma de onda.

- **Gráfica de forma de órbita:**

Una órbita representa el movimiento dinámico del centro de rotación de un eje, y genera una imagen de dos dimensiones del movimiento del centro del eje [4].

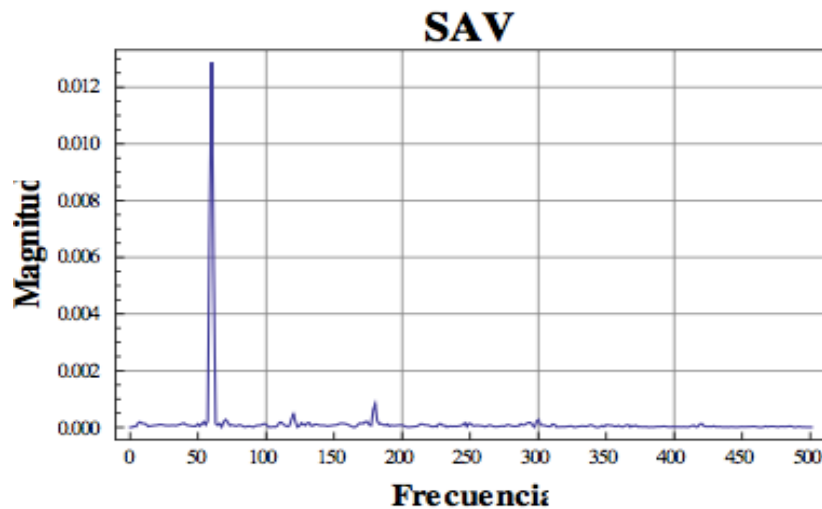
La gráfica en forma de órbita permite visualizar el movimiento real de un componente de una máquina y mediante su adecuada interpretación es posible realizar el diagnóstico para revelar el inicio y la localización de posibles fallas mecánicas, en la figura 1.2. se presenta una gráfica de forma de órbita obtenida con el SAV.



**Figura 1.2.** Gráfico de forma de órbita.

- **Espectro de Fourier:**

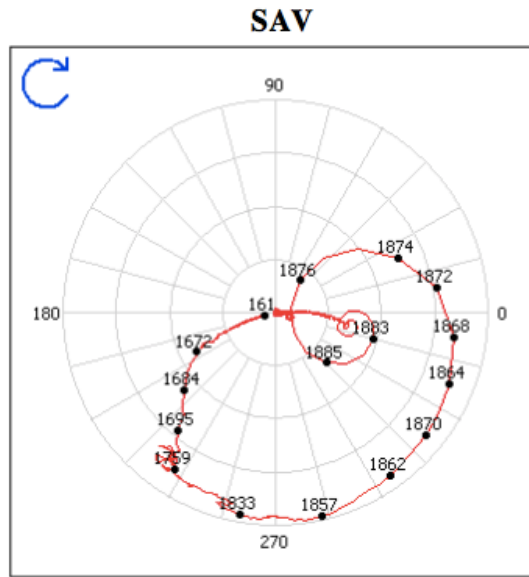
El procesamiento de señales mediante el algoritmo de la transformada rápida de Fourier (FFT), tiene gran variedad de aplicaciones, entre ellas, el análisis espectral de la vibración [5]. Un espectro es un gráfico dónde se representa la señal de vibración de un sistema mediante dos parámetros principales, la frecuencia y la amplitud, siendo una parte importante en el diagnóstico de una máquina, para la identificación de frecuencias de velocidad de arranque, frecuencias de engranaje, así como frecuencia del defecto de alguna parte de un sistema, entre otras. En la figura 1.3. se presenta un gráfico del espectro de Fourier obtenido a través del SAV.



**Figura 1.3.** Gráfico de espectro de Fourier.

- **Gráfica polar:**

La gráfica polar es utilizada para realizar el balanceo del sistema, ya que representa un vector de vibración, el cual es definido con el cambio de velocidad de la máquina. Es de importancia tener conocimiento de la clase de comportamiento de los vectores de vibración, debido a que si existe un cambio significativo de algún vector, se puede ocasionar un desbalance forzado en el sistema. La figura 1.4 muestra la gráfica polar obtenida a través del SAV.



**Figura 1.4.** Gráfico Polar.

El Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas fue desarrollado a partir de un software de programación denominado "labview", el cual cuenta con módulos de programación para aplicaciones como procesamiento de señales, vibraciones, diseño de control y simulación.

A través del uso de labview fue posible la construcción de un código que consiste en la adquisición de señal de una fuente de voltaje mediante tarjetas de adquisición de datos (DAQ), las cuales trabajan en conjunto con sensores de proximidad (proxímetro), de velocidad (velómetro) y de aceleración (acelerómetro). Una vez obtenida la señal de voltaje, esta se muestra en forma gráfica y se extraen componentes que construyen la señal (amplitud, frecuencia y fase), a la vez que se muestran los gráficos de forma de onda. Posteriormente la señal pasa por un proceso donde es analizada con la función de la transformada de Fourier la cual presenta como resultado una gráfica de espectro, con el objetivo de observar el comportamiento de un sistema en función. Por su parte la gráfica de orbita es construida a partir de dos señales de forma de onda, finalmente cada uno de los procesos realizados se integraron para contar con un solo software.

Dentro del software existen dos actividades a realizar; monitoreo y balanceo, para el caso del monitoreo, se integran y utilizan los procesos anteriormente descritos (forma de onda, espectro y órbitas), por su parte para el balanceo fue integrado un módulo de gráficas polares, para lo cual fue utilizado un programa desarrollado por labview, dicho programa calcula la magnitud de vectores y su respectivo ángulo conforme se incrementan las revoluciones por minuto (RPM) y da como resultado gráficas en forma polar.



Con base en las pruebas realizadas por investigadores del CIICAp en el laboratorio de vibraciones mecánicas, se ha demostrado que el sistema cuenta con un grado aceptable de exactitud, pudiéndose colocar al nivel de calidad de software comerciales, cómo los programas y equipos Compass, Phazer y vibraturb, con los cuales fue comparado a nivel laboratorio en pruebas de mediciones para formas de onda, espectro, órbita y gráficas polares, evaluando parámetros en cada grafico como: la amplitud de la onda, magnitud o amplitud del espectro, frecuencias en el espectro y del sistema.

En el caso de las gráficas polares fue evaluada la amplitud del desbalance, el ángulo del vector de desbalance y velocidad critica, los cuales son valores significativos y necesarios cuando realiza un análisis real de cualquier maquina rotatoria. El SAV es un sistema que puede ser adaptado a las condiciones requeridas por el usuario, siendo una herramienta evaluada a nivel laboratorio para el análisis y diagnóstico de un sistema en vibración.

## **CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO**

---

### **2.1 PAQUETE TECNOLÓGICO**

La innovación tecnológica es un proceso que consiste en conjugar oportunidades técnicas con necesidades, integrando un paquete tecnológico que tiene por objetivo introducir o modificar productos o procesos en el sector productivo o social con su consecuente comercialización [6].

Actualmente la información disponible en México referente a la definición y estructuración de un paquete tecnológico es escasa. Algunas instituciones especializadas en innovación y tecnología, han desarrollado definiciones propias para dicho concepto, las principales se presentan a continuación:

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) lo define como la “Integración del conjunto de elementos necesarios para que desarrollos científicos y/o tecnológicos probados y validados a nivel laboratorio o planta piloto, puedan ser licenciados, comercializados o transferidos a través de una estrategia comercial, legal y tecnológica, que facilite su explotación comercial y/o asimilación hacia el sector o sectores usuarios” [7].

“Un paquete tecnológico es un conjunto de documentos, derechos de propiedad, actividades, soluciones de gestión y modelos necesarios para lograr que una tecnología, se transforme en un producto comercializable o transferible a empresas con capacidad de absorber la tecnología, aprovecharla, integrarla y detonar ventajas competitivas respecto a los competidores y mercados existentes” [8].

La Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), a través de su Oficina de Transferencia del Conocimiento define los paquetes tecnológicos como “un conjunto integrado y documentado de conocimientos y saberes tecnológicos, técnicas, métodos, herramientas e información específica sobre desarrollos tecnológicos que, una vez transferidos o licenciados, serán utilizados por el personal de la empresa receptora para su asimilación, adaptación, instalación, puesta en marcha, utilización y mantenimiento” [9].

Considerando al paquete tecnológico como un elemento esencial para la innovación y la unidad de evaluación de un desarrollo tecnológico para una posible etapa comercial.

El paquete tecnológico integra dentro de su estructura, conocimientos y elementos que impulsan la inserción del desarrollo tecnológico al mercado, tales como herramientas de análisis estratégico, vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, propiedad intelectual, normas y procedimientos aplicables a la tecnología, análisis de mercado, estrategias de fijación de precios, entre otros.

## **2.2 NIVEL DE MADURACIÓN TECNOLÓGICA**

El nivel de maduración tecnológica (TRL, por sus siglas en inglés), es un concepto creado por la NASA, que ha sido generalizado para aplicarse en cualquier proyecto, desde su idea original hasta su despliegue. En concreto, un TRL es una forma aceptada de medir el grado de madurez de una tecnología, por lo tanto, si se cuenta con una tecnología específica y con información del TRL, podremos conocer su nivel de madurez tecnológica [10].

Actualmente se consideran nueve niveles que abarcan desde los principios básicos de investigación del desarrollo tecnológico hasta el escalamiento del mismo a un nivel comercial, dichos niveles se presentan en la tabla 2.1.

**Tabla 2.1.** Niveles de maduración tecnológica.

Nivel	Elementos clave
Desarrollo de la invención	1 <b>Investigación básica. Principios básicos observados y reportados.</b> Artículos científicos publicados sobre los principios de la nueva tecnología.
	2 <b>Investigación de Laboratorio. Concepto tecnológico y/o aplicación tecnológica formulada. Investigación aplicada.</b> Publicaciones o referencias que subrayan las aplicaciones de la nueva tecnología. Inicio de la invención.
Validación de concepto	3 <b>Investigación de Laboratorio. Prueba experimental de concepto.</b> Primera evaluación de la factibilidad de un concepto y su tecnología.
	4 <b>Desarrollo Tecnológico. Validación tecnológica a nivel laboratorio.</b> Validación de un prototipo inicial con componentes integrados en laboratorio con baja confiabilidad de comportamiento.
Desarrollo de prototipo	5 <b>Desarrollo Tecnológico. Tecnología validada en laboratorio, pero en condiciones de un entorno relevante</b> (condiciones que simulan condiciones existentes en un entorno real). La integración de los componentes empieza a ser de alta confiabilidad.
Producción piloto y demostración	6 <b>Demostración tecnológica. Tecnología demostrada en un ambiente relevante</b> (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.
	7 <b>Desarrollo de Producto. Demostración de prototipo a nivel sistema en un ambiente operativo real (sistema real).</b> Producción a baja escala para demostración en ambiente operativo real. Producción a baja escala para demostración en ambiente operativo real.
Introducción inicial al mercado	8 <b>Desarrollo de Producto. Sistema completo y evaluado. Manufacturabilidad probada y validada para ambiente real.</b> Sistema completo y certificado. Producto o servicio comercializable.
Expansión de mercado	9 <b>Producto terminado. Pruebas con éxito en entorno real. Despliegue.</b> Tecnología disponible en el mercado. Aplicación comercial.

**Fuente:** Modelo de Niveles de Maduración Tecnológica de la NASA y complementado con conceptos del Modelo Nacional de Gestión de Tecnología (NMX-GT-004-IMNC-2012).

## **2.3 HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS ESTRATÉGICO.**

Permiten la identificación de los recursos necesarios con el objetivo de mantener o liderar un sector, así como evaluar el potencial de rentabilidad, en función de las variables del entorno [11].

### **2.3.1 Matriz FODA**

Hace referencia a Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas, dicha matriz tiene como objetivo la identificación y análisis de los factores tanto internos como externos de un desarrollo tecnológico o una organización para realizar una estrategia que permita enfocar actividades y acciones hacia las oportunidades que se puedan aprovechar dentro del entorno interno y externo, tomar medidas frente a las amenazas, guiarse por las fortalezas y reducir el impacto que tienen las debilidades. El análisis de los factores mencionados permitirá definir con claridad las actividades y las metas necesarias que se establecerán para alcanzar los objetivos planteados.

### **2.3.2 Modelo de negocios Canvas**

Un modelo de negocio desarrolla las bases sobre las cuales una empresa puede crear, proporcionar y captar valor. La mejor forma de describir un modelo de negocio es dividirlo en nueve módulos que abarcan cuatro áreas principales: clientes, oferta, infraestructura y viabilidad económica de un proyecto [12].

A continuación, se presenta una breve descripción de los nueve módulos que conforman el modelo de negocios Canvas:

1.- Segmentos de mercado: define los grupos de personas u organizaciones que la empresa desea alcanzar y atender. Es posible definir uno o más segmentos de mercado, ya sean grandes o pequeños.

2.- Propuesta de valor: describe los productos y/o servicios que crean valor para un segmento de clientes específico.

3.- Canales: describen la forma en que una compañía llega a su segmento de clientes para entregar su propuesta de valor.

4.- Relación con el cliente: describe los tipos de relaciones que una organización establece con un segmento específico de clientes.

5.- Flujo de ingresos: es generado cuando los clientes adquieren las propuestas de valor.

6.- Recursos clave: describen los elementos de mayor importancia requeridos para que el modelo de negocios funcione adecuadamente.

7.- Actividades clave: describen las acciones más importantes para que un modelo de negocios funcione.

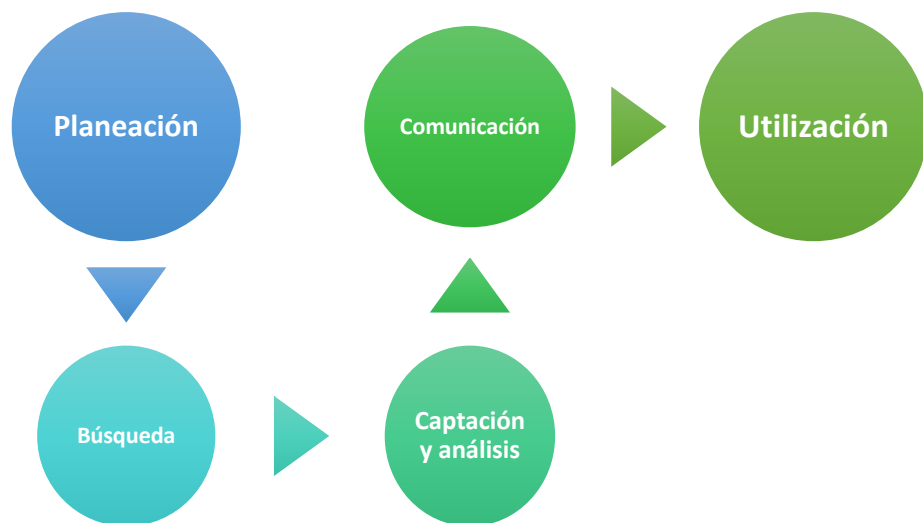
8.- Asociaciones clave: alianzas más importantes que se requieren para que el modelo de negocios funcione.

9.- Estructura de costos: hace referencia a los costos que se deben incurrir para operar el modelo de negocio.

## 2.4 VIGILANCIA TECNOLÓGICA

“La vigilancia tecnológica es una herramienta esencial para detectar oportunidades de innovación tecnológica y nuevas ideas que faciliten una mejora de procesos, productos y servicios” [13]. Siendo posible definirla como “un proceso organizado, selectivo y sistemático, para captar información del exterior y de la propia organización sobre ciencia y tecnología, seleccionarla, analizarla, difundirla y comunicarla, para convertirla en conocimiento con el fin de tomar decisiones de menor riesgo y poder anticiparse a los cambios” [14]. Durante el proceso de vigilancia tecnológica es fundamental el conocimiento del entorno, el estado científico y tecnológico de los temas de interés, la identificación de la normatividad, las tendencias en productos y procesos, noticias tecnológicas entre otros [15].

Para realizar e implementar una vigilancia tecnológica se requiere del establecimiento de un proceso que se encuentra basado en la planeación, observación, captación, análisis y comunicación; y existe un último componente que es la utilización de la información para la toma de decisiones [16].



**Figura 2.1.** Pasos generales de la vigilancia tecnológica.

Durante el proceso de planeación es importante delimitar el tema con base en la necesidad de información, estableciendo factores críticos de vigilancia, haciendo referencia a las palabras clave mediante las cuales es posible estructurar ecuaciones de búsqueda, así mismo se debe delimitar el periodo de tiempo, área geográfica y especificar los idiomas en los que se llevará a cabo la búsqueda.

En el proceso de búsqueda, se seleccionan las fuentes de información con base en diversos criterios como la relevancia para el tema, la naturaleza de los contenidos, el nivel de especialización, la accesibilidad, así como la actualización de contenidos, entre otros. Se deben considerar los recursos disponibles y realizar la estructuración de actividades de búsqueda.

Para la fase de captación y análisis, es importante realizar una clasificación inicial de los resultados, así mismo ser objetivo al momento de realizar el análisis de la información, enfocándose en los factores críticos de vigilancia los cuales se encuentran relacionados con la necesidad de información.

Una vez concluida la fase de captación y análisis, se debe determinar la relevancia de la información obtenida, para poder realizar la difusión de los resultados de vigilancia tecnológica, la cual se realiza generalmente a través de un informe estructurado que será una herramienta clave para la toma de decisiones.



## 2.5 SEGMENTACIÓN DE MERCADO

De acuerdo con Philip Kotler (2007) “A través de la segmentación del mercado, se dividen mercados grandes y heterogéneos en segmentos más pequeños, para intentar llegar a ellos de manera más eficiente y efectiva con bienes y servicios que se ajusten mejor a sus necesidades” [17].

La división del mercado se realiza en segmentos de clientes con características similares para posteriormente seleccionar aquellos grupos cuyas necesidades serán atendidas, a dichos grupos se les denomina mercado meta.

Para introducir y posicionar el producto o servicio dentro del mercado meta, es necesario contar con ventajas respecto a la competencia, por lo cual es importante establecer relaciones de utilidad con los consumidores meta y comprender sus necesidades para ofrecer la propuesta de valor adecuada.

La segmentación de mercado tiene como objetivo la formación de grupos homogéneos de clientes, para determinar dichos grupos se utilizan diversos criterios, los cuales se dividen en dos categorías:

- Criterios generales: independientes del producto o servicio considerado, así como del comportamiento de compra, ejemplo de dichos criterios se encuentran: criterios demográficos, geográficos y socioeconómicos.
- Criterios específicos: son relativos al fenómeno de estudio, están relacionados con el producto o proceso de compra, algunos ejemplos son: fidelidad hacia las marcas, motivos de compra, ventajas y el uso del producto, así como la forma y el lugar de compra [18].

En el caso de los mercados industriales se realiza la segmentación de manera geográfica (industria, tamaño de empresa), o por los beneficios que buscan (el nivel de usuario, la frecuencia de uso y el nivel de lealtad) [19]. También es posible utilizar variables adicionales como las características de operación de los clientes, métodos de compra y características específicas.

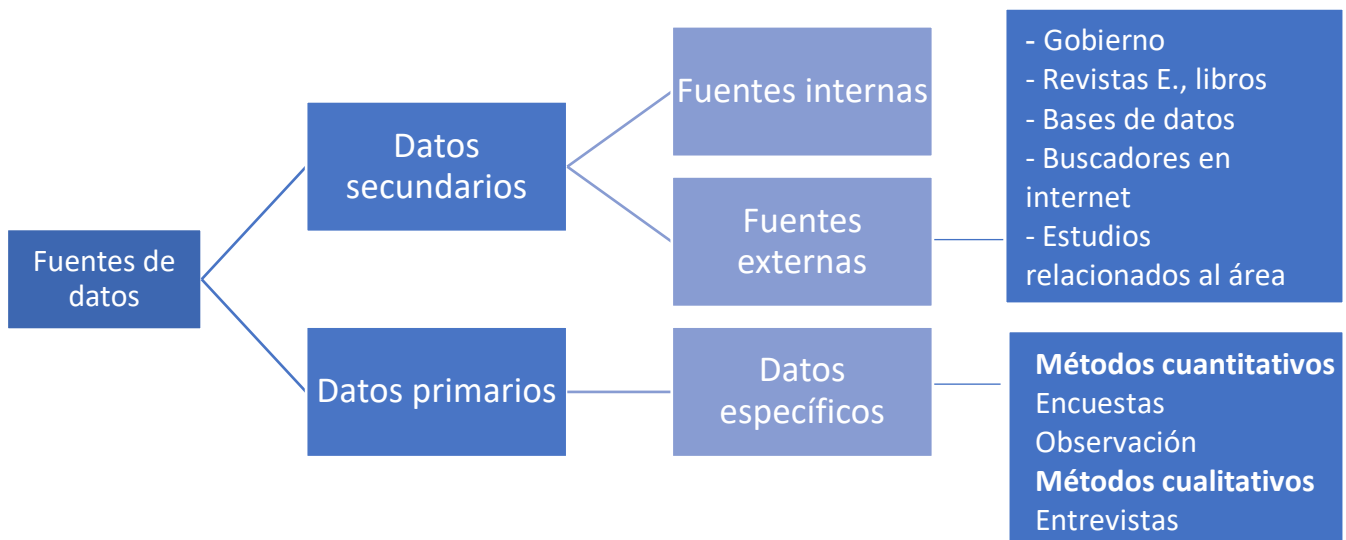
En la segmentación industrial se utilizan criterios objetivos, de tipo general o específico. Las variables implementadas se agrupan generalmente en:

- Entorno: sectores industriales, tamaño de la empresa y situación geográfica.
- Método de compra: organización del centro de compra, estructura jerárquica, relaciones comprador - vendedor, política general y criterios de compra.
- Parámetros de explotación: tecnología de la empresa, utilización del producto, capacidad técnica y financiera.
- Factores coyunturales: urgencia de ejecución, aplicación del producto, importancia del encargo [20].

## 2.6 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

La demanda se define como la cantidad y calidad de bienes y servicios que pueden ser adquiridos a los diferentes precios del mercado por un consumidor (demanda individual) o por el conjunto de consumidores (demanda total o de mercado). La ley de la Demanda establece que “siempre y cuando no se modifiquen los demás factores determinantes la cantidad que se demanda de un bien en el mercado varía en razón inversa a su precio” [21].

Para realizar la investigación de la demanda de un producto o servicio, se distinguen dos tipos de fuentes de información, las cuales se presentan en la figura 2.2.



**Figura 2.2.** Diagrama de fuentes de información.

**Fuentes de datos secundarios:** Se dividen en fuentes internas y externas, la primera de ellas hace referencia a documentos internos, memorias, informes y registros con los que cuenta la organización, este tipo de documentos sirven para realizar análisis para la toma de decisiones, estudios de mercado e investigaciones requeridas por la organización. Las fuentes de datos externas hacen referencia a herramientas como bases de datos, buscadores especializados, revistas, artículos, estudios relacionados con el área de investigación, información que es obtenida de fuentes confiables ajenas a la organización.

**Fuentes de datos primarios:** contienen datos con información original basada en testimonios directos, su característica principal es el muestreo, se clasifican en métodos cualitativos y cuantitativos. Los métodos cualitativos se basan en la aplicación de entrevistas en profundidad, así como sesiones de grupo, donde lo más importante es la calidad de la información recopilada, más allá de la cantidad de personas entrevistadas, puesto que su objetivo es el análisis del comportamiento. En cuanto a los métodos cuantitativos, se trata de análisis estadísticos, donde es necesario obtener una muestra representativa del mercado, debido a que cuantifica y generaliza los resultados de la muestra a una población objetivo, las herramientas que utiliza es la observación, experimentación y la aplicación de encuestas.

Las fuentes de información descritas son fundamentales para conocer y realizar el análisis de la demanda de un producto o servicio, así mismo mediante dichas herramientas es posible obtener información de calidad respecto a las necesidades y requerimientos del cliente, información que puede ser utilizada para incrementar el valor que se ofrece al cliente.

## **2.7 ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA**

Examinar las características de los competidores existentes o los que se habrá de enfrentar, así como las particularidades de los productos o servicios que estos ofrecen, es la esencia de un análisis de competencia, el cual constituye un elemento fundamental para poder determinar la viabilidad comercial de un nuevo producto o servicio [22]

La identificación de los competidores es el primer paso recopilar toda información de relevancia sobre ellos, ya sea acerca de la comercialización de productos o servicios similares a los que se pretenden llevar al mercado, denominados competidores directos o bien los que ofrecen sustitutos o alternativos a estos, quienes constituyen los competidores indirectos.

El propósito es determinar sobre cuáles de ellos se tiene una ventaja competitiva, así como aquellos aspectos o áreas de oportunidad dónde se tiene posibilidad de mejora.

Realizar la valoración del entorno de competencia debe ser una actividad que se ejecute constantemente, debido a que se debe mantener una actualización respecto a los movimientos, decisiones o estrategias que realice la competencia, el surgimiento de nuevos productos, nuevos puntos de ventas, tendencias, entre otros, con el fin de realizar la toma de decisiones o definir las estrategias que permitan responder oportunamente al movimiento del mercado [23].

El desarrollo del análisis de la competencia es un factor clave para la generación de estrategias que aseguren la sostenibilidad económica de una organización, así como para realizar el posicionamiento del desarrollo tecnológico dentro el mercado objetivo.

## **2.8 FIJACIÓN DE PRECIO DEL PRODUCTO EN EL MERCADO**

El precio es el único elemento que genera utilidades y tiene la característica de que puede ser modificado con rapidez, ha sido el factor que más influye en las decisiones de los compradores. El mercado y la demanda indican el límite superior de precios, así mismo los costos establecen el límite inferior de los mismos [24].

La demanda hace referencia a la frecuencia con la que los consumidores adquieren un determinado producto, y generalmente se relaciona con el precio de forma inversa, a mayor precio, existirá menor demanda. La mayoría de las empresas mide sus curvas de demanda calculándola con diversos precios, dónde el mercado al que se dirige puede hacer la diferencia.

Entre los factores externos que influyen en la fijación de precios se encuentra la naturaleza del mercado y de la demanda, la competencia, las condiciones económicas, la inflación, las tasas de interés, entre otros, puesto que afectan los costos de elaboración de un producto, así como la percepción que tiene el consumidor sobre el precio.

El precio de un producto o servicio, debe encontrarse en algún punto entre uno que sea demasiado bajo para generar utilidades y uno demasiado alto para producir demanda [25]. Para realizar el establecimiento de precios se debe seleccionar un método general, entre los cuales se encuentran la fijación de precios basada en el costo y la fijación de precios con base en la competencia, los cuales se describen a continuación.

### 2.8.1 Fijación de precios basada en el costo

El método de fijación de precios de costo más margen, resulta de sumar un sobreprecio estándar al costo del producto. Al vincular el precio con el costo, se simplifica la fijación de precios y no es necesario realizar ajustes frecuentes al precio conforme la demanda sufre alguna modificación.

El costo unitario se encuentra dado por:

$$\text{Costo unitario} = \text{costo variable} + \frac{\text{costo fijo}}{\text{ventas unitarias}}$$

El sobreprecio se encuentra dado por:

$$\text{Precio con margen} = \frac{\text{costo unitario}}{(1 - \text{rentabilidad deseada por las ventas})}$$

### 2.8.2 Fijación de precios con base en la competencia

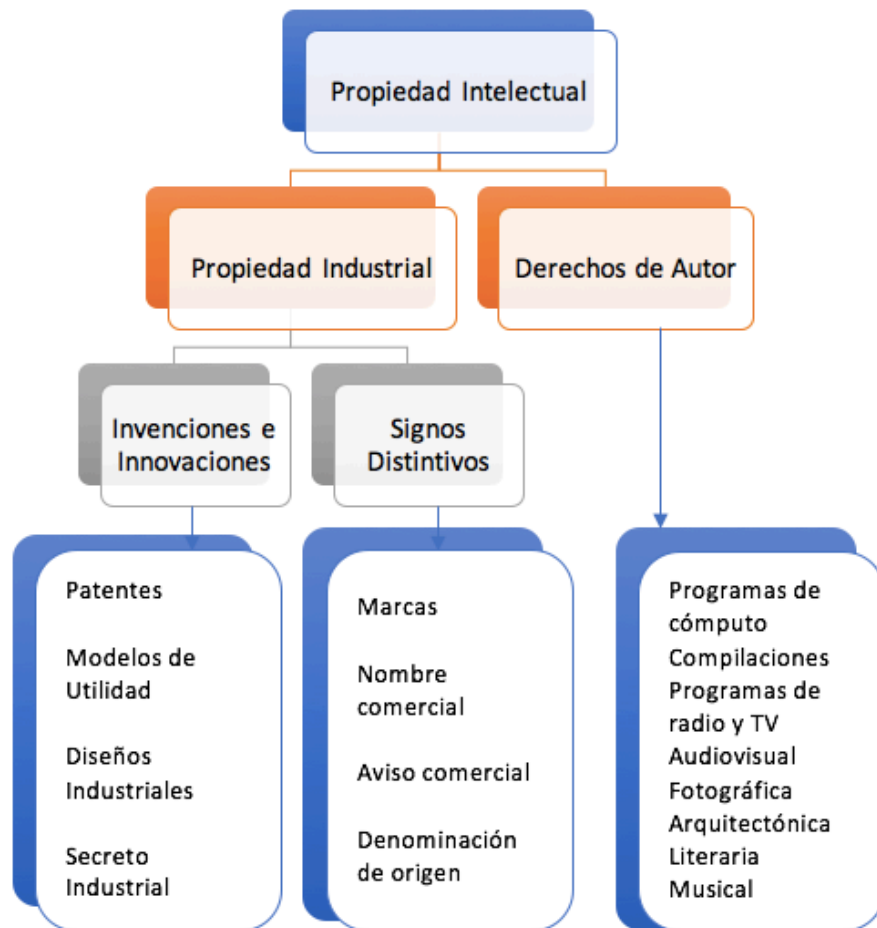
De acuerdo con Kotler “una forma de fijación de precios basada en la competencia es la fijación de precios de tasa vigente, en los que una empresa basa sus precios en los precios de sus competidores y pone menos atención a sus propios costos o a la demanda” [26]. Este método consiste en observar los precios de los competidores y decidir, con base en la estructura de mercado en la que se encuentre; fijar un precio que mantenga una relación con el precio de dichos competidores, por lo que la decisión se fundamentará en establecer un precio por debajo, igual o superior al de la competencia. Para efectuar el establecimiento de precios se realiza un análisis de la competencia con el objetivo de identificar el precio de mercado del producto.

Una de las limitaciones del método de fijación de precios basados en la competencia es el que no incluye la estructura de costos, si los costos de una organización son demasiado altos con respecto al de su competencia, la empresa podría no ser capaz de fijar un precio por debajo o igual al de sus competidores y lograr mantenerse en el mercado [27].

## 2.9 PROPIEDAD INTELECTUAL

De acuerdo con la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), “La propiedad intelectual (P.I.) se relaciona con las creaciones de la mente: invenciones, obras literarias y artísticas, así como símbolos, nombres e imágenes utilizados en el comercio” [28].

La propiedad intelectual se divide en dos categorías: la propiedad industrial y el derecho de autor, a continuación se presenta el diagrama 2.3 con las figuras de protección que abarca cada una de las categorías.



**Figura 2.3.** Estructura de la Propiedad Intelectual.



La protección de la propiedad industrial impide la utilización no autorizada de las figuras antes mencionadas. El Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual (IMPI) otorga tres características a los derechos de propiedad industrial; la exclusividad, la territorialidad y la temporalidad, la primera de las características hace referencia a que el titular de la figura es el único autorizado para realizar la explotación comercial de lo que ha protegido, la territorialidad son los derechos que son otorgados dentro del territorio nacional y que son independientes a los otorgados en otros países, finalmente la temporalidad establece el tiempo durante el cual se puede explotar comercialmente lo que se ha protegido.

En cuanto a los derechos de autor, la OMPI refiere que la legislación sobre derechos de autor integra la protección de los autores, artistas y demás creadores por sus creaciones literarias y artísticas denominadas “obras”.

De acuerdo con el INDAUTOR (2017), los derechos de autor se clasifican en:

**Derechos patrimoniales:** consiste en la “facultad que tiene el autor para explotar por sí mismo su obra, así como para autorizar o prohibir a terceros dicha explotación en cualquier forma dentro de los límites que establece la Ley Federal del Derecho de Autor. Este derecho es transmisible por escrito y debe ser oneroso y temporal” [29].

**Derechos morales:** el derecho de reivindicar la paternidad de una obra y de oponerse a la modificación de la misma. Consiste en el “derecho de todo autor a ser reconocido como tal, a decidir el momento de la divulgación y evitar deformaciones o mutilaciones a su obra, entre otras. Es inalienable, imprescriptible, irrenunciable e inembargable” [30].

Además el titular de una obra puede autorizar o prohibir:

- Su reproducción bajo todas las formas.
- Su interpretación o ejecución pública, así como su comunicación al público.
- Su radiodifusión.
- Su traducción a otros idiomas.
- Su adaptación.

De acuerdo con la OMPI (2016), “un autor puede transmitir con libertad los derechos patrimoniales sobre sus obras a terceros, trasladarlos o adjudicar licencias con exclusividad y no exclusividad de uso, durante un tiempo determinado y de manera onerosa, quedando determinados los montos, el procedimiento y los términos para el pago de remuneraciones” [31]. Los convenios o contratos para transmitir los derechos patrimoniales deben realizarse por escrito, además de inscribirse en el Registro Público del Derecho de Autor. Ante la ausencia de una disposición expresa, debe considerarse la transmisión de los derechos patrimoniales por 5 años, en casos excepcionales, se podrán celebrar acuerdos por más de 15 años cuando el tipo de obra y la inversión lo justifiquen.

En cuanto al alcance de la protección de la PI mediante la figura de derecho de autor, la protección de la obra es en territorio nacional e internacional, de conformidad con el Convenio de Berna, Convenio de Roma y los tratados internacionales de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual.

## **2.10 MARCO LEGAL APLICABLE**

De acuerdo con Kotler (2007), los gobiernos establecen las leyes y normas que regulan los negocios para el bienestar de la sociedad en conjunto, debido a que la regulación bien concebida motiva la competencia y asegura mercados justos para bienes y servicios [32].

La actividad normalizadora es una herramienta fundamental para la economía nacional y el comercio internacional, dentro de un contexto de mercados mundiales determinado por la innovación tecnológica y la intensificación de la competencia. En México la normalización se plasma en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de carácter obligatorio, elaboradas por dependencias del gobierno federal y las Normas Mexicanas (NMX) de ámbito voluntario, las cuales son promovidas por la Secretaría de Economía y el sector privado, a través de Organismos Nacionales de Normalización [33].

A través de la normalización es posible regular las actividades desempeñadas por los sectores tanto privado como público, en materia de salud, medio ambiente, seguridad al usuario, información comercial, prácticas de comercio, industrial y laboral a través del cual se establecen la terminología, la clasificación, las directrices, las especificaciones, los atributos las características, los métodos de prueba o las prescripciones aplicables a un producto, proceso o servicio [34].

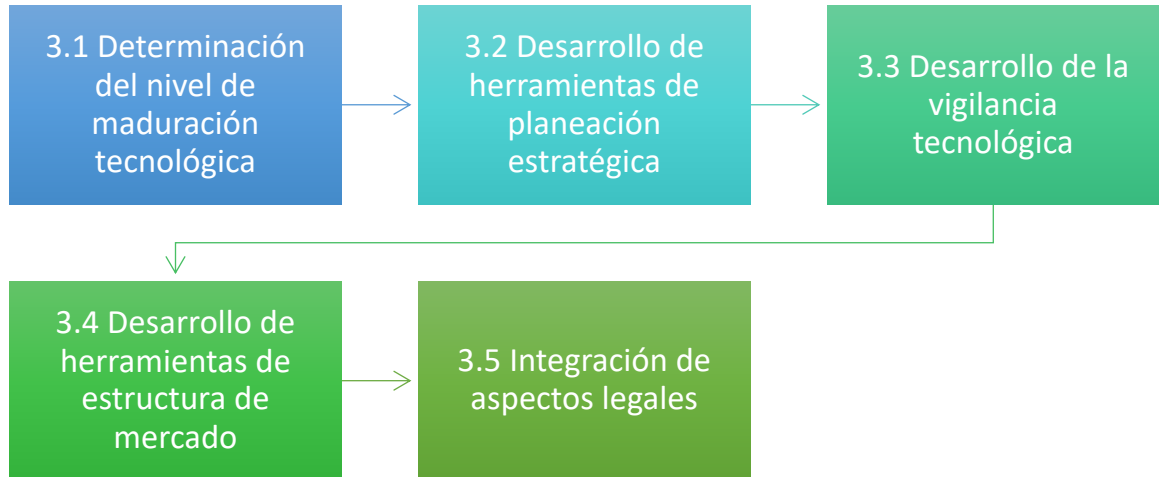
A nivel internacional, existen estándares ISO (International Organization for Standardization), cuyas normas especifican requerimientos que pueden ser empleados en organizaciones para garantizar que los productos y servicios ofrecidos cumplen con su objetivo. Actualmente se han publicado alrededor de 19.500 normas internacionales, cuyo propósito principal es asegurar que los productos y servicios alcancen la calidad deseada.

La implementación de dichas normas permite la reducción de costos, debido a que minimizan los errores y favorecen el incremento de la productividad en una organización.

Los estándares internacionales ISO son clave para acceder a mercados nacionales e internacionales y de este modo, estandarizar el comercio en todos los países favoreciendo a los propios organismos públicos. Para la sociedad, las normas ISO son figuras fiables y que cuentan con la calidad exigida a nivel mundial.

## CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

---



**Figura 3.1.** Desarrollo del paquete tecnológico para el SAV.

### 3.1 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE MADURACIÓN TECNOLÓGICA

Determinar el nivel de maduración tecnológica del Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas (SAV), es una herramienta clave para la evaluación y seguimiento del proyecto, permite identificar el riesgo, las capacidades y deficiencias dentro del desarrollo del sistema y es la base para realizar la planeación de actividades y recursos necesarios para llevar al SAV a una posterior fase comercial.

Para realizar la identificación del nivel de maduración tecnológica del Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas (SAV), fue necesario conocer las características y componentes del sistema, mediante el estudio del mismo y la elaboración de una búsqueda bibliográfica, así mismo se realizaron entrevistas a los investigadores encargados del desarrollo del SAV y a estudiantes que han utilizado y tienen conocimiento del sistema.

Los instrumentos utilizados para la identificación del nivel de maduración tecnológica del SAV, se encuentran basados en el TRL (por sus siglas en inglés, Technology Readiness Levels), el cual fue desarrollado por la NASA (por sus siglas, National Aeronautics and Space Administration) como un sistema de medición para la evaluación del nivel de madurez de una tecnología en particular.

Las preguntas que integran las entrevistas realizadas forman parte de la Guía diagnóstica del Fondo de Cooperación Internacional en Ciencia y Tecnología (FONCICYT), la cual integra el modelo de niveles de maduración tecnológica de la NASA y es complementada con conceptos del Modelo Nacional de Gestión de Tecnología (NMX-GT-004-IMNC-2012).

Es importante mencionar que existen TRLs adaptables para el área del conocimiento del desarrollo tecnológico, los cuales brindan información más específica para la identificación de su nivel de maduración tecnológica, en el caso del SAV, se encontró bibliografía relativa a TRLs aplicables para proyectos de Tecnologías de la Información (TI). Finalmente, y como resultado de la aplicación de dichos instrumentos, así como del análisis de la información obtenida, se realizó la identificación del nivel de maduración tecnológica correspondiente al Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas, el cual se localiza en el punto 4.1.

## **3.2 DESARROLLO DE HERRAMIENTAS DE PLANEACIÓN ESTRATÉGICA**

### **3.2.1 Herramienta de análisis FODA**

Para la elaboración de la matriz FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), fue necesario conocer las características del Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas, realizar una revisión bibliográfica acerca de sus componentes y su funcionamiento, entrevistar a los investigadores encargados de su desarrollo, así como presenciar el funcionamiento y componentes físicos del sistema dentro del laboratorio de análisis de vibraciones mecánicas localizado en el Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas CIICAp de la UAEM.

Una vez obtenido el conocimiento relativo a las características del sistema, se realizó un listado de factores basado en las principales áreas que integran la matriz FODA, priorizando en aquellos factores de mayor importancia para realizar el análisis del entorno tanto interno como externo dónde se desarrolla el SAV.

### **3.2.2 Modelo de negocios CANVAS**

La elaboración del modelo de negocios CANVAS fue realizado con base en el libro “Business Model Generation” de Alex Osterwalder, así como en la bibliografía consultada, dichas fuentes brindaron información relevante para la elaboración e integración de cada uno de los nueve bloques que conforman el modelo de negocios.

Así mismo se cursó una capacitación de la metodología I-Corps (Cuerpos de Innovación por sus siglas en inglés) creada por la National Science Foundation, cuyo objetivo principal es facilitar la generación de modelos de negocio aplicados a tecnologías. La capacitación proporcionó el aprendizaje y reforzamiento de los conocimientos requeridos para elaborar los nueve bloques que conforman el modelo de negocios CANVAS del Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas, en el Anexo A, se localiza el certificado de la capacitación I-Corps.

### **3.3 DESARROLLO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA**

La vigilancia tecnológica fue realizada con el objetivo de identificar artículos científicos, desarrollos tecnológicos y empresas comercializadoras de tecnología dentro del mismo campo de conocimiento que el SAV, mediante el análisis y evaluación de la información obtenida fue posible detectar áreas de oportunidad para el SAV.

El periodo de búsqueda y realización de la vigilancia tecnológica comprendió en su primera fase los meses de septiembre, octubre y noviembre del año 2017, posteriormente se realizó una actualización de la búsqueda durante los meses de agosto y septiembre del año 2018.

Las fuentes de información seleccionadas debido a su alcance y a la calidad de información que proporcionan, se presentan a continuación:

- Bases de datos académicas: CONRICyT, Redalyc y Scielo.
- Bases de datos de patentes y modelos de utilidad: Espacenet, WIPO PatentScope y SIGA del Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual IMPI.
- Observatorios tecnológicos: Observatorio estratégico-tecnológico ITESM y el observatorio tecnológico de Hidalgo.



Otra de las herramientas de relevancia para la búsqueda y análisis de información fue el buscador especializado INTELLIGO, el cual ofrece diversas formas de visualizar y acceder a amplias colecciones de información textual, generando mapas de los temas de interés y permitiendo la exploración de grandes volúmenes de datos.

Para realizar la búsqueda y obtención de información específica fue necesario el filtrado de la misma mediante la estructuración de ecuaciones de búsqueda, las cuales son resultado de las siguientes actividades:

- Identificación de palabras clave y subtemas
- Generación de listado de sinónimos
- Conexión y relación entre términos
- Traducción de términos

Mediante la aplicación de operadores lógicos o booleanos, así como de truncamiento se realizó la estructuración de las ecuaciones de búsqueda que fueron aplicadas en las bases de datos y buscadores especializados para la obtención de información específica.

Además de las ecuaciones de búsqueda, se identificó la Clasificación Internacional de Patentes (IPC) para el Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas SAV, la cual se presenta a continuación:

**Tabla 3.1.** Clasificación Internacional de Patentes para el SAV.

*Nivel superior de la clasificación:*

G - Física

<b>Clase:</b>	G06 – Cómputo, cálculo, conteo
<b>Clasificación:</b>	G06F – Tratamiento de datos digitales eléctricos

### Subclasificaciones:

G06F 19/00 - Métodos o equipos para computación digital o procesamiento de datos, especialmente adaptados para aplicaciones específicas.

G06F 3/00 - Disposiciones de entrada para la transferencia de datos destinados a ser procesados en una forma utilizable por el computador; disposiciones de salida para la transferencia de datos desde la unidad de procesamiento a la unidad de salida.

**Tabla 3.2.** Clasificación Internacional de Patentes para el SAV.

Nivel superior de la clasificación:	G - Física
Clase:	G01 – Metrología; ensayos
Clasificación:	G01H – Medición de vibraciones mecánicas
Clasificación:	G01M – Ensayo del equilibrado estático o dinámico de máquinas

### Subclasificaciones:

G01H 1/00 - Medida de vibraciones en sólidos utilizando la conducción directa al detector.

G01H 17/00 - Medida de vibraciones mecánicas o de ondas ultrasonoras, sonoras o infrasonoras no prevista en los otros grupos de esta subclase.

G01M 7/00 - Ensayo de vibraciones de estructuras; ensayo de resistencia al choque de las estructuras.

G01M 13/02 - Ensayo de mecanismos de engranaje o de transmisión.

G01M15/12 - Ensayo de motores, mediante la monitorización de vibraciones.

Al emplear los códigos IPC en conjunto con las ecuaciones de búsqueda, se facilitó el filtrado de la información y se obtuvo mayor especificidad en los resultados relativos a los desarrollos tecnológicos con solicitud o con patente otorgada, esta búsqueda fue realizada con el objetivo de conocer a los principales desarrolladores de tecnología, así como las tendencias que puede seguir el mercado. Posterior a la captación de información, se realizó al análisis y la estructuración del reporte de vigilancia tecnológica, el cual se localiza en el punto 4.3 del presente trabajo.

### **3.4 DESARROLLO DE HERRAMIENTAS DE ESTRUCTURA DE MERCADO**

#### **3.4.1 Segmentación de mercado**

Se realizó con base en las características del Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas y en la bibliografía consultada, la cual divide al mercado en mercado de consumo y mercado industrial, en el caso del SAV, la segmentación que se realiza es para un mercado industrial o entre empresas B2B (business to business), debido a que no existe una única forma para segmentar un mercado, los compradores industriales son divididos con base en distintas variables como lo son: la geografía, necesidades y beneficios que buscan, la frecuencia de uso, métodos de compra y características específicas.

Dentro del proceso de segmentación de mercado, fueron identificados los Influenciadores y los tomadores de decisión, los primeros de ellos son las personas que tienen la capacidad de incidir sobre la decisión de compra de un producto en un segmento de mercado específico, por su parte los tomadores de decisión son aquellas personas que realizan la decisión final sobre la compra del producto.

En el caso específico del Sistema de Análisis de Vibraciones, fueron identificados tres segmentos de mercado hacia los cuales es posible direccionar la comercialización del SAV en etapas posteriores. Dichos segmentos de mercado se encuentran descritos dentro del punto 4.4.1 del presente trabajo.

### **3.4.2 Análisis de la demanda**

Se realizó con base en la búsqueda e información obtenida en fuentes de datos tanto primarios como secundarios; las bases de datos, los buscadores especializados y estudios relacionados forman parte de las fuentes de datos secundarios de donde se obtuvo información relevante para realizar un estimado de la demanda del SAV con base en la bibliografía existente.

Como parte de las fuentes de información primarias, se llevó a cabo una investigación cualitativa, la cual consistió en la aplicación de entrevistas con una serie de preguntas específicas para conocer las características, necesidades y procedimientos que realizan las empresas pertenecientes a los segmentos de mercado definidos. En total se realizaron 18 entrevistas cuyos resultados se localizan en el punto 4.4.2, el formato de las entrevistas y los datos generales de los entrevistados se pueden consultar en el apéndice A del presente trabajo.

### **3.4.3 Análisis de la competencia**

La identificación de las empresas desarrolladoras y comercializadoras de tecnología relacionadas con el análisis de vibraciones mecánicas, se realizó mediante una búsqueda en bases de datos secundarios, dónde se obtuvo información relativa a los principales productos y servicios que brinda la empresa, su localización a nivel nacional e internacional, sus puntos de venta, mercado al que atiende, objetivos, estructura organizacional, entre otros.

Con la información obtenida fue posible la elaboración de una tabla comparativa entre los productos de las principales empresas identificadas y el Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas, fundamental para realizar el análisis de la información y detectar áreas de oportunidad y mejora para el SAV.

Así mismo, se obtuvo información de fuentes directas mediante la aplicación de entrevistas a personal de dos empresas ubicadas dentro del estado de Morelos, las cuales son desarrolladoras y comercializadoras de sistemas para el análisis de vibraciones mecánicas.

#### **3.4.4 Fijación del precio del producto en el mercado**

Se seleccionaron dos métodos para realizar la fijación del precio del Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas, el primer método se encuentra basado en los costos fijos y variables sumado al incremento de un margen de utilidad para conocer el precio final del producto. Una vez obtenido el precio basado en el costo, se realizó una tabla comparativa acerca de los precios que ofrecen los competidores con respecto al precio calculado del SAV, esto con el objetivo de mantener un precio promedio dentro del rango que maneja la competencia.

De forma complementaria se realizó el análisis de equilibrio, por medio del cual se determinó el precio por el cual se obtendrán las utilidades esperadas, utilizando el diagrama de equilibrio, el cual muestra el costo total y las ganancias totales que pueden obtenerse de acuerdo a las diferentes unidades del SAV que sean vendidas.

### **3.5 INTEGRACIÓN DE ASPECTOS LEGALES**

Para determinar la figura de Propiedad Intelectual (PI) adecuada para el SAV y el marco legal aplicable, fue necesario conocer las características y componentes del sistema, así como una búsqueda bibliográfica y revisión de la legislación que se presenta a continuación:

- Ley Federal del Derecho de Autor
- Ley de la Propiedad Industrial
- Normas Oficiales Mexicanas (NOM)
- Normas Mexicanas (NMX)
- Normas ISO (International Organization for Standardization)

De forma complementaria se realizaron consultas con personal del Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR) y con expertos en el área de Propiedad Intelectual de la Oficina de Transferencia de Conocimiento de la UAEM.

# CAPÍTULO 4. RESULTADOS

---

## 4.1 NIVEL DE MADURACIÓN TECNOLÓGICA

**TRL 4:** Validación de componentes o sistema en un ambiente de laboratorio.

Los componentes básicos de software están integrados, estableciendo que funcionan en conjunto.



**Figura 4.1.** Niveles de maduración tecnológica.

El Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas se encuentra dentro de la etapa de integración de la tecnología, la cual indica un nivel de riesgo intermedio. De acuerdo a la búsqueda realizada, el SAV cuenta con las siguientes evidencias técnicas de respaldo:

- El código de software en formato digital e impreso.
- La realización de una tesis de licenciatura relativa al desarrollo e integración del Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas, la cual incluye la construcción del código de análisis de vibraciones, la comparación de los resultados en laboratorio, los ajustes realizados al programa, las pruebas y validación de los resultados del SAV a nivel laboratorio.

Debido a que anterior a la elaboración del presente trabajo, únicamente se habían desarrollado evidencias técnicas del Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas, fue necesario la elaboración de las herramientas estratégicas y comerciales que se presentan a continuación, esto con el objetivo de alinear el desarrollo comercial con el desarrollo técnico del SAV:

- Vigilancia tecnológica relativa al Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas.
- Búsqueda del estado del mercado, análisis de la demanda y de la competencia, describiendo al menos tres productos con funciones similares al SAV que se encuentren en el mercado.
- Definición de la figura de Propiedad Intelectual para el Sistema de Análisis de vibraciones mecánicas.
- Búsqueda y estudio sobre los aspectos regulatorios relacionados con el SAV.
- Desarrollo del modelo de negocios Canvas para el Sistema de Análisis de vibraciones mecánicas.
- Validación inicial del mercado mediante la realización de entrevistas con usuarios potenciales, así como búsqueda e investigación en fuentes secundarias de información.

La selección e integración de las herramientas comerciales que componen el paquete tecnológico se efectuó con base en la identificación del nivel de maduración tecnológica del SAV, el cual se logró identificar a través del estudio y conocimiento del desarrollo técnico del sistema, así como de las entrevistas realizadas a los investigadores encargados de su desarrollo.



## 4.2 HERRAMIENTAS DE PLANEACIÓN ESTRATÉGICA

### 4.2.1 Matriz FODA

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
Análisis interno	<p>Sistema de análisis de vibraciones mecánicas adaptable a las necesidades del cliente.</p> <p>Integración de funciones de análisis.</p> <p>Realización de cuatro gráficas para el análisis con posibilidad de incremento de funciones.</p> <p>Sistema desarrollado por capital humano especializado en el área.</p> <p>Sistema desarrollado en el laboratorio de vibraciones mecánicas de la UAEM, dónde se cuenta con el equipo necesario para la realización de pruebas capital humano especializado para la implementación de mejoras al sistema.</p> <p>El funcionamiento del sistema ha sido probado en laboratorio y comparado con tres sistemas similares existentes en el mercado, teniendo como resultado un grado de exactitud que le permite competir con los sistemas comparados.</p>	<p>No se han realizado las mejoras recomendadas en el listado de detalles emitido posterior a las pruebas del sistema realizadas en el laboratorio de vibraciones mecánicas.</p> <p>No se cuenta con un manual de operación del sistema.</p> <p>No se cuenta con una investigación relacionada con el conocimiento del nivel de maduración tecnológica del sistema.</p> <p>Falta de segmentación de mercado para el SAV.</p> <p>No se ha realizado una validación del mercado del producto.</p> <p>El sistema no cuenta con la protección de una figura de propiedad intelectual que permita su explotación comercial.</p> <p>Desconocimiento de la normatividad nacional e internacional, así como las certificaciones aplicables al sistema desarrollado.</p> <p>No se cuenta con una estimación del posible costo y precio del producto en el mercado.</p>

	<p>La UAEM, donde ha sido desarrollado el SAV, se localiza en la región centro de México, en colindancia con la capital del país y con los estados de Puebla, Guerrero y Estado de México.</p>	<p>No se cuenta con la licencia "labview" indicada para la comercialización del software desarrollado.</p>
	<p><b>OPORTUNIDADES</b></p>	<p><b>AMENAZAS</b></p>
<p><b>Análisis externo</b></p>	<p>La gran mayoría de los sistemas de análisis de vibraciones mecánicas son comercializados por compañías extranjeras, hace falta un mayor desarrollo del mercado nacional.</p> <p>Los sistemas de análisis de vibraciones mecánicas existentes en el mercado cuentan con un precio elevado.</p> <p>Herramientas tecnológicas y de paquetería, a través de internet permitirán tener un segmento de mercado con mayor alcance geográfico.</p> <p>Red de contactos institucionales y empresariales de la Universidad Autónoma del estado de Morelos a través de su Oficina de Transferencia del Conocimiento (OTC).</p> <p>Financiamiento público a través de entidades gubernamentales como CONACYT, financiamiento privado a través de empresas y bancos.</p>	<p>Rápido desarrollo de innovaciones y tecnología de software en el mercado que dejen al producto obsoleto.</p> <p>Fidelidad de los clientes hacia sus compañías proveedoras, posible resistencia a utilizar un producto novedoso.</p> <p>Crisis económica y falta de presupuesto dentro de la universidad.</p> <p>La existencia de una competencia de carácter internacional consolidada dentro del mercado nacional.</p> <p>Que exista una baja demanda del producto en el mercado.</p> <p>Incertidumbre y variación en la economía nacional e internacional.</p> <p>Cancelación de convocatorias para financiamiento público.</p>

## 4.2.2 Modelo de negocios CANVAS

### 1. Propuesta de valor

Un sistema integrado para el análisis de vibraciones mecánicas, portátil y adaptable a las necesidades del usuario, permite seleccionar entre dos aplicaciones, monitoreo y herramienta de apoyo al balanceo, ofreciendo cuatro tipos de resultados gráficos:

- Gráfica de forma de onda
- Gráfica de espectro
- Gráfica de forma de órbita
- Gráfica polar

Con el objetivo de realizar la identificación de condiciones anormales en los equipos rotatorios analizados.

El sistema tiene la capacidad de efectuar el monitoreo hasta en cuatro canales simultáneos, con posibilidad de incremento del número canales, así como de almacenar los datos de cada análisis para generar un histórico de resultados, es personalizable y cuenta con un panel de control para el manejo del sistema por parte del usuario.

El SAV es un desarrollo nacional efectuado dentro de las instalaciones del Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos UAEM, misma que cuenta con una Oficina de Transferencia de Conocimiento reconocida por CONACYT.

## 2. Segmento de clientes

**Segmento de mercado 1.** Industrias localizadas en México que cuenten con equipos rotatorios y requieran monitorear el movimiento de sus equipos para diagnosticar el estado de los mismos, con el objetivo de garantizar su adecuado funcionamiento y evitar posibles fallas.

**Segmento de mercado 2.** Proveedores de servicios de análisis de vibraciones mecánicas localizadas en México, que realicen el monitoreo del estado de la condición en equipos rotatorios y trabajadores expuestos a vibraciones, con el objetivo de garantizar el adecuado funcionamiento de maquinaria industrial y el estado de salud de los trabajadores.

**Segmento de mercado 3.** Universidades públicas y privadas localizadas en México, que cuenten con carreras y laboratorios relacionados con el área de ingeniería mecánica y requieran realizar investigación y prácticas relacionadas con el análisis de vibraciones mecánicas.

## 3. Canales

### Comunicación:

- Promoción y venta del SAV en internet, este canal de comunicación permite tener un mayor rango de alcance territorial.
- Herramientas digitales, creación de una página web dónde se otorgue información valiosa al cliente relativa al funcionamiento y beneficios de la implementación del sistema.
- Publicidad dirigida en internet, la cual contenga información del sistema y los datos de contacto, como la ubicación, teléfonos, equipo de trabajo, entre otros.
- Participación activa en jornadas, ferias comerciales, congresos y eventos relacionados con el área industrial, de mantenimiento y análisis de vibraciones mecánicas.

## **Distribución:**

- Generación de alianzas con empresas distribuidoras para la venta del SAV a nivel nacional, empleando su infraestructura y plataforma tecnológica.
- Creación de un punto de venta directa y atención al usuario de forma personal.
- Integración de pedidos del producto vía internet y envíos por paquetería a nivel nacional.

## **4. Relación con el cliente**

- Sesiones informativas para los usuarios potenciales acerca de las características y beneficios del Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas.
- Conformación de un equipo de trabajo interno dedicado al área comercial y de comunicación con el cliente.
- Integración de un portafolio de clientes para la generación y seguimiento de ventas.
- Diseño de planes personalizados de adquisición y pago del Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas.

## **5. Actividades clave**

- ✓ Actualización del Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas con el objetivo de incrementar su competitividad.
- ✓ Adquisición de la licencia de Labview profesional para poder realizar la comercialización del SAV.
- ✓ Desarrollo del manual técnico y operativo del Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas.
- ✓ Obtención del derecho de autor correspondiente al código fuente del sistema.

- ✓ Actividades de mercadotecnia y publicidad, enfocadas a la introducción del producto en el mercado en etapas posteriores.

## 6. Recursos clave

- Equipo de trabajo multidisciplinario conformado por investigadores expertos en el área de vibraciones mecánicas, así como personal encargado del área de comercialización.
- Licencia de Labview professional para la comercialización del sistema.
- Laboratorio de análisis de vibraciones mecánicas.
- Equipos e insumos necesarios para la integración de los Sistemas de Análisis de Vibraciones mecánicas.
- Manual técnico y operativo del SAV.
- Derecho de autor del código fuente del sistema.

## 7. Aliados clave

Red de aliados compuesta por:

- Proveedores de software y hardware requeridos para la conformación del sistema.
- Empresas dedicadas a la comercialización de equipos y sistemas de medición y análisis.
- Empresas de paquetería y envíos nacionales.
- Red de proveedores de servicios de análisis de vibraciones mecánicas.

## 8. Estructura de ingresos

- Venta directa del SAV por componente:

Licencia de software.

Licencia de software y hardware personalizado de acuerdo a las necesidades del cliente.

- Venta indirecta del SAV, a través de empresas dedicadas a la comercialización de equipos y sistemas de medición y análisis.
- Licenciamiento del Sistema de Análisis de vibraciones mecánicas a empresas interesadas en realizar la comercialización del mismo.

## 9. Estructura de costos

La estructura de costos se encuentra conformada por los costos fijos (capital humano, viáticos, línea telefónica, página web, publicidad en internet, asistencia a ferias comerciales, entre otros), así como por los costos variables (hardware requerido para el óptimo funcionamiento del sistema), la estructura de costos por modalidad de venta del SAV, se presenta en el punto 4.4.4 del presente trabajo.

### 4.3 RESULTADOS DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA

A través de la realización y actualización del estudio de Vigilancia Tecnológica se logró identificar un total de 546 solicitudes de patentes, las cuales, mediante la estructuración de ecuaciones de búsqueda y códigos IPC fueron filtradas en un total de 50 patentes de las cuales fueron seleccionadas 9 relevantes, cuya información se localiza en el Apéndice B, las cuales se encuentran dirigidas fundamentalmente a:

- Novedosos sistemas y métodos para el monitoreo y análisis de vibraciones mecánicas y otros parámetros físicos con el objetivo de detectar y predecir fallas.
- Mejoras a equipos analizadores de vibración mecánica.

A través de la integración de diversas características y funciones como las que se presentan a continuación:

- Monitoreo en tiempo real.
- Generación de alarmas y control automático de la máquina; cuándo la máquina rebase un rango particular predeterminado de medición se activa el apagado automático de la máquina.
- Sistema de alarmas y reportes vía remota e inalámbrica.
- Canales de comunicación vía USB, Ethernet, bluetooth y Wifi.
- Sistema modular; cada canal de medición se comporta de manera autónoma.
- Entradas analógicas universales para medir señales provenientes de sensores analógicos y digitales.
- Aislamiento eléctrico entre módulos.



- Sistemas personalizables de acuerdo a los requerimientos del usuario.
- Predicción y detección de los puntos dónde se requiere llevar a cabo acciones correctivas.
- Procedimientos recomendados a implementar vía remota.
- Base de datos con información de los rangos operativos permisibles establecidos por cada fabricante para cada maquinaria.
- Implementación de dispositivos móviles (teléfonos inteligentes).

Respecto a las características y beneficios generales que deben proporcionar los sistemas de análisis de vibraciones mecánicas se encuentran:

- Sensibilidad para detectar los cambios en el comportamiento o en las variables monitoreadas.
- Optimización del tiempo para el diagnóstico de la condición de una pieza o la maquina completa.
- Automatización en los procesos de diagnóstico, generación de reportes, colección de datos y transferencia de información.

Las funciones y características presentadas muestran el tipo de innovaciones que actualmente se encuentran implementándose en desarrollos tecnológicos localizados dentro de la misma área de estudio y aplicación del Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas SAV desarrollado por investigadores del CIICAp, UAEM. La información presentada puede ser considerada para la toma de decisiones relativas a la integración, complemento y mejora de las funciones técnicas que puedan brindar al SAV un mayor índice de competitividad frente al resto de los desarrollos tecnológicos.

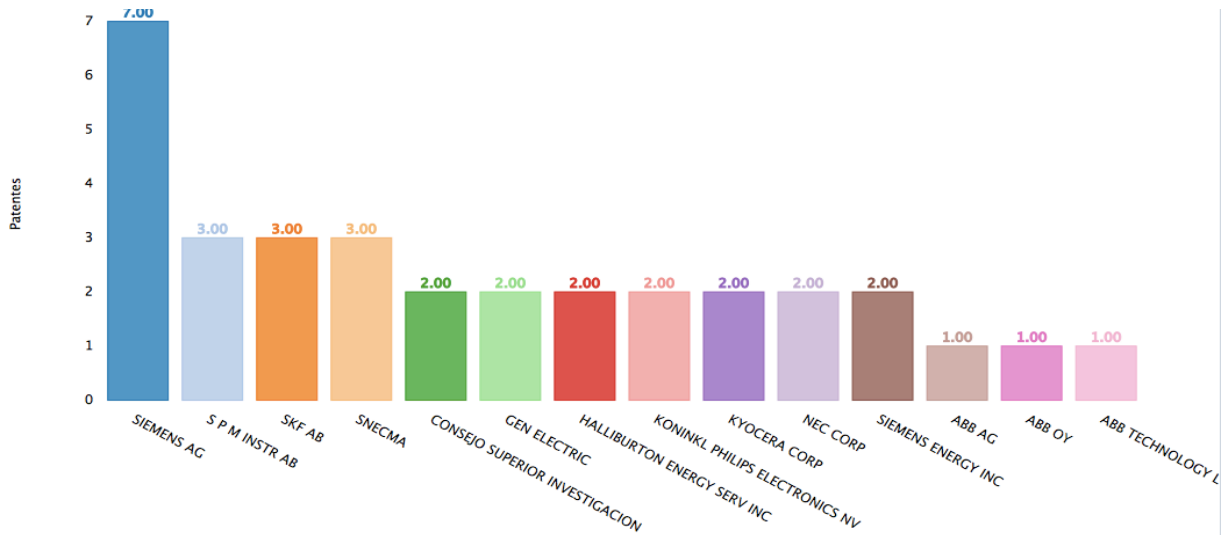
### 4.3.1. Resultados obtenidos con el buscador especializado.

Con respecto al estado de la tecnología dentro de un entorno internacional, se presentan los resultados obtenidos con el buscador INTELLIGO, la búsqueda fue realizada utilizando palabras clave, ecuaciones de búsqueda y códigos IPC.



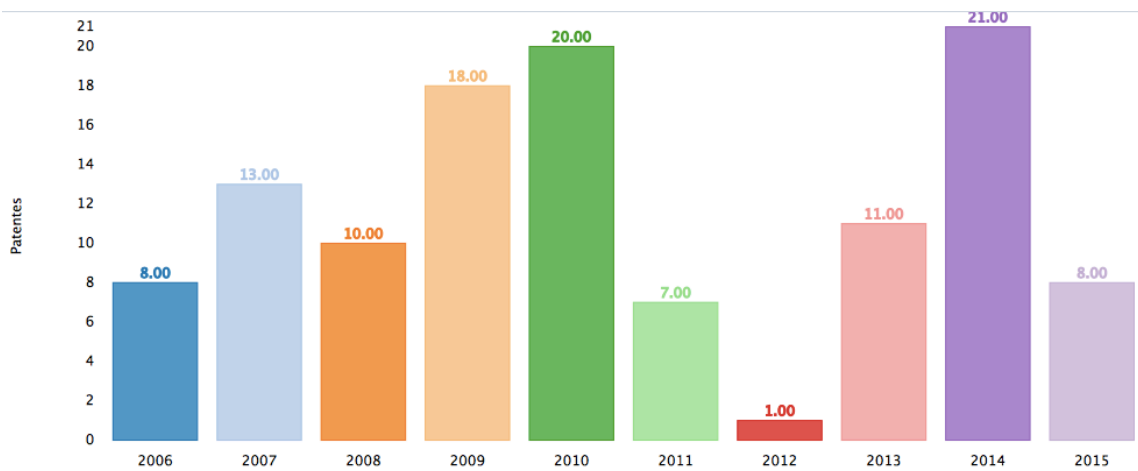
**Figura 4.2.** Principales países desarrolladores de tecnología en el área.

Cómo lo muestra la figura 4.2, Estados Unidos, Japón y Alemania son los países que mayor cantidad de patentes otorgadas tienen en el área de análisis, lo cual se traduce en un mayor crecimiento y desarrollo tecnológico, por su parte, empresas como SIEMENS AG y SIEMENS ENERGY INC, destacan entre los principales solicitantes de patentes en el área, ya que como lo muestra la figura 4.3, cuentan con 9 solicitudes de patente dentro de la clasificación de interés, seguidas por empresas como SPM y SKF.



**Figura 4.3.** Principales empresas desarrolladoras de tecnología.

Por su parte, el mayor registro de solicitudes de patentes dentro del área de medición de vibraciones mecánicas se realizó en el periodo comprendido entre los años 2006 y 2010 mostrando una tendencia incremental en la gráfica de la figura 4.4. El registro de solicitudes de patente identifica un descenso a partir del año 2011, con excepción del año 2014, dónde se registra nuevamente un incremento significativo en el número de solicitudes de patentes realizadas.



**Figura 4.4.** Generación de conocimiento.

De acuerdo con los resultados obtenidos en INTELLIGO patents, el país que destaca en la generación de conocimiento dentro de la subclasificación de vibraciones mecánicas es Estados Unidos teniendo gran influencia en el mercado del análisis de vibraciones mecánicas a nivel internacional, contando con empresas como National Instruments y General Electric, las cuales compiten con empresas como SIEMENS de origen Alemán, en el desarrollo y protección de tecnología innovadora, empresas de referencia mundial y de las cuales pueden ser analizadas sus principales prácticas y estrategias comerciales.

#### **4.3.2. Artículos relacionados con el área.**

Respecto a la búsqueda de artículos, fueron identificados y seleccionados diez artículos de relevancia dentro del área de análisis de vibraciones mecánicas, cuya información se presenta en el apéndice B. Las palabras clave con mayor recurrencia en el título y resumen son:

Diseño, sistema, vibración, fallas, análisis, analizador, mecánicas, detección, señales, labview, identificación, herramienta, predictivo, diagnóstico, software, mantenimiento.

Los principales temas que abarcan los artículos se encuentran relacionados con:

- La identificación de fallas mecánicas a través de instrumentos virtuales, desarrollados en Labview.
- El desarrollo de sistemas de medición y análisis de vibraciones mecánicas funcionales y económicamente accesibles para fines académicos.
- La identificación de la condición mecánica en operación en maquinaria industrial, sin afectar su proceso de tareas.

## **4.4 ESTRUCTURA DE MERCADO**

### **4.4.1 Segmentación de mercado**

#### **Segmento de mercado 1**

Industrias localizadas en México que cuenten con equipos rotatorios y requieran monitorear el movimiento de sus equipos para diagnosticar el estado de los mismos, con el objetivo de garantizar su adecuado funcionamiento y evitar posibles fallas.

**Influenciadores:** Personal técnico encargado del área de mantenimiento de maquinaria y equipos que generen vibraciones mecánicas dentro de industrias localizadas en México y que requieran realizar el monitoreo y diagnóstico de sus equipos.

**Tomadores de decisión.** Encargados de compras y suministros para el área de mantenimiento de maquinaria y equipo de las industrias localizadas en México que requieran monitorear el movimiento de sus equipos rotatorios, con el objetivo de garantizar su adecuado funcionamiento.

#### **Segmento de mercado 2**

Proveedores de servicios de análisis de vibraciones mecánicas localizadas en México, que realicen el monitoreo del estado de la condición en equipos rotatorios y trabajadores expuestos a vibraciones, con el objetivo de garantizar el adecuado funcionamiento de maquinaria industrial y el estado de salud de los trabajadores.

**Influenciadores:** Técnicos expertos en realizar el análisis de vibraciones mecánicas y que requieran el uso de sistemas especializados para monitorear y generar el diagnóstico de los equipos rotatorios.

**Tomadores de decisión.** Encargados de compras de sistemas especializados para brindar el servicio de análisis de vibraciones mecánicas de equipos rotatorios industriales de empresas localizadas en México.

### **Segmento de mercado 3**

Universidades públicas y privadas localizadas en México, que cuenten con carreras y laboratorios relacionados al área de ingeniería mecánica y requieran realizar investigación y prácticas relacionadas con el análisis de vibraciones mecánicas.

**Influenciadores:** Personal académico y técnico encargado de los laboratorios de ingeniería mecánica de las universidades del país, así como estudiantes que realicen investigación y prácticas de laboratorio en el área de vibraciones mecánicas.

**Tomadores de decisión:** Personal encargado de la administración y compra de equipos e insumos para los laboratorios de universidades públicas y privadas localizadas en México, que cuenten con carreras y laboratorios relacionados con el área de ingeniería mecánica y requieran realizar investigación y prácticas especializadas en el análisis de vibraciones mecánicas.

#### **4.4.2 Análisis de la demanda**

De acuerdo con el informe de investigación de mercado “Mercado de monitoreo de vibraciones por componente (hardware, software y servicios), por tipo de sistema (analizadores de vibración, medidores de vibración y sistemas embebidos), por proceso de monitoreo (portable y online), industria y área geográfica, pronóstico global para el 2023”, se espera que el mercado de monitoreo de vibraciones a nivel internacional crezca de 1.12 billones de dólares en el año 2016 y alcance los 1.90 billones de dólares para el año 2023 a una tasa compuesta de crecimiento anual (CAGR, por sus siglas en inglés) de 7.8% durante el periodo de diagnóstico [35].

Se pronostica que el mercado de mayor tamaño se concentre en América del Norte para el año 2023, siendo la creciente adopción de la fábrica inteligente la generadora de una gran demanda de monitoreo de vibraciones en diversas industrias. Los factores regulatorios gubernamentales relativos al lugar de trabajo y a la seguridad personal, así como el estricto control de calidad en la industria está impulsando la demanda de sistemas de monitoreo de vibraciones en la región [36].

La demanda de sistemas de monitoreo de vibraciones se encuentra en crecimiento con el objetivo de optimizar los presupuestos de mantenimiento y reducir la presión sobre los gastos operativos de los usuarios. Actualmente el mercado de monitoreo de vibraciones se encuentra liderado por la venta de hardware, la gran demanda de componentes tales como acelerómetros, sondas de proximidad, sensores de velocidad, transmisores y otros componentes es uno de los factores que definen su posición dominante dentro del mercado, ya que la información recopilada por los componentes de hardware permite llevar a cabo un programa de mantenimiento predictivo eficaz, para evitar costosos tiempos de inactividad.

La implementación de equipos avanzados de monitoreo de vibraciones de bajo costo que se integran con procedimientos de comunicación directa, funciones de procesamiento rápido, sistemas inalámbricos, el incremento de la demanda de aplicaciones y la mayor consciencia sobre el mantenimiento predictivo contribuyen al crecimiento del mercado. Por el contrario, el costo adicional de la adaptación de las soluciones de monitoreo de vibraciones en la maquinaria existente y el costo innecesario de mantenimiento son algunas restricciones que obstaculizan el crecimiento del mercado [37].

#### **4.4.2.1 Mercado nacional**

##### **4.4.2.1.1 Industria**

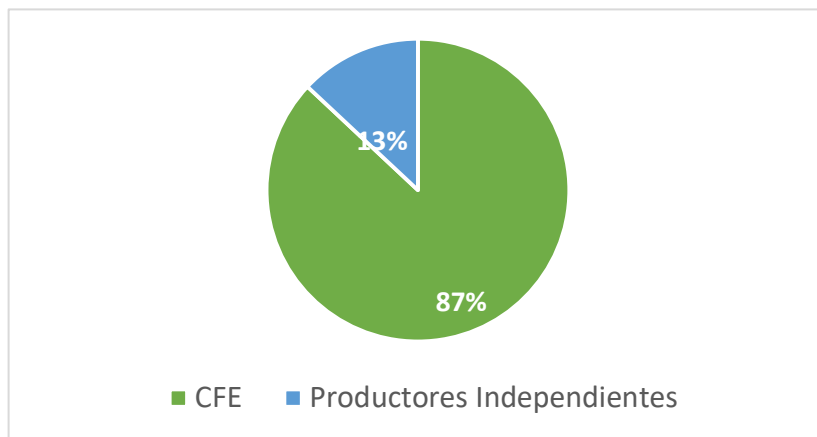
En México, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la industria manufacturera cuenta con aproximadamente 8,064 establecimientos económicos clasificados como medianas empresas y con 3,993 establecimientos clasificados como grandes empresas, se estima que en México, dos de cada tres empresas no cuentan con un programa de mantenimiento predictivo [38], con base en dicha estimación, se calcula que aproximadamente 4,019 industrias a lo largo del país cuentan con programas de mantenimiento predictivo. Las empresas que realizan dichos programas, aplican de una a dos técnicas predictivas, generalmente contratando servicios de forma externa [39]. Con base en la información obtenida se puede proyectar una posible participación del SAV en el mercado del 1%, obteniendo una demanda mensual de 40 establecimientos económicos, como lo muestra la tabla 4.1.



**Tabla 4.1.** Establecimientos económicos.

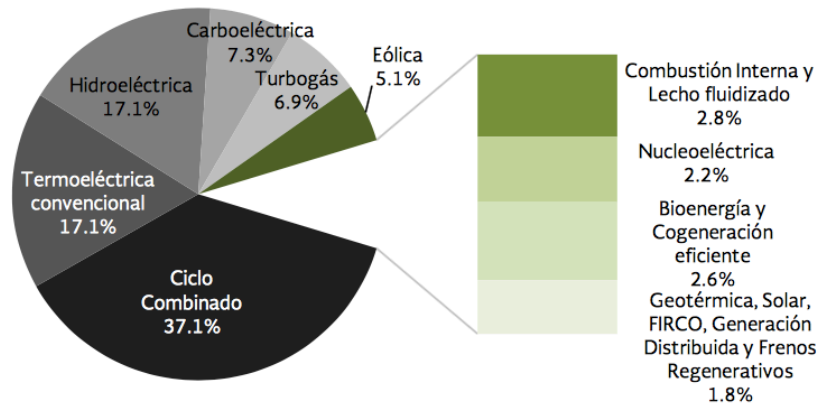
Establecimientos económicos:	Porcentaje de participación en el mercado:	Análisis de la demanda:
4,019	1%	<b>40 establecimientos económicos</b>

Respecto al sector energético, de acuerdo con la Comisión Federal de Electricidad (CFE), existen un total de 188 centrales generadoras de electricidad en el país, subdivididas entre la Comisión Federal de Electricidad (CFE) con un 87% del total y productores independientes con un 13%, como lo muestra la figura 4.5.



**Figura 4.5.** Infraestructura de generación de energía eléctrica en México.

La capacidad instalada por modalidades de generación, se presenta en la figura 4.6, con el porcentaje de las centrales generadoras de energía de acuerdo al tipo de tecnología que utilizan.



**Figura 4.6.** Capacidad instalada por tipo de tecnología.

En cuanto a la distribución territorial, las entidades federativas con mayor capacidad instalada son: Veracruz, Tamaulipas, Chiapas, Guerrero y Baja California, las cuales concentran el 40% del total. Por su parte Aguascalientes, Morelos, Zacatecas, Tlaxcala y Quintana Roo únicamente representan el 0.8% de la capacidad total [40].

De acuerdo con la información presentada, la Comisión Federal de Electricidad opera la mayor cantidad de centrales generadoras, dominando el mercado nacional, por lo cual es considerado uno de los clientes potenciales para el Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas. Respecto a los servicios de mantenimiento que requieren las centrales de generación, el 13.8% del total de las contrataciones de bienes y servicios que realiza CFE son para dicha área [41], contando con el 98% de proveedores nacionales, lo cual es un área de oportunidad para el SAV, al ser un desarrollo tecnológico nacional

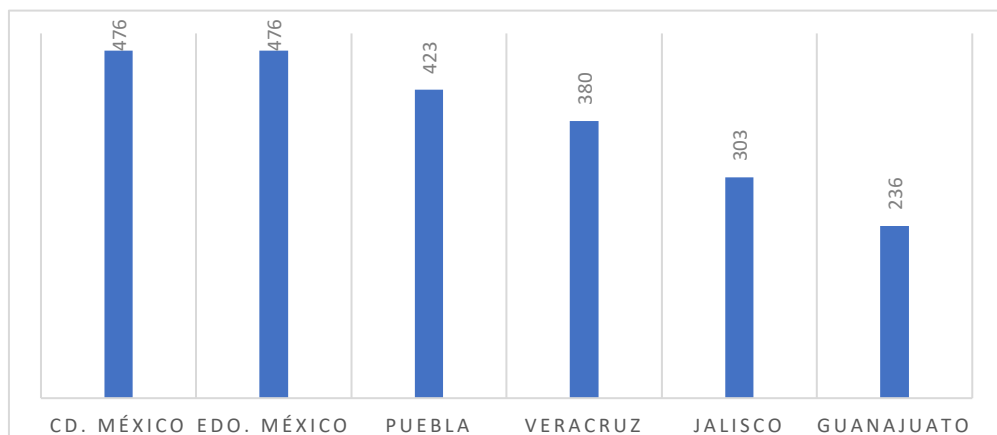
#### 4.4.2.1.2 Proveedores de servicios

De acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas del INEGI, a nivel nacional existen 1397 establecimientos económicos que realizan actividades de reparación y mantenimiento de maquinaria y equipo industrial, de los cuales aproximadamente 450 establecimientos económicos brindan servicios relacionados con el monitoreo y análisis de vibraciones mecánicas en la industria.

La entidad mexicana de acreditación (ema) actualmente tiene acreditados y aprobados a 100 laboratorios dentro del área de ambiente laboral, los cuales pueden brindar servicios para dar cumplimiento a la NOM-024-STPS-2001 “Vibraciones-Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo”. Por su parte, el portal de gobierno ofrece información relativa a 26 laboratorios de prueba acreditados y aprobados para dar cumplimiento a dicha norma.

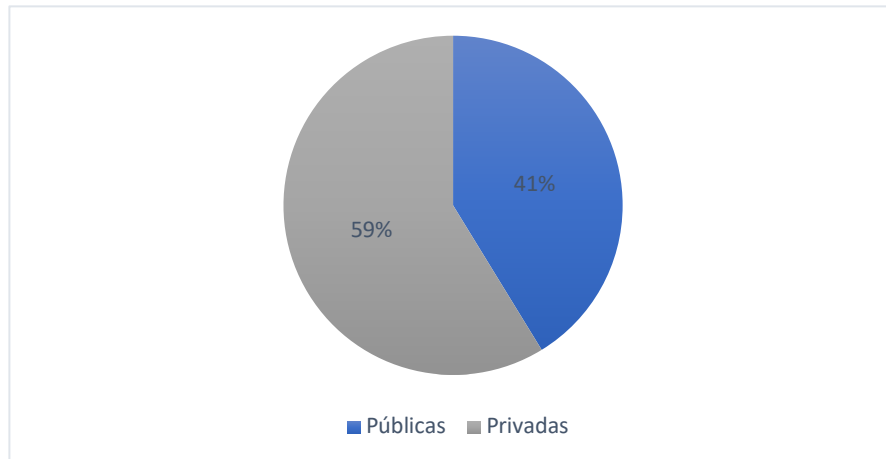
#### 4.4.2.1.3 Sector académico

De acuerdo con datos del Sistema Educativo Nacional de la Secretaría de Educación Pública (SEP) para el ciclo escolar 2017-2018, en México existen 5,455 escuelas de nivel superior concentradas en seis entidades federativas; la Ciudad de México, el Estado de México, Puebla, Veracruz, Jalisco y Guanajuato [42], como se muestra en la figura 4.7.



**Figura 4.7.** Entidades federativas con mayor número de universidades en México.

Las instituciones de nivel superior se dividen en públicas y particulares, a nivel nacional se cuentan con 2,250 universidades públicas y 3,205 universidades privadas, lo que representa el 41% y el 59% [43].



**Figura 4.8.** Universidades públicas y privadas en México.

El segmento de mercado abarca universidades públicas y privadas que cuentan con carreras relacionadas con el área de ingeniería mecánica. De acuerdo con el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO), el número de universidades en México que imparten carreras relacionadas con el área se presentan en la tabla 4.2.

**Tabla 4.2.** Número de Universidades con carreras relacionadas con el área.

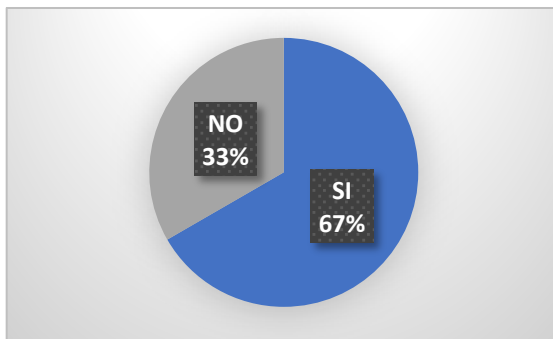
Carrera:	Número de Universidades	Entidades federativas
<i>Ingeniería industrial, mecánica, electrónica y tecnología.</i>	120	30
<i>Ingeniería mecánica y metalurgia</i>	480	32
<i>Electrónica y automatización</i>	512	32
<i>Ingeniería de vehículos de motor, barcos y aeronaves</i>	66	21

#### 4.4.2.1.4 Método cualitativo

El método cualitativo realizado consta de un total de 18 entrevistas realizadas durante el periodo de marzo, abril y mayo del año 2018, se diseñaron tres diferentes entrevistas de acuerdo al perfil del entrevistado, procurando que dicho perfil estuviese relacionado con los segmentos de mercado, influenciadores o tomadores de decisión, en el apéndice A, se presentan los datos generales de las personas entrevistadas.

Derivado de la investigación cualitativa realizada a través de la aplicación de entrevistas se obtuvieron los siguientes resultados:

Como lo muestra la figura 4.9, del total de entrevistados relacionados con la industria, más del 60% realizan de forma interna programas de mantenimiento predictivo que incluyen análisis de vibraciones mecánicas.

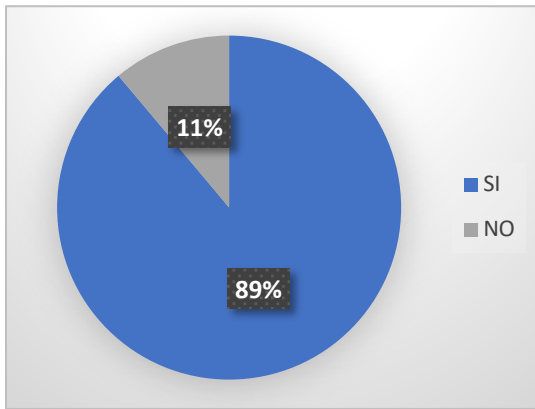


Las empresas que realizan este tipo de programas son: Unilever, Nissan, Givaudan, Continental, CFE y PEMEX.

**Figura 4.9.** Empresas que realizan programas de mantenimiento predictivo.

De las empresas que realizan programas de mantenimiento predictivo de forma interna, todas cuentan con un equipo o sistema para realizar el monitoreo de vibraciones mecánicas.

Respecto al porcentaje de empresas que realizan subcontratación de servicios especializados en vibraciones, se presenta en la figura 4.10.



El porcentaje rebasa el 80%, debido a que la mayoría de las industrias que cuentan con programas de mantenimiento, también realizan contrataciones de verificación a terceros.

**Figura 4.10.** Empresas que realizan subcontratación de servicios.

Con respecto al periodo de tiempo en el que realizan análisis internos a los equipos que generan vibraciones, todas las empresas entrevistadas cuentan con un calendario de mantenimiento, donde se especifica la periodicidad de dichos análisis, la mayoría los realiza de forma bimestral, en el caso de CFE y PEMEX, se realiza un monitoreo continuo en la maquinaria vital, así mismo cuando se detecta alguna anomalía, se realizan recorridos diarios para verificar la condición de la maquinaria. De forma general, cada seis meses se realiza la subcontratación a empresas especializadas o en caso de situaciones prioritarias.

Las empresas que cuentan actualmente con un sistema para el monitoreo de las vibraciones mecánicas de su maquinaria, consideran que las principales ventajas de dichos sistemas son que realizan el análisis completo de cada elemento, generan alertas de funcionamiento adecuado o irregular del elemento, realizan reportes con gráficas de vibración que pueden ser impresos y calculan el tiempo aproximado para realizar la siguiente inspección del elemento. La principal desventaja de dichos sistemas es su elevado costo, debido a ello deben seleccionar elementos de prioridad para realizar el análisis, otra de las desventajas es que los sistemas cuentan con una interfaz poco dinámica para el usuario.

De los factores de relevancia para la adquisición de un determinado sistema de análisis, los principales son el costo del sistema, el cumplimiento de las especificaciones, la calidad, el servicio, el tiempo de entrega y los términos de pago. De acuerdo con las entrevistas realizadas, el tomador de decisión tanto en industria como en Universidades, es el encargado del área administrativa, con base en las especificaciones y características proporcionadas por el encargado técnico o de mantenimiento, siendo este último el influenciador de la decisión.

El encargado administrativo realiza la cotización, compara las características del equipo y del proveedor para finalmente realizar la decisión de compra, el proceso de adquisición dura en la mayoría de los casos un mes, en ocasiones se puede prolongar más tiempo. Así mismo, las empresas entrevistadas buscan dar prioridad a desarrollos tecnológicos nacionales.

Respecto a los proveedores de servicios especializados en análisis de vibraciones mecánicas, estos deben estar acreditados por alguna entidad como la ema (entidad mexicana de acreditación) para realizar este tipo de análisis y contar mayor cobertura en el mercado, ya que los usuarios finales generalmente buscan proveedores de servicios acreditados. Debido al costo de los sistemas de análisis, los proveedores de servicios cuentan con reducido inventario, la empresa Verificaciones Industriales y Desarrollo de Proyectos Ecológicos, S.A. de C.V., cuenta actualmente con nueve sucursales en todo el país, y únicamente con tres equipos para todas sus sucursales, de acuerdo a la entrevista realizada, en la sucursal de Querétaro se tiene una demanda aproximada de tres servicios mensuales, la mayoría de ellos relacionados con el cumplimiento de la norma NOM-024-STPS-2001, Vibraciones-Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.

Por su parte, las Instituciones de Educación Superior (IES) entrevistadas, cuentan con carreras relacionadas con el área de ingeniería mecánica y laboratorios para la realización de prácticas, sin embargo algunos de los laboratorios tienen deficiencias en inventario en cuestión de vibraciones mecánicas, por lo cual los estudiantes deben buscar laboratorios equipados y especializados en otras instituciones. De las cinco Universidades entrevistadas, tres de ellas cuentan con un sistema de análisis de vibraciones mecánicas, uno de ellos desarrollado por estudiantes y profesores de la propia Universidad.

En el caso del ITESM, se cuenta con contacto directo y de colaboración con empresas desarrolladoras de equipos y sistemas especializados para sus laboratorios. De forma general, las IES buscan equipos que sean didácticos, intuitivos, que cuenten con especificaciones técnicas y manuales de operación, además de que se encuentren a un precio accesible.



#### 4.4.3 Análisis de la competencia

El ecosistema de monitoreo de vibraciones a nivel internacional comprende grandes empresas como National Instruments Corp. (EE. UU.), General Electric (EE. UU.), SKF AB (Suecia), entre otras, las cuales venden productos y soluciones para el usuario final de acuerdo a sus necesidades. La mayoría de las empresas internacionales cuentan con sucursales y puntos de venta en México, así mismo existen empresas mexicanas que desarrollan y comercializan su propia tecnología dentro del territorio nacional.

A continuación, se presenta una descripción de dos de las principales empresas comercializadoras de equipos y sistemas de análisis de vibraciones mecánicas a nivel internacional, así como de una de las empresas nacionales desarrolladoras y comercializadoras de sistemas de análisis en territorio nacional, con el objetivo de conocer sus plataformas tecnológicas, esquemas de negocios y estrategias de ingresos.

##### I. National Instruments



Empresa pionera y líder en el desarrollo gráfico de sistemas.

Cuenta con una plataforma unificada desde el diseño hasta la implementación, el enfoque de “Desarrollo gráfico de sistemas” aumenta la productividad y facilita la innovación, al integrar hardware y software modular basado en tecnología comercial, reduciendo costos y mejorando la competitividad [44].

Los productos de National Instruments resuelven retos de ingeniería en industria:

- ✓ Aeroespacial y defensa
- ✓ Maquinaria industrial y pesada
- ✓ Academia e investigación
- ✓ Energía.

## II. Tendencias/Plataforma tecnológica

Su plataforma tecnológica cuenta con 70 millones de dispositivos conectados a través de su base instalada de más de 70,000 sistemas de control, así mismo mantiene siete centros de investigación en todo el mundo.

National Instruments ofrece una combinación de software productivo, controladores de alta calidad y hardware modular con los que desarrolla soluciones definidas por el usuario.

## III. Estrategias o fuente de ingresos

El ecosistema de National Instruments ayuda a desarrollar sistemas innovadores de manera eficiente, proporcionando servicios y soporte, complementos de software y generando socios en todo el mundo. Dentro de sus estrategias de ingresos destacan:

- ✓ Compra por plataforma.
- ✓ Compra por área de aplicación.
- ✓ Servicios, formación y capacitación.

Su portafolio de software, cumple con diversas necesidades desde exploración interactiva hasta diseño de ingeniería personalizada. La colección de productos de software de NI consiste en entornos de desarrollo y software de aplicación (desde lenguajes de programación hasta basados en configuración) un extenso juego de controladores para conectar y complementos para plataformas de implementación especializadas [45].

## IV. Tipos de esquemas de negocios

Las operaciones de NI se encuentran organizadas en divisiones globales, que a su vez se componen de unidades de negocio dedicadas a industrias específicas y áreas de aplicación.

Dentro de sus esquemas de negocios podemos encontrar: Valor añadido, características del producto por rango de precios, así como los modelos de negocio a negocio (B2B, por sus siglas en inglés) y de negocio a clientes (B2C, por sus siglas en inglés).

## I. BENTLY Nevada



Cuenta actualmente con más de 50 años en el mercado, en el año 2002 fue adquirida por General Electric Energy, se especializa en protección de maquinaria y monitoreo de condición.

El equipo de monitoreo de vibraciones y sensores que comercializa otorgan una gran fiabilidad y una eficiencia mejorada para sus operaciones, los cuales se encuentran respaldados por un sistema experto de soporte global.

Los productos de BENTLY Nevada son líderes en el mercado mundial y abarcan las siguientes industrias:

- ✓ Aeroespacial
- ✓ Minería
- ✓ Aceite y gas
- ✓ Generación de energía

## II. Tendencias/Plataforma tecnológica

BENTLY Nevada, cuenta con una red de expertos internacionales dedicada a resolver desafíos en las industrias mencionadas, desde refinerías y plantas petroquímicas hasta instalaciones hidroeléctricas y parques eólicos.

Sus tecnologías innovadoras incluyen la medición basada en sensores, software avanzado, monitoreo de condición, controles, tecnologías de inspección, así como servicios y experiencia global.

### III. Estrategias o fuente de ingresos

La empresa ofrece diversos tipos de servicios de soporte flexibles y escalables, los cuales incluyen capacitación, reparaciones de productos, acuerdos de servicio, entre otros.

Servicios:

- Reparación y repuestos;
- Servicio remoto / Soporte técnico;
- Servicios específicos del producto;
- Alquiler de equipos.

Productos:

- Monitoreo y protección de condiciones;
- Analizadores de vibración portátiles,
- Software de monitoreo de condiciones;
- Adquisición de datos y sensores.

### IV. Tipo de modelos de negocio

Dentro de los esquemas de negocio que utilizan se encuentra el valor añadido, la venta del producto con servicios incluidos y los modelos de negocio B2B y B2C.

#### I. Fundación Murphy and Pérez



Se encuentra en funciones desde el año 2001 dentro del campo de análisis de vibraciones mecánicas, balanceo dinámico de máquinas rotatorias y alineación de equipos. Actualmente cuenta con el respaldo del Vibration Institute, el cual es una entidad acreditada por la ANSI (American National Standards Institute) para certificación de personal de acuerdo a ISO 18436-2.

## II. Tendencias/Plataforma tecnológica

La Fundación Murphy & Pérez, desarrolla en México, un proceso de transferencia de tecnología participando en el Programa de Certificación del VI dentro del ámbito mundial. Los exámenes del VI son elaborados por el comité de certificación que está compuesto por miembros de la industria, academia y son auditados por la Organización Internacional de Estándares [46].

## III. Estrategias o fuente de ingresos

Su principal actividad se encuentra relacionada con la capacitación de ingenieros dedicados al análisis de vibraciones de acuerdo a estándares internacionales oficiales, para:

- La solución de problemas de vibraciones, tanto en máquinas como en estructuras;
- Mejoramiento de la calidad de los procesos;
- Optimización del tiempo de vida útil de maquinaria y equipo;
- Disminución de costos de las actividades de mantenimiento en general;
- Aumento de la producción;
- Confirmación e Incremento de la competitividad del personal.

Los productos de software que comercializan se presentan a continuación:

- Programa de cómputo para balanceo modal que emplea tarjetas de adquisición A/D (National Instruments y otros fabricantes).
- Programa de cómputo para balanceo en uno y dos planos.
- Programas de monitoreo permanente.

Área de servicios, asesoría para solución de problemas en:

- Análisis de Vibraciones;
- Balanceo Dinámico en campo y en sus instalaciones;
- Alineación.

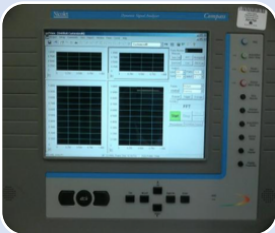
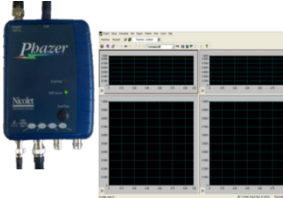
#### IV. Tipo de modelos de negocio

La fundación Murphy and Pérez se encuentra asociada con el Vibration Institute, entidad acreditada para la certificación de personal, sus principales clientes son empresas, por lo que el modelo se considera B2B y utiliza el esquema productos reducidos en costo con el cobro de servicios.

##### **4.4.3.1 Análisis comparativo**

En primera instancia se seleccionaron los sistemas de análisis con los que cuenta actualmente el laboratorio de vibraciones mecánicas del CIICAp, debido a las pruebas técnicas realizadas con anterioridad y el acceso a los sistemas, así como a información específica, como son los manuales de operación. Así mismo, se realizó una búsqueda para identificar los productos con características y funciones similares al SAV, se solicitaron cotizaciones e información técnica respecto a dichos sistemas, en el caso de los productos desarrollados y comercializados en México por el INEEL y por la fundación Murphy & Pérez, se realizó la solicitud de entrevistas de forma personal, aportando información el encargado del desarrollo de los sistemas de análisis de vibraciones mecánicas del INEEL mediante la aplicación de tres entrevistas, con la información obtenida de cada uno de los sistemas de análisis fue posible realizar el comparativo entre productos, características y precio, el cual se presenta en la tabla 4.3.

**Tabla 4.3.** Comparativo entre sistemas de análisis de vibraciones mecánicas.

Empresa	Localización	Producto	Características	Precio
Nicolet technologies	Estados Unidos	<p>Compass Nicolet (software y hardware)</p> 	<p>4 canales simultáneos de medición</p> <p>Generación de gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Frecuencia natural</li> <li>▪ Forma de onda</li> <li>▪ Gráfica de órbita</li> <li>▪ Espectro de Fourier</li> <li>▪ Gráfica de cascada</li> </ul> <p>Resolución espectral: 12,800 líneas</p> <p>Generación de reporte de resultados (Word/Excel)</p>	-
Nicolet technologies	Estados Unidos	<p>Phazer Nicolet (software y hardware)</p> 	<p>4 canales simultáneos de medición</p> <p>Generación de gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Frecuencia natural</li> <li>▪ Forma de onda</li> <li>▪ Gráfica de órbita</li> <li>▪ Espectro de Fourier</li> <li>▪ Gráfica de cascada</li> </ul> <p>Resolución espectral: 3,600 líneas</p> <p>Generación de reporte de resultados (Word/Excel)</p>	\$180,000.00

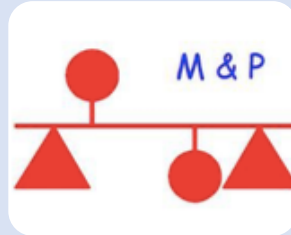
<p>Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias INEEL</p>	<p>Morelos, México</p>	<p>Vibraturb (software y hardware)</p>	<p>4 canales simultáneos de medición</p> <p>Generación de gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Frecuencia natural</li> <li>▪ Forma de onda</li> <li>▪ Espectro de Fourier</li> <li>▪ Gráficas polares</li> <li>▪ Gráfica de cascada</li> </ul> <p>Generación de reporte de resultados (Word/Excel).</p>	<p>—</p>
<p>Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias INEEL</p>	<p>Morelos, México</p>	<p>SICAD II (software y hardware)</p>	<p>8 canales simultáneos de medición</p> <p>Generación de gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Frecuencia natural</li> <li>▪ Forma de onda</li> <li>▪ Gráfica de órbita</li> <li>▪ Espectro de Fourier</li> <li>▪ Gráficas polares</li> <li>▪ Gráfica de cascada</li> </ul> <p>Monitoreo remoto</p> <p>Generación de alertas</p> <p>Adaptable a necesidades.</p>	<p>\$450,000.00</p>





Murphy &  
Pérez S.C.

Morelos,  
México



Nyquist  
(software y hardware)

4 canales simultáneos de  
medición

Generación de gráficas:

- Frecuencia natural
- Forma de onda
- Gráfica de órbita
- Espectro de Fourier
- Gráficas polares

Resolución espectral:  
25,600 líneas

Adaptable a necesidades

Generación de reporte de  
resultados (Word/Excel).

\$153,200.00

Erbessd  
Instruments

México



Digibive MX  
(software y hardware)

2 canales simultáneos de  
medición

Generación de gráficas:

- Frecuencia natural
- Forma de onda
- Gráfica de órbita
- Espectro de Fourier
- Gráficas polares
- Gráfica de cascada
- Gráficos en 3D

Resolución espectral: 2  
millones de líneas  
ISO 20816

Generación de reporte de  
resultados (Word/Excel).

\$120,000.00

SEMAPI	México	<p>DSP Logger Expert (software y hardware)</p> 	<p>6 canales simultáneos de medición</p> <p>Generación de gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Frecuencia natural</li> <li>▪ Forma de onda</li> <li>▪ Gráfica de órbita</li> <li>▪ Espectro de Fourier</li> <li>▪ Gráficas polares</li> <li>▪ Gráfica de cascada</li> </ul> <p>Resolución espectral: 25,600 líneas</p> <p>Generación de alertas ISO 20816</p> <p>Generación de reporte de resultados (Word/Excel).</p>	\$140,000.00
IDEAR Condition Monitoring	México	<p>MAINTraq Analyzer (software)</p> 	<p>8 canales simultáneos de medición</p> <p>Generación de gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Frecuencia natural</li> <li>▪ Forma de onda</li> <li>▪ Gráfica de órbita</li> <li>▪ Espectro de Fourier</li> <li>▪ Gráficas polares</li> <li>▪ Gráfica de cascada</li> </ul> <p>Resolución espectral: 10,200 líneas</p> <p>Monitoreo remoto</p> <p>Generación de alertas ISO 20816</p> <p>Generación de reporte de resultados (Word/Excel).</p>	\$93,000.00



**Figura 4.11.** Número de gráficas que realizan cada uno de los sistemas seleccionados.

Los sistemas de análisis comparados en la tabla 4.3, presentan características en común; son sistemas portátiles, cuentan con almacenamiento de datos en diversas capacidades y generan reportes de resultados en Microsoft Word y Excel, en cuanto a las gráficas que generan, cuatro de los equipos seleccionados (SICAD II, Digibive, DSP y MAINTraq) realizan las seis gráficas que se presentan a continuación:

- Frecuencia natural
- Forma de onda
- Gráfica de órbita
- Espectro de Fourier
- Gráficas polares
- Gráfica de cascada

Como se puede observar en la figura 4.11, el Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas (SAV) y el sistema Nyquist, realizan cinco gráficas de las mencionadas anteriormente, exceptuando la generación de gráficas de cascada, el Compass y Phazer Nicolet no presentan gráficas polares y el sistema Vibraturb no realiza gráficas de órbita.

Del total de los sistemas seleccionados, existen tres de ellos (MAINTraQ, Digibive y DSP) que cumplen con la norma “ISO 20816. Vibración mecánica. Medición y evaluación de la vibración de la máquina”, así mismo, la empresa Murphy & Pérez cuenta con el respaldo del Vibration Institute, entidad acreditada por el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI, por sus siglas en inglés) para la certificación de personal de acuerdo a ISO 18436.

Es importante resaltar que los precios de los sistemas varían en función del hardware que integran dentro de su cotización, así como de sus especificaciones técnicas, funciones y gráficas que realizan. Las seis gráficas presentadas en la figura 4.11 son las fundamentales para realizar el monitoreo y análisis de vibraciones de una máquina, mismas que son generadas en su mayoría por el SAV y los sistemas de análisis estudiados.

Como parte de la búsqueda realizada se obtuvo información relativa a las principales funciones y características que, mediante su implementación añadirán valor a los equipos y sistemas de monitoreo de vibraciones mecánicas, dichas características son descritas a continuación.

- Dispositivos portátiles. Los cuales cuentan con una gran capacidad de almacenamiento de datos, análisis e historiales completos disponibles dentro del sitio de monitoreo y de forma remota.

- Servicios vía internet. Los reportes de diagnóstico de condición pueden ser observados a través de cualquier dispositivo conectado a internet.
- Mensajes de texto. Las observaciones y recomendaciones, pueden ser enviadas mediante distintos dispositivos portátiles, como computadoras y teléfonos celulares.
- Sistemas inalámbricos. A través de sistemas de colección de datos de forma remota e inalámbrica. La colección de los datos puede ser llevada a cabo en planta, y el análisis de los datos, podrá ser realizado a distancia.

El uso de protocolos de comunicación Wifi para el acceso inalámbrico a redes, generará una reducción en el costo de instalación de los sistemas de monitoreo, debido a la disminución en el uso de cables.

A través de la conexión inalámbrica entre múltiples dispositivos de colección de datos, será posible establecer redes de monitoreo, mediante dispositivos interconectados.

La implementación de la tecnología inalámbrica genera beneficios como:

- La reducción del costo de instalación del hardware.
- La realización de mediciones en sitios peligrosos o de difícil acceso.
- El análisis a distancia, disminuyendo los costos de mano de obra.
- La autocorrección de la operación de una máquina o sistema.
- El uso continuo y automatizado de los sistemas de monitoreo de la condición de la máquina.

Con base en la búsqueda realizada y la información obtenida fue posible realizar el análisis de la competencia y presentar recomendaciones que generen oportunidades de mejora para el Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas SAV, dichas recomendaciones se presentan a continuación.

Realizar una actualización al Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas SAV, que incluya:

- Compatibilidad con hardware actualizado.
- La integración de gráficas de cascada.
- La generación de reportes en programas como Word y Excel.
- La generación de alertas cuando se rebase cierto límite de vibración.
- El desarrollo de una plataforma intuitiva para el usuario.
- Monitoreo de forma remota, mediante una plataforma en internet o una aplicación móvil.
- El desarrollo de un manual técnico y de operación.
- Realizar tutoriales y asistencia técnica en video para los usuarios del SAV.
- Desarrollar la fijación del precio del SAV, con base en la competencia y en los costos de desarrollo.

#### 4.4.4 Fijación del precio del producto en el mercado

##### 4.4.4.1. Fijación de precio basada en costos:

Para realizar la fijación del precio del Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas en el mercado, se proponen dos modalidades de venta, la primera incluye la venta individual de la licencia de software SAV. A continuación, se presenta los costos considerados para determinar su precio de venta.

**Tabla 4.4.** Costos Variables Unitarios.

<i>Cantidad</i>	Descripción:	Costo por unidad:
1	Almacenamiento para el software SAV (USB y CD)	\$500.00
1	Manual de operación (Impreso y digital)	\$500.00
<b>Costo total:</b>		<b>\$1,000.00</b>

**Tabla 4.5.** Costos fijos.

<i>Cantidad:</i>	Descripción:	Costo mensual:	Costo Anual:
1	Capital humano, sueldo mensual (3 personas)	\$30,000.00	\$360,000.00
1	Viáticos (3 personas)	\$6,000.00	\$72,000.00
1	Línea telefónica	\$500.00	\$6,000.00
1	Página Web y publicidad en internet	\$2,400.00	\$28,800.00
1	Ferias comerciales	\$2,500.00	\$30,000.00
1	Licencia de Labview professional, incluido el complemento Application Builder	\$8,865.00	\$106,380.00
1	Registro de Propiedad Intelectual (Derecho de autor y marca)	\$260.00	\$3,120.00
<b>Costo total:</b>		<b>\$50,525.00</b>	<b>\$606,300.00</b>

**Tabla 4.6.** Precio calculado con base en los costos fijos y variables.

	<b>Costo mensual</b>
<i>Costos fijos:</i>	\$50,525.00
<i>Costos variables:</i>	\$1,000.00
<i>Unidades de ventas deseadas:</i>	2
<i>Rendimiento de ventas deseado:</i>	0.5
<i>Costo unitario:</i>	\$26,262.50
<i>Sobreprecio:</i>	<b>\$52,525.00</b>

Como se observa en la tabla 4.5, los costos fijos ascienden \$50,525.00 mensuales y los costos variables unitarios son de \$1000.00, se obtiene con el punto de equilibrio un rendimiento de ventas deseado de 2 unidades mensuales, con un margen de utilidad del 50%. Con base en la fórmula se obtiene el precio unitario de venta de la licencia de software SAV, el cual asciende a \$52,525.00 MNX.

La segunda modalidad comprende la venta de componentes de hardware y la licencia del software SAV, para realizar el cálculo del precio de venta, se integró un paquete básico de hardware y se obtuvieron los costos de cada uno de los componentes, así mismo se incluyó el costo de la licencia del software SAV. Se presentan a continuación, las tablas con los costos fijos y variables considerados para la determinación del precio final.



**Tabla 4.7.** Componentes de Hardware y software para el cálculo del precio.

<b>Cantidad:</b>	<b>Descripción:</b>	<b>Costo:</b>	<b>Ganancia (10%)</b>	<b>Precio final:</b>
1	Licencia de software (SAV) para adquisición de datos provenientes de sensores de proximidad, velocidad o aceleración, 4 canales simultáneos de medición.	\$52,525.0		\$52,525.0
1	Tarjeta de adquisición de datos (DAQ) marca NI, para 4 canales de muestreo simultáneos, 24 bits.	\$39,740.00	\$3,974.00	\$43,714.00
1	Chasis de 4 ranuras marca NI, comunicación USB.	\$17,595.00	\$1,759.50	\$19,354.50
1	Fuente de alimentación 120 VAC, 2.3 metros, marca NI.	\$200.00	\$20.00	\$220.00
1	Tarjeta de entrada/salida digital de 4 canales, marca NI, para señal tacométrica.	\$4,850.00	\$485.00	\$5,335.00
1	Sensor de velocidad piezoeléctrico, 100mV/in/seg, marca CTC.	\$9,218.00	\$921.80	\$10,139.80
1	Sensor de aceleración / IMI Acelerómetro 100 mV/g, ICP (IEPE).	\$2,815.00	\$281.50	\$3,096.50
1	Sonda de proximidad, cable .5m, marca CTC	\$4,696.00	\$469.60	\$5,165.60
1	Maletín de plástico Pfc	\$1,500.00	\$150.00	\$1,650.00
<b>Costos totales:</b>		\$133,139.0 0	\$8,061.40	<b>\$141,200.40</b>

Los costos fijos se encuentran incluidos en el precio de la licencia del software SAV, así como el margen de ganancia del 50% sobre la venta de la licencia. La tabla 4.7 incluye el costo de los componentes de Hardware de la marca National Instruments (NI), más un margen de ganancia del 10% sobre cada uno de los componentes. Calculándose así, el precio de final de venta por unidad de \$141,200.40 MNX.

#### 4.4.4.1.1 Punto de equilibrio:

La obtención del punto de equilibrio fue clave para la determinación de los precios de venta del Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas, a continuación, se presentan las tablas correspondientes al cálculo del punto de equilibrio del SAV.

**Tabla 4.8.** Punto de equilibrio para el SAV.

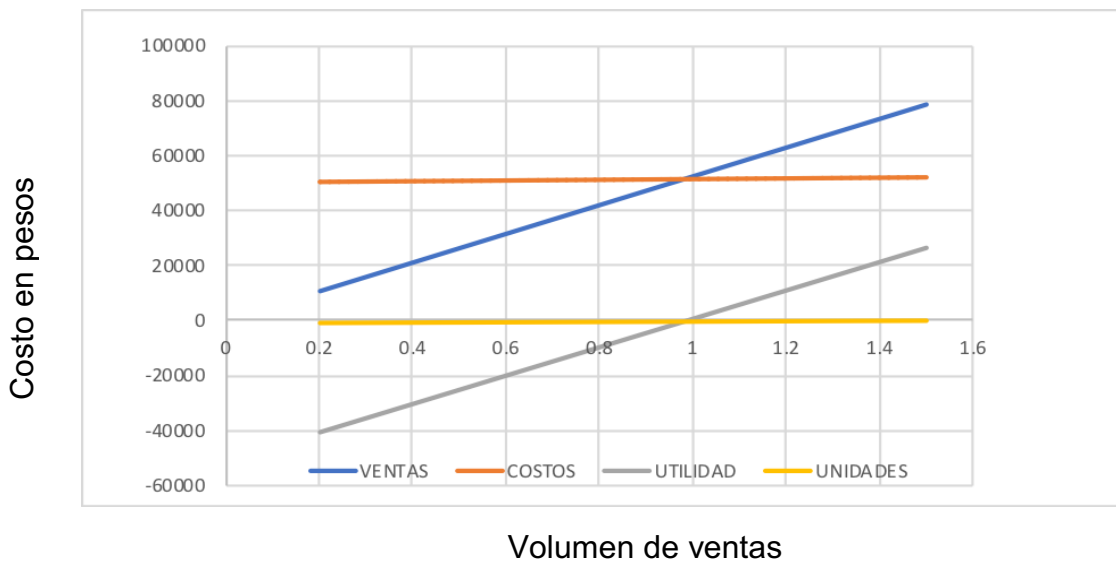
	1.0	Unidades
	<i>Unidades a producir</i>	
		1.00
<i>VENTAS TOTALES</i>	<i>COSTOS TOTALES</i>	<i>UTILIDAD TOTAL</i>
\$52,525.00	\$51,525.00	\$1,000.00

El punto de equilibrio obtenido para la licencia de software es de una unidad mensual, con la cual se recupera el total de los costos y se obtiene una utilidad total de \$1000.00, sin embargo, para obtener una ganancia significativa con una utilidad del 50% se recomienda la comercialización de dos unidades mensuales del SAV. Como lo muestra la tabla 4.9, alcanzando una ganancia de \$52,525.00 MNX mensuales.

**Tabla 4.9.** Punto de equilibrio y utilidad.

	Unidades a producir	
	2.00	
VENTAS TOTALES	COSTOS TOTALES	UTILIDAD TOTAL
\$105,050.00	\$52,525.00	\$52,525.00

A continuación, se presenta el diagrama de equilibrio, el cual muestran el costo total y las ganancias totales esperadas con diferentes volúmenes de ventas, en la figura se presenta el diagrama de equilibrio para la venta de la licencia de software SAV, los costos fijos son de \$50,525.00 MNX, sin importar el volumen de ventas. A los costos fijos se le agregan los costos variables para calcular los costos totales, los cuales aumentan cuando el volumen se incrementa. Las utilidades totales inician en 1 y aumentan con cada unidad que se vende. La pendiente de ventas y costos se cruzan en 1 unidad, lo cual representa el volumen de equilibrio. Con un precio de \$52,525.00, se requiere vender al menos 1 unidad mensual para que las utilidades totales cubran los costos totales.



**Figura 4.12.** Diagrama del punto de equilibrio.

Para obtener una utilidad meta del 50%, se deberán vender dos unidades mensuales a \$52,525.00 pesos cada una.

#### 4.4.4.2. Fijación de precio basado en la competencia

Con base en el análisis de la competencia, y en los equipos y sistemas que comercializan se realizó una tabla comparativa con los precios de sus principales productos, la cual se presenta a continuación:

**Tabla 4.10.** Tabla comparativa de precios.

Producto	Paquete software y hardware	Licencia de software
Digibive MX 30M	\$118,000.00	
DSP Logger expert	\$140,000.00	
Phazer Nicolet	\$180,000.00	
Fluke 810	\$283,000.00	
SICAD II	\$450,000.00	
Nyquist I	\$153,200.00	\$83,000.00
Nyquist II	\$155,200.00	\$85,000.00
MAINTraq analyzer		\$93,000.00
<b>Promedio:</b>	<b>\$211,342.86</b>	<b>\$87,000.00</b>

La mayoría de las empresas seleccionadas comercializan el paquete integrado de software y hardware, cuyos precios se encuentran en un rango de los \$118,000.00 a \$450,000.00 pesos, por su parte las cotizaciones referentes al precio de la licencia del software van de los \$83,000.00 a los \$93,000.00 pesos. Se considera el promedio de los precios que maneja la competencia como un referente para la fijación del precio del producto en el mercado.

## **4.5 Integración de aspectos legales**

### **4.5.1 Propiedad Intelectual**

De acuerdo con el capítulo tercero de la Ley de la Propiedad Industrial, referente a las patentes, establece “Serán patentables las invenciones que sean nuevas, resultado de una actividad inventiva y susceptibles de aplicación industrial.” Dichas características son esenciales para la protección de las invenciones, pero para ello es importante conocer que se considera una invención, dentro de la misma ley, el artículo 15 indica que una invención es toda creación humana que permite transformar la materia o la energía que existe en la naturaleza, para su aprovechamiento por el hombre y para satisfacer sus necesidades.

Por su parte el artículo 19 señala que no son consideradas invenciones: los principios teóricos o científicos, los programas de computación, los esquemas, planes, reglas y métodos para realizar actos mentales, juegos o negocios, así como los métodos matemáticos, entre otros.

Para que el Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas pueda ser comercializado es necesario realizar la protección de la Propiedad Intelectual del software mediante la figura de “Derecho de autor”, el cual de acuerdo al artículo 11 de la Ley Federal del Derecho de Autor; es el reconocimiento que hace el Estado en favor de todo creador de obras literarias y artísticas, en el artículo 13 se enuncian dichas obras, siendo los programas de cómputo parte de las mismas. De acuerdo con el Instituto Nacional del Derecho de Autor (2018) “un programa de cómputo es la expresión original en cualquier forma, lenguaje o código, de un conjunto de instrucciones que, con una secuencia, estructura y organización determinada, tiene como propósito que una computadora o dispositivo realice una tarea o función específica” [47].

Al obtener la figura de Derecho de autor, tanto los derechos morales como patrimoniales del programa de cómputo se otorgan al autor y le brindan la posibilidad de explotar comercialmente su obra. A través de los derechos patrimoniales podrá percibir regalías por la comunicación o transmisión pública de su obra.

#### **4.5.1.1 Procedimiento para el registro del SAV ante el INDAUTOR**

Es necesario presentar la solicitud de registro RPDA-01 “Solicitud de registro de obra” y sus documentos anexos, la cual se obtiene en el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Además, se deberá incluir:

- Título de la obra.
- Resumen concreto de la obra, en no más de 75 palabras.
- Cartas de colaboración por parte de cada uno de los autores.
- Código fuente y dos copias del mismo; puede entregarse en formato impreso o digital.
- El pago de derechos correspondientes.

El solicitante deberá acudir al Instituto Nacional del Derecho de Autor en cualquiera de sus oficinas receptoras dentro del territorio mexicano para realizar el trámite. A partir de la recepción de los documentos, el INDAUTOR emitirá una respuesta a la solicitud realizada en un plazo máximo de 15 días hábiles. El trámite podrá ser realizado por el autor o por su representante legal a través de una carta poder. Actualmente, se ha implementado el sistema “Express autor”, el cual es un servicio de atención inmediata que les otorga a los creadores el Certificado de Registro de Obra el mismo día en que realizan el trámite, el autor o su representante legal con carta poder deben presentarse en las instalaciones del INDAUTOR ubicadas en la Ciudad de México para realizar el trámite y obtener el Certificado.

#### 4.5.2 Marco legal aplicable

A nivel internacional, se presentan las normas ISO (International Organization for Standardization), las cuales cuentan con una Clasificación Internacional de Normas (ICS), el cual subdivide a las normas en diferentes sectores y subsectores, para el caso del Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas, se encuentran los siguientes códigos ICS relacionados:

- **17.160.** Vibraciones mecánicas; medición de vibraciones, incluyendo instrumentos de medición e instalaciones.
- **21.120.40.** Balanceo de máquinas.
- **13.160.** Vibraciones mecánicas en seres humanos.

La clasificación ICS 17.160, cuenta con un total de 153 normas publicadas y en desarrollo, relativas a las características de los equipos, sistemas de medida y adquisición, analizadores de vibraciones, sensores y métodos empleados para la medición y análisis de vibraciones mecánicas. Abarcan diversos aspectos como calibración, procesamiento de datos, parámetros de adquisición, entre otros. Dentro de la clasificación destacan las normas que se presentan a continuación.

**Tabla 4.11.** Normas sobre instrumentación y sistemas de medida.

<b>Clave:</b>	<b>ISO 20816-1:2016</b>
<b>Título</b>	<b>Vibración mecánica. Medición y evaluación de la vibración de la máquina. Parte 1: Lineamientos generales.</b>
<b>Descripción:</b>	Sustituye a la norma ISO 10816-1:1995, y establece las condiciones y procedimientos generales para la medición y evaluación de la vibración a través de mediciones realizadas en piezas rotatorias y no rotatorias de máquinas completas [48].  La ISO 20816 se encuentra dividida en ocho partes.

<b>Clave:</b>	<b>ISO 2954:2012</b>
<b>Título</b>	<b>“Vibración mecánica en maquinaria rotativa y alternativa” Requerimientos para los instrumentos de medida de la severidad de la vibración.</b>
<b>Descripción</b>	Indica los requisitos que deben cumplir los instrumentos y sistemas de medición de la intensidad de la vibración de las máquinas, de forma particular cuando se realizan mediciones repetidas para la obtención de tendencias de monitoreo en una máquina, verificando que no se supere un valor específico [49].

**Tabla 4.12.** Requerimientos para el personal de análisis de vibraciones.

<b>Clave:</b>	<b>ISO 17359:2018</b>
<b>Título</b>	Monitoreo y diagnóstico de estado de equipos: Guía general.
<b>Descripción</b>	Provee pautas para los procedimientos generales que deben ser considerados al configurar un programa de monitoreo de condición para máquinas e incluye referencias de los estándares requeridos en este proceso [50]. La norma es aplicable a todas las máquinas.
<b>Clave:</b>	<b>ISO 18436</b>
<b>Título</b>	Monitoreo y diagnóstico de estado de equipos: Requerimientos para la evaluación y calificación de personal.
<b>Descripción</b>	Provee los requisitos para personas y organizaciones que operen sistemas de evaluación de la conformidad dirigidos al personal que realiza el monitoreo del estado de la maquinaria, identifica fallas y recomienda acciones correctivas [51]. En la norma se especifican los procedimientos para la evaluación de la conformidad del monitoreo de la condición y el personal de diagnóstico.  La ISO 18436 se encuentra dividida en ocho partes de acuerdo al tipo de diagnóstico que realizan.



<b>Clave:</b>	<b>ISO 18436-2:2014</b>
<b>Título:</b>	Monitoreo y diagnóstico de estado de equipos: Requerimientos para capacitación y certificación de personal. Parte 2: Monitoreo y diagnóstico de estado de vibración
<b>Descripción</b>	Especifica los requerimientos generales para el personal de análisis vibraciones quienes realizan el monitoreo y diagnóstico de estado de equipos. La certificación de cumplimiento de esta norma proveerá reconocimiento de las calificaciones y competencias de individuos para ejecutar mediciones y análisis de vibración en equipos usando sistemas fijos y portátiles [52].

**Tabla 4.13.** Normas relacionadas con el monitoreo de la condición.

<b>Clave:</b>	<b>ISO 13374-1:2003</b>
<b>Título</b>	Monitoreo de la condición y diagnóstico de maquinaria: comunicación, presentación y procesamiento de datos. Directrices generales.
<b>Descripción</b>	<p>Establece los lineamientos generales para las especificaciones del software relacionadas con la comunicación, presentación y procesamiento de datos del monitoreo de la condición y diagnóstico de la máquina [53].</p> <p>La ISO 13374 se subdivide en cuatro partes, la primera de ellas enfocada en los lineamientos generales, las tres partes posteriores se enfocan cada una en la comunicación, presentación y procesamiento de datos.</p>

La clasificación ICS 21.120.40 que hace referencia al balanceo de maquinaria, cuenta con un total de 14 normas publicadas y en desarrollo, de las cuales las principales se presentan a continuación:

**Tabla 4.14.** Normas relacionadas con el balanceo de maquinaria.

<b>Clave:</b>	<b>ISO 19499:2007</b>
<b>Título</b>	Vibraciones mecánicas – Balanceo - Guía sobre el uso y aplicación de estándares de balanceo.
<b>Descripción</b>	Brinda una introducción al balanceo y dirige al usuario a través de los estándares internacionales asociados con el balanceo de rotores. Proporciona información para la aplicación adecuada de las normas internacionales disponibles [54].
<b>Clave:</b>	<b>ISO 21940</b>
<b>Título</b>	Vibraciones mecánicas – Balanceo de rotores.
<b>Descripción</b>	La ISO 21940 se encuentra dividida en diez partes, las cuales engloban desde la introducción, vocabulario, procedimientos, la descripción y evaluación del balanceo, entre otros. Cada una de las partes es específica para el balanceo de rotores [55]

En cuanto a la clasificación ICS 13.160, esta cuenta con 77 normas publicadas y en desarrollo, las cuales hacen referencia primordial a la medición y evaluación de la exposición de los seres humanos a vibraciones producidas por maquinaria en sus centros de trabajo.

A nivel nacional, no se encontró normatividad oficial relacionada de forma directa con la instrumentación y los sistemas de análisis de vibraciones mecánicas, así como con estándares relacionados con la formación de personal experto en dicho tipo de análisis, la normatividad oficial se centra en el área de seguridad e higiene y hace referencia a la exposición de seres humanos a vibraciones mecánicas generadas en lugares de trabajo, la Norma Oficial Mexicana (NOM), de carácter obligatorio, NOM-024-STPS-2001 se presenta en la tabla 4.15.

**Tabla 4.15.** NOM-024-STPS-2001.

<b>Título:</b>	Vibraciones - Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.
<b>Descripción</b>	Establece los límites máximos permisibles de exposición y las condiciones mínimas de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen vibraciones que, por sus características y tiempo de exposición, sean capaces de alterar la salud de los trabajadores [56]

Con base en los resultados de la búsqueda y el análisis de la competencia efectuado es importante destacar que la mayoría de los equipos y sistemas de análisis de vibraciones mecánicas no dan cumplimiento a los estándares de las normas internacionales, en la mayoría de los casos el usuario confía en la calidad y nombre de la empresa que los fabrica.

## **CAPITULO 5.**

---

### **5.1 CONCLUSIONES**

Se realizó el desarrollo e integración de cada uno de los elementos comerciales necesarios para uniformar el desarrollo tanto técnico y comercial del Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas SAV, puesto que al inicio del presente trabajo no se contaba con ningún tipo de herramienta estratégica y comercial para el SAV, la integración de los elementos desarrollados permite posicionar al sistema dentro de una fase de validación tecnológica y establece los elementos comerciales requeridos para el incremento de su nivel de maduración tecnológica, una vez que se haya validado el sistema dentro de un ambiente real de operación y se haya valorado la implementación de las recomendaciones expuestas en el presente trabajo.

Se realizó la identificación del nivel de maduración tecnológica del Sistema de Análisis de vibraciones mecánicas SAV, el cual se ubica en el nivel 4 del TRL correspondiente a la etapa de validación tecnológica a nivel laboratorio, para llevar el sistema a una etapa comercial, es necesario incrementar su nivel de maduración tecnológica, mediante la validación del sistema en un entorno real y el desarrollo de las herramientas comerciales que se incluyen dentro del paquete tecnológico.

El estudio de vigilancia tecnológica fue realizado en una primera etapa durante los meses de septiembre, octubre y noviembre del 2017, posteriormente se realizó una actualización en el año 2018, obteniéndose resultados relacionados con la generación de conocimiento dentro del área de análisis de vibraciones mecánicas, así como información relativa a las principales características y funciones que se implementan actualmente en este tipo de sistemas.

Se elaboró el modelo de negocios Canvas para el Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas, el cual es una base y guía para la conformación de una posible empresa de base tecnológica en etapas posteriores referentes a la comercialización del sistema.

Se identificó el mercado al cual puede ser dirigido el SAV y se realizó la segmentación del mismo, enfocándose en el mercado nacional. Se elaboró el análisis de la demanda con información de fuentes de datos primarias y secundarias, incluyendo el método cualitativo relativo a la aplicación de entrevistas, como resultado se obtuvo que el segmento de mercado 1 (industrial) es el más extenso y que más del 60% de las empresas entrevistadas cuentan con algún programa de mantenimiento que incluye el análisis de vibraciones mecánicas. Así mismo se realizó el análisis de la competencia, identificando sistemas y equipos comerciales de análisis de vibraciones, sus características, funciones y ventajas competitivas.

Se identificó el marco legal aplicable al Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas SAV, en el entorno nacional se presenta la NOM-024-SSTPS-2001, la cual se encuentra en el ámbito de seguridad e higiene y ambiente laboral, así mismo se identificó normatividad internacional ISO, las cuales son aplicables a diversos aspectos como la calibración, procesamiento de datos y parámetros de adquisición en el ámbito de las vibraciones mecánicas. Por otra parte, es importante señalar que la mayoría de los equipos de análisis comparados, no cumplen con normatividad internacional, ya que los usuarios tienden a confiar en el nombre y trayectoria de ciertas marcas como garantía de calidad.

Se concluyó que la figura de propiedad intelectual adecuada para el Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas es el Derecho de Autor, esto con base en la Ley de la Propiedad Intelectual y en la Ley Federal del Derecho de Autor, así como en las características del SAV y en las ventajas que conlleva para el desarrollo tecnológico dicha figura de Propiedad Intelectual.

Se realizó la fijación del precio de las dos modalidades de venta del SAV, la primera de ellas incluye únicamente la licencia del software, mientras que la segunda modalidad integra el hardware y la licencia del software. Obteniendo que el precio de la licencia de software del SAV es aproximadamente un 30% más económica con respecto al precio comparado de la competencia. Así mismo el precio de la modalidad de hardware y software es de los más económicos en comparación con su competencia, y este precio puede variar con respecto a las necesidades del usuario.

## 5.2 RECOMENDACIONES

Para que el Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas SAV pueda ser susceptible a comercialización, incrementando su propuesta de valor y sea competitivo en el mercado, se recomienda realizar:

- Pruebas de funcionamiento del Sistema de Análisis de Vibraciones bajo condiciones reales de operación, para validar su funcionamiento y de ser necesario implementar ajustes técnicos y operativos.
- La integración de mejoras al sistema que incluyan:
  - La generación de reportes en programas como Word y Excel.
  - Comunicación inalámbrica, teniendo como posibles canales: Internet, Bluetooth, USB y Wifi.
  - Monitoreo remoto, a través de una plataforma en internet o una aplicación móvil.
  - Generación de alarmas vía remota.
  - Compatibilidad con hardware actualizado.
  - Desarrollo de una plataforma intuitiva para el usuario.
  - Base de datos con información de los rangos operativos permisibles predeterminados.
  - Procedimientos y acciones correctivas recomendadas a implementar por el usuario.
- El pivoteo del Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas dentro de los segmentos de mercado identificados, con el objetivo de conocer las necesidades reales del mercado y obtener retroalimentación para realizar los últimos ajustes al sistema.
- Una bitácora de registro detallada con los ajustes técnicos, resultados y observaciones de las pruebas realizadas con el sistema.

- El desarrollo y estructuración del manual técnico y operativo del SAV, una vez que este haya sido validado bajo condiciones reales de operación. Además se recomienda integrar un manual interactivo digital o en video que pueda estar disponible para los usuarios vía internet.
  
- El registro de la Propiedad Intelectual mediante la figura de derecho de autor como primera etapa de protección para el sistema, una vez implementados los ajustes y mejoras técnicas al sistema se recomienda realizar la solicitud del registro de derechos de autor para la segunda versión del SAV.
  
- Una vez que se haya obtenido la versión pre-comercial del Sistema de Análisis de Vibraciones mecánicas, se recomienda realizar la integración de una empresa de base tecnológica que tome como referencia el modelo de negocios desarrollado en el presente trabajo, siendo este una guía para la comercialización del SAV en etapas posteriores.



## REFERENCIAS:

---

[1] Lam, A. (2012). "Innovative organizations: structure, learning and adaptation". Innovation Perspectives for the 21st Century, Madrid: BBVA, España, pp.163-175.

[2] Servicios de Información Tecnológica SIT. Guía del usuario. Servicios de información tecnológica. Dirección Divisional de Promoción y Servicios de Información Tecnológica. Secretaría de Economía. Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual.

[3, 7] CONACYT. (2014). Paquetes Tecnológicos. Mayo, 2017, de CONACYT, disponible en: <http://www.conacyt.mx/index.php/paquetes-tecnologicos>

[4] Longoria Cordero Gabriel, "Reconocimiento de fallas en motores de inducción mediante patrones orbitales de vibraciones" Instituto Politécnico Nacional, México, 2014.

[5] Lavaderos Orellana Gonzalo, "Análisis de órbitas como técnica de diagnóstico de fallas de equipos rotatorios", Universidad del BIOBIO, Chile, 2013.

[6] Naranjo González Mario Alberto, "Innovación y desarrollo tecnológico: Una alternativa para los agronegocios", Revista Mexicana de Agronegocios, vol. VIII, núm. 14, 2004, pp. 236-250, Sociedad Mexicana de Administración Agropecuaria A.C., Torreón, México.

[8] CONACYT. Subprograma AVANCE, "Glosario de términos", 2012, pp.4, México.

[9] Universidad Autónoma Metropolitana, Oficina de Transferencia del Conocimiento, "Transferencia de tecnología a empresas", 2018, México, disponible en <http://www2.izt.uam.mx/otc/transferencia.html>

- [10] Ministerio de Industria, Energía y Turismo, “Niveles de madurez de la tecnología, technology readiness levels, una introducción”, Revista Economía Industrial, pp. 165-169, Madrid, España.
- [11] Álvarez Peralta Diego, A. Viltard Leandro, “Herramientas de análisis estratégico”, Palermo Business Review, 2016, pp. 45-64, Argentina.
- [12] Osterwalder Alexander, Pigneur Yves, “Generación de modelos de negocio”, Editorial Deusto, junio 2011, Barcelona, España.
- [13, 15] González Alcalá Abel II, Gómez Dorely David, “Guía Práctica InnoViTech, vigilancia tecnológica para la innovación”, diciembre 2015, Antioquia, disponible en <https://www.ovtt.org>
- [14] Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Norma UNE 166006:2011 “Gestión de la I+D+i: Sistema de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva”.
- [16] Perego Luis Héctor, Miguel Silvia Romina, “Innovación e inteligencia estratégica”, Julio 2014, México.
- [17, 19, 24, 25, 26, 32] Kotler Philip, Amstrong Gary, “Marketing, versión para latinoamérica”, Pearson Education, México, 2007.
- [18, 20] Rivera Camino Jaime, De Garcillán López Rúa Mencía, “Dirección de marketing, fundamentos y aplicaciones”, ESIC Editorial, Madrid, España, 2007.
- [21] De Jesús Mora Jorge Eugenio, Salcido Vega Francisco Guillermo, Zamorano Armenta Dulce de Jesús, “Análisis de la oferta y la demanda del servicio de internet por cable empresarial de 1024 kbps”, Ra Ximhai, Universidad Autónoma Indígena de México”, Sinaloa, México. pp. 295-309.
- [22, 23] Socatelli P. Mario A., “Fundamentos para emprendimientos turísticos sostenibles”, Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica, InterMark, S.A., Costa Rica, noviembre 2013, pp. 1-3.

[27] Rodríguez Brindis Martín Alberto, “Política de fijación de precios: una nueva metodología basada en la estructura de costos-competencia de la empresa”, Universidad Anáhuac Oaxaca, 2015, Oaxaca, México.

[28] Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), (2018), “Propiedad Intelectual”, disponible en <http://www.wipo.int/about-ip/es/>

[29, 30] Instituto Nacional del Derecho de Autor INDAUTOR, (2017), México, disponible en [https://indautor.gob.mx/accesibilidad/accesibilidad\\_autor.html](https://indautor.gob.mx/accesibilidad/accesibilidad_autor.html)

[31] Organización Mundial de la Propiedad Intelectual OMPI, (2016), Suiza, “Principios básicos del derecho de autor y los derechos conexos”, disponible en [http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/es/wipo\\_pub\\_909\\_2016.pdf](http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/es/wipo_pub_909_2016.pdf)

[33, 34] Secretaría de Economía, “Competitividad y normatividad”, (2016), México, disponible en: <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/competitividad-y-normatividad-normalizacion>

[35, 36] Markets and Markets (2017) “Vibration Monitoring Market by Component (Hardware, Software, and Services), System Type (Embedded Systems, Vibration Analyzers, and Vibration Meters), Monitoring Process (Online and Portable), Industry, and Geography - Global Forecast to 2023”, <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/vibration-monitoring-market-29273491.html>

[37] Research and Markets (2017), “Vibration Monitoring – Global Market Outlook 2017-2023”, <https://www.researchandmarkets.com/research/54qtft/vibration>

[38, 39] Santamaría Hólek, Ricardo, “Tendencias del mantenimiento predictivo”, México, disponible en <https://www.tam.com.mx/images/descargas/articulos/tam07.pdf>

[40] Secretaría de Energía SENER, “Programa de desarrollo del sistema eléctrico nacional 2016-2030”, pp. 28, disponible en [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/98308/PRODESEN-2016-2030\\_1.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/98308/PRODESEN-2016-2030_1.pdf)

[41] Comisión Federal de electricidad CFE, “Informe anual 2016”, pp. 57, disponible en <http://gaceta.diputados.gob.mx/Gaceta/63/2017/may/CFE-20170508.pdf>

[42] Secretaría de Educación Pública SEP, Sistema Interactivo de Consulta de Estadística Educativa, 2018, disponible en <http://www.planeacion.sep.gob.mx/principalescifras/>

[43] Secretaría de Educación Pública SEP, “Principales Cifras del Sistema Educativo Nacional 2017-2018”, disponible en [https://www.planeacion.sep.gob.mx/Doc/estadistica\\_e\\_indicadores/principales\\_cifras/flash/index.html](https://www.planeacion.sep.gob.mx/Doc/estadistica_e_indicadores/principales_cifras/flash/index.html)

[44, 45] National Instruments Corporation (2018), disponible en <http://www.ni.com/es-mx/innovations.html>

[46] Fundación Murphy & Pérez (2017), “El instituto de vibraciones: vibration institute”, disponible en <http://vibramur.org/quienes-somos/vibration-institute/>

[47] Instituto Nacional del Derecho de Autor INDAUTOR, Registro de programa de obra de cómputo, disponible en <https://indautor.gob.mx>

[48] ISO 20816-1:2016. Measurement and evaluation of machine vibration - Part 1: General guidelines. First edition. ICS: 17.160 Vibrations, shock and vibration measurements.

[49] ISO 2954:2012 Mechanical vibration of rotating and reciprocating machinery - Requirements for instruments for measuring vibration severity. Second Edition. ICS: 17.160 Vibrations, shock and vibration measurements.

[50] ISO 17359:2018 Condition monitoring and diagnostics of machines - General guidelines. Third Edition. ICS: 17.160 Vibrations, shock and vibration measurements.

[51] ISO 18436-1:2012 Condition monitoring and diagnostics of machines - Requirements for qualification and assessment of personnel - Part 1: Requirements for assessment bodies and the assessment process. Second Edition. ICS: 17.160 Vibrations, shock and vibration measurements / 03.100.30 Management of human resources.

[52] ISO 18436-2:2014 Condition monitoring and diagnostics of machines - Requirements for qualification and assessment of personnel - Part 2: Vibration condition monitoring and diagnostics. Second Edition. ICS: 17.160 Vibrations, shock and vibration measurements / 03.100.30 Management of human resources.

[53] ISO 13374-1:2003 Condition monitoring and diagnostics of machines – Data processing, communication and presentation-Part 1: General Guidelines. First Edition. ICS: 17.160 Vibrations, shock and vibration measurements / 35.420.99 IT applications in other fields.

[54]ISO 19499:2007 Mechanical vibration - Balancing - Guidance on the use and application of balancing standards. First Edition. ICS: 21.120.40 Balancing and balancing machines.

[55] ISO 21940-2:2017 Mechanical vibration – Rotor balancing. First Edition. ICS: 21.120.40 Balancing and balancing machines.

[56] “Vibraciones-Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.” Norma Oficial Mexicana NOM-024-STPS-2001. Diario Oficial de la Federación, 11 de enero del 2002.

## **APENDICE A**

---

### **FORMATO DE ENTREVISTA GENERAL.**

1. ¿Cuál es la función que desempeña dentro de la empresa?
2. ¿De forma interna, en la empresa donde trabaja se realizan análisis de vibraciones mecánicas al equipo industrial o maquinaria? ¿Quién es el encargado/a de realizarla?
3. ¿Cuentan con equipos o sistemas especializados para realizar este tipo de análisis?
4. Mencione algunas ventajas y desventajas de los sistemas de análisis que utilizan actualmente.
5. ¿Cuál es la periodicidad con la que se realizan este tipo de análisis a los equipos que generan vibraciones mecánicas?
6. ¿Realizan subcontratación a empresas especializadas en este tipo de análisis? En caso de ser afirmativo mencionar alguna.
7. ¿Cuentan con algún procedimiento para la compra de este tipo de sistemas requeridos para el análisis y mantenimiento de maquinaria industrial?

## DATOS GENERALES DE PERSONAL ENTREVISTADO.

**Puesto:** Representante de marcas internacionales.  
**Empresa:** Urany S.A. de C.V.  
**Estado:** Querétaro

<b>Puesto:</b> <b>Empresa:</b> <b>Estado:</b>	Coordinador de Seguridad e Higiene Eco Recycling Tijuana
<b>Puesto:</b> <b>Empresa:</b> <b>Estado:</b>	Ingeniero de servicio y encargada del departamento de ambiente laboral. Verificaciones Industriales y Desarrollo de Proyectos Ecológicos, S.A. de C.V. Querétaro.
<b>Puesto:</b> <b>Empresa:</b> <b>Estado:</b>	Ingeniera de proyecto CESCA consultoría San Luis Potosí
<b>Puesto:</b> <b>Empresa:</b> <b>Estado:</b>	Jefe de Seguridad Región Bajío Grupo ADCO Guanajuato
<b>Puesto:</b> <b>Empresa:</b> <b>Estado:</b>	Encargado de seguridad e higiene Freudenberg Morelos.
<b>Puesto:</b> <b>Empresa:</b> <b>Estado:</b>	Investigador de la Gerencia de Turbomaquinaria Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias INEEL. Morelos.
<b>Puesto:</b> <b>Empresa:</b> <b>Estado:</b>	Coordinador de ingenieros de proceso Unilever Morelos.
<b>Puesto:</b> <b>Empresa:</b> <b>Estado:</b>	Jefe de taller y área de servicio de mantenimiento Nissan Morelos.
<b>Puesto:</b> <b>Empresa:</b> <b>Estado:</b>	Ingeniero de aseguramiento de calidad y procedimientos. Givaudan. Morelos.

<b>Puesto:</b> <b>Empresa:</b> <b>Estado:</b>	Subdirección de transmisión zona sur. Comisión Federal de Electricidad. Morelos.
<b>Puesto:</b> <b>Empresa:</b> <b>Estado:</b>	Ingeniero en departamento de geotermia. Petróleos Mexicanos Tabasco.
<b>Puesto:</b> <b>Empresa:</b> <b>Estado:</b>	Encargada de compra de material Continental Morelos.
<b>Ocupación:</b> <b>IES:</b> <b>Estado:</b>	Encargada de laboratorio Universidad La Salle Cuernavaca Morelos.
<b>Ocupación:</b> <b>IES:</b> <b>Estado:</b>	Estudiante de Ingeniería Mecánica Industrial. Universidad Internacional. Morelos.
<b>Ocupación:</b> <b>IES:</b> <b>Estado:</b>	Estudiante de Ingeniería en Mecatrónica Universidad Tecnológica de Emiliano Zapata UTEZ, prácticas profesionales en CIICAp de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Morelos.
<b>Ocupación:</b> <b>IES:</b> <b>Estado:</b>	Profesor de universidad y encargado de laboratorio de física. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Morelos
<b>Puesto:</b> <b>IES:</b> <b>Estado:</b>	Investigador de la universidad en el área de mecánica. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla BUAP Puebla



## APENDICE B

### VIGILANCIA TECNOLÓGICA.

Patentes y modelos de utilidad.

<b>Título:</b>	<b>Online checking system and checking method of rotary mechanical vibration monitoring system</b>
<b>No. de publicación:</b>	CN108279103
<b>Fecha de publicación:</b>	13/07/2018
<b>Clasificación:</b>	G01M7/02
<b>Título:</b>	<b>Integrated Vibration Measurement and Analysis System.</b>
<b>No. de publicación:</b>	US2017003163
<b>Fecha de publicación:</b>	05/01/2017
<b>Clasificación:</b>	G01H17/00; G01M99/00
<b>Título:</b>	<b>Shock and vibration signal analysis monitoring system based on labview.</b>
<b>No. de publicación:</b>	CN205981610
<b>Fecha de publicación:</b>	22/02/2017
<b>Clasificación:</b>	G01M7/02, G01M7/08
<b>Título:</b>	<b>Sistema y método de medición y análisis de parámetros en condición de una máquina.</b>
<b>No. de publicación:</b>	CR20140597
<b>Fecha de publicación:</b>	22/07/2016
<b>Clasificación:</b>	G01H1/00
<b>Título:</b>	<b>Method and system for the vibration analysis of an engine.</b>
<b>No. de publicación:</b>	US2016103038
<b>Fecha de publicación:</b>	14/04/2016
<b>Clasificación:</b>	G01M15/12, G05B23/0229
<b>Título:</b>	<b>Mechanical equipment vibration detection system with environmental vibration compensation function and vibration detection method</b>
<b>No. de publicación:</b>	CN105424303
<b>Fecha de publicación:</b>	23/03/2016
<b>Clasificación:</b>	G01M7/02
<b>Título:</b>	<b>Mechanical equipment offline detection system vibration signal spectrum analysis and alarm method</b>
<b>No. de publicación:</b>	CN105651376
<b>Fecha de publicación:</b>	08/06/2016
<b>Clasificación:</b>	G01H17/00
<b>Título:</b>	<b>System and method for vibration analysis.</b>
<b>No. de publicación:</b>	WO2014043391
<b>Fecha de publicación:</b>	20/03/2014
<b>Clasificación:</b>	G06F19/00
<b>Título:</b>	<b>Sistema de detección de vibraciones y tribológica para monitoreo y alarma de mantenimiento predictivo a distancia.</b>
<b>No. de publicación:</b>	MX2010003699
<b>Fecha de publicación:</b>	16/11/2011
<b>Clasificación:</b>	G01M7/00

Artículos.

**Título:** Diseño de un sistema de análisis temporal y espectral para detectar fallas por vibración en motores eléctricos. Francisco Ernesto Moreno García, José Armando Becerra-Vargas, Carlos Andrés Rendón-Echeverría.

**Autores:**

<b>Título:</b>	Identificación de fallas mecánicas utilizando la transformada Wavalet y Labview.
<b>Autores:</b>	D. Seuret-Jimenez, P. Stahl, O. Terminel
<b>Título:</b>	Análisis de vibraciones: una herramienta clave en el mantenimiento predictivo.
<b>Autores:</b>	Olarte C., William; Botero A., Marcela Cañón Z., Benhur A.
<b>Título:</b>	Estado de la condición mecánica aplicado a máquinas industriales basado en el método SVD.
<b>Autores:</b>	Kalaczyński Tomasz, Martinod Ronald M.
<b>Título:</b>	Diseño de un sistema de análisis temporal y espectral para detectar fallas por vibración en motores eléctricos.
<b>Autores:</b>	Francisco Ernesto Moreno-García, José Armando Becerra-Vargas, Carlos Andrés Rendón-Echeverri.
<b>Título:</b>	Diseño e implementación de un analizador virtual de vibraciones mecánicas.
<b>Autores:</b>	Edgar Estupiñan P., César San Martín, Rene Solaligue M.

# ANEXO A

## ESTANCIAS ACADÉMICAS



MINISTERIO DE ECONOMÍA,  
INDUSTRIA Y COMPETITIVIDAD

**Ciemat** Centro de Investigaciones  
Energéticas, Medioambientales  
y Tecnológicas

Madrid, 20 de abril de 2018

**I.T.A. Dulce Karime Barajas Martínez**  
**Maestría en Comercialización de Conocimientos Innovadores**  
**CIICAP-UAEM**

**ASUNTO: Finalización de Estancia**

Por medio de la presente se extiende la siguiente carta a DULCE KARIME BARAJAS MARTÍNEZ, alumna del programa académico Maestría en Comercialización de Conocimientos Innovadores, el cual cursa en el CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS adscrito a la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS, dónde expreso la finalización satisfactoria de la estancia de investigación que realizó dentro del CENTRO DE INVESTIGACIONES ENERGÉTICAS, MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLÓGICAS del Gobierno de España, a partir del 29 de enero hasta el 9 de Marzo de 2018 donde fue asesorada sobre la evaluación de proyectos de base tecnológica.

Atentamente,

**Dra Helena Cabal Cuesta**  
**Científico Titular de CIEMAT**  
**Unidad de Análisis de Sistemas Energéticos**  
**Departamento de Energía**

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas  
Avenida Complutense, 40  
28040 Madrid  
España

Cuernavaca, Morelos, 05 de junio de 2018  
DVA/077/2018

**ASUNTO:** Carta de Liberación de Estancia

**I.TA. Dulce Karime Barajas Martínez**  
Maestría en Comercialización de Conocimientos  
Innovaciones CIICAp- UAEM  
Presente:

**A t n. : Mtra. Margarita Figueroa Bustos**  
Jefa del programa de Posgrado de Comercialización  
de Conocimientos Innovadores del CIICAp

Por medio de la presente se extiende la siguiente carta a Dulce Karime Barajas Martínez, alumna de la Maestría en Comercialización de Conocimientos Innovadores, la cual cursa en el Centro de Investigación e Ingeniería en Ciencias Aplicadas en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (CIICAp), para la cual se informa de la finalización satisfactoria de su estancia en la Oficina de Transferencia de Conocimientos UAEM del 09 de abril al 31 de mayo del 2018.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo y agradecerle su atención al presente.

Atentamente  
*Por una humanidad culta*  
*Una universidad de excelencia*



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS  
DIRECCIÓN DE VINCULACIÓN  
ACADÉMICA



DR. MIGUEL ÁNGEL BASURTO PENSADO  
Director de Vinculación Académica UAEM

C.c.p. – Ing. Sergio Raúl del Valle Méndez / Jefe de Factibilidad de Proyectos OTC  
C.c.p. – Archivo.





EGADE Business School  
Tecnológico de Monterrey

I N N O V A C I Ó N  
E N S A L U D

EGADE Business School Santa Fe

*Otorga el presente reconocimiento a:*

**Dulce Karime Barajas Martínez**

*por su participación en el programa:*

**Capacitación en la metodología I-Corps**

*Organizado por el Nodo de Innovación en Salud*

*Con el proyecto: Nanopartículas conjugadas con Doxorubicina*

*Ciudad de México 30 de Junio de 2017*

  
**Dr. Fernando Andrés Moya Dávila**

Líder del Nodo de Innovación en Salud

EGADE Business School, Tecnológico de Monterrey



EGADE Business School  
Tecnológico de Monterrey





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS BÁSICAS Y APLICADAS  
Coordinación de Posgrado en Comercialización de Conocimientos Innovadores



ASUNTO: APROBACIÓN DE TESIS

Cuernavaca, Morelos, 07 de diciembre de 2018.

**C. DULCE KARIME BARAJAS MARTÍNEZ  
PRESENTE**

Por este conducto le notifico que su tesis de Maestría titulada:

**"ELABORACIÓN DE UN PAQUETE TECNOLÓGICO PARA EL SISTEMA DE ANÁLISIS DE VIBRACIONES MECÁNICAS (SAV)"**

Fue aprobada en su totalidad por el jurado revisor y examinador integrado por los ciudadanos

NOMBRE	FIRMA
DR. MIGUEL ÁNGEL BASURTO PENSADO	
DR. JUAN CARLOS GARCIA CASTREJÓN	
DRA. ANA CECILIA RODRÍGUEZ GONZÁLEZ	
DR. MANUEL SALDAÑA MALDONADO	
DR. GUSTAVO URQUIZA BELTRÁN	

Por consiguiente, se autoriza a editar la presentación definitiva de su trabajo de investigación para culminar en la defensa oral del mismo.

Sin otro particular aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente  
*Por una humanidad culta*  
*Una universidad de excelencia*

**MTRA. MARGARITA FIGUEROA BUSTOS  
COORDINADORA DEL POSGRADO EN  
COMERCIALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS INNOVADORES**



ECMC\*MFB/nmc.

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209.  
Tel. (777) 329 70 00, Ext. 6211 / correo: margarita.figueroa@uaem.mx

**UA  
EM**

*Una universidad de excelencia*

RECTORÍA  
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS BÁSICAS Y APLICADAS

Coordinación de Posgrado en Comercialización de Conocimientos Innovadores

Cuernavaca, Morelos, a 07 de diciembre de 2018.

**MTRA. MARGARITA FIGUEROA BUSTOS**  
**COORDINADORA DEL POSGRADO EN**  
**COMERCIALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS INNOVADORES**  
**P R E S E N T E**

Atendiendo a la solicitud para emitir DICTAMEN sobre la revisión de la TESIS titulada "ELABORACIÓN DE UN PAQUETE TECNOLÓGICO PARA EL SISTEMA DE ANÁLISIS DE VIBRACIONES MECÁNICAS (SAV)" que presenta la alumna DULCE KARIME BARAJAS MARTÍNEZ, para obtener el título en la MAESTRÍA EN COMERCIALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS INNOVADORES.

Nos permitimos informarle que nuestro voto es:

NOMBRE	DICTAMEN	FIRMA
DR. MIGUEL ÁNGEL BASURTO PENSADO	Aprobatorio	
DR. JUAN CARLOS GARCIA CASTREJÓN	Aprobatorio	
DRA. ANA CECILIA RODRÍGUEZ GONZÁLEZ	Aprobatorio	
DR. MANUEL SALDAÑA MALDONADO	Aprobatorio	
DR. GUSTAVO URQUIZA BELTRÁN	Aprobatorio	

PLAZO PARA LA REVISIÓN 20 DÍAS HÁBILES (A PARTIR DE LA FECHA DE RECEPCIÓN DEL DOCUMENTO)

NOTA. POR CUESTION DE REGLAMENTACIÓN LE SOLICITAMOS NO EXCEDER EL PLAZO SEÑALADO, DE LO CONTRARIO LE AGRADECEMOS SU ATENCIÓN Y NUESTRA INVITACIÓN SERÁ CANCELADA.