



## Tesis

Universidad Autónoma de Querétaro Facultad de Ingeniería

### Maestría en Valoración de Bienes

#### TESIS

Valoración de la maquinaria usada, utilizando las técnicas de mantenimiento predictivo como complemento a las prácticas actuales

Que como parte de los requisitos para obtener el grado De:

#### Maestro en Valoración de Bienes

#### Presenta:

M.C. Eduardo Cuevas García

#### Dirigido por:

Dr. Juan Carlos Antonio Jáuregui Correa  
SINODALES

Presidente

Dr. Juan Carlos Antonio Jauregui Correa

Secretario

Dr. José Gabriel Ríos Moreno

Vocal

M.C. Francisco Jose Flores Ramos

Suplente 1

M.C. Verónica Leyva Picazo

Suplente 2

M.C. Sergio Alberto Mireles Ugalde

---

Dra. María de la Luz Pérez Rea  
Director de la Facultad

---

Dr. Manuel Toledano Ayala  
Director de Investigación  
y Posgrado

La presente obra está bajo la licencia:  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

### Usted es libre de:

**Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

### Bajo los siguientes términos:



**Atribución** — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



**NoComercial** — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



**SinDerivadas** — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

**No hay restricciones adicionales** — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

### Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.

## Resumen

El presente trabajo aborda el tema de valuación de maquinaria, tomando como referencia el Procedimiento Técnico Valuación de Maquinaria, Equipo y Herramientas, (PT-MEH) publicado en el diario oficial de la federación, mediante el Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales (INDAABIN) y las técnicas de mantenimiento predictivo que se usan para la caracterización de la maquinaria, en ambas disciplinas se habla de la condición de funcionamiento, de la máquina, para expresar, el grado de deterioro de ésta, con respecto al tiempo de uso y las condiciones de operación, a las que son sometidas dentro de la vida útil utilizada. El procedimiento técnico se realiza mediante características cualitativas observables durante la inspección física, mientras que el mantenimiento predictivo se realiza mediante la toma de datos de la máquina con diferentes herramientas que utilizan sensores de medición, por lo que se realiza de forma cuantitativa. La pregunta de investigación es ¿cómo se pueden interrelacionar las dos disciplinas en la determinación de la condición de funcionamiento? Para calcular la depreciación de la máquina de acuerdo con su condición de funcionamiento, que se realiza de acuerdo a la Asociación Americana de Valuadores (ASA), la cual establecen criterios de inspección del bien para asignarle un porcentaje de deterioro, de acuerdo con las características observables, durante la inspección, aparte de definir la condición de funcionamiento también establece el porcentaje de depreciación de la máquina y considera, la diferencia del porcentaje para el 100% como la vida remanente de la máquina, también se deberá de realizar una interpolación entre los valores para que cada valor colectado por los sensores de medición corresponda a un valor del porcentaje de la vida remanente del elemento de la máquina y mediante un diagrama que jerarquiza el valor de la falla se determina la probabilidad de que falle similar al método analítico jerárquico, se calcula la probabilidad de que falle la máquina y la diferencia con respecto al 100% será la depreciación a considerar, después llevar el valor al procedimiento técnico PT- MEH para obtener el valor de la máquina utilizando el enfoque de costos

### Palabras clave

Evaluación, Valuación de maquinaria, Mantenimiento predictivo, Condición de funcionamiento, enfoque de costos; Interpolación de valores.

## Abstract

This paper addresses the issue of machinery valuation, taking as a reference the Technical Procedure for the Valuation of Machinery, Equipment and Tools, (PT-MEH) published in the official gazette of the federation, through the Institute of Administration and Appraisals of National Assets (INDAABIN) and the predictive maintenance techniques used for the characterization of machinery. In both disciplines, the operating condition of the machine is discussed, to express the degree of deterioration of the machine, with respect to the time of use and the operating conditions to which they are subjected within the useful life used. The technical procedure is carried out by means of qualitative characteristics observable during the physical inspection, while predictive maintenance is carried out by taking data from the machine with different tools that use measurement sensors, so it is carried out quantitatively. The research question is: how can the two disciplines be interrelated in determining the operating condition? To calculate the depreciation of the machine according to its operating condition, it is done according to the American Association of Appraisers (ASA), which establishes inspection criteria of the good to assign a percentage of deterioration according to the observable characteristics, during the inspection, apart from defining the operating condition, it also establishes the percentage of depreciation of the machine and considers that the difference of the percentage for 100% as the remaining life of the machine, an interpolation must also be made between the values so that each value collected by the measurement sensors corresponds to a value of the percentage of the remaining life of the machine element and by means of a diagram that hierarchizes the value of the failure, the probability of failure is determined similar to the hierarchical analytical method, the probability of the machine failing is calculated and the difference with respect to 100% will be the depreciation to be considered, then take the value to the PT-MEH technical procedure to obtain the value of the machine using the cost approach.

Keywords Evaluation, Machinery Valuation, Predictive Maintenance, Operating Condition, Cost Focus; Interpolation of values.

## **Agradecimientos**

Agradezco a la vida, por permitirme acceder a un nuevo conocimiento y tener la posibilidad de conjuntar lo aprendido durante mi vida laboral dentro de la industria con el conocimiento nuevo adquirido para la formación de una vida laboral independiente, esto invariablemente me permite mantenerme laboralmente activo.

El apoyo de mi familia, por permitirme disponer el tiempo para la realización de este proyecto de vida, con la adquisición de nuevas habilidades que se reflejan en la culminación de la tesis.

A los profesores y asesores por su valiosa participación en el desarrollo de la presente tesis y sus invaluable puntos de vista que ayudaron a la integración de esta.

# Índice

Resumen .....	i
Abstract.....	ii
Agradecimientos .....	iii
Índice .....	iv
Índice de Tablas .....	vi
Índice de figuras .....	ii
Índice de fotografías .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1. Temas de valuación .....	3
2.2. Temas de mantenimiento .....	7
2.3. Temas generales.....	12
3. OBJETIVOS .....	14
3.1 OBJETIVO GENERAL .....	14
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
4. JUSTIFICACIÓN .....	15
5. METODOLOGÍA.....	16
6. DESARROLLO.....	19
6.1. Análisis de la información existente en la valuación de maquinaria .....	19
6.1.1. Métodos de valoración de máquinas Herramientas y Equipo .....	19
6.2. Análisis de la información en el proceso de mantenimiento predictivo .....	29
6.2.1. Norma 10816-1 Análisis de las Vibraciones Mecánicas.....	29
6.2.2. Análisis de aceites usados .....	32
6.2.3. Norma ISO 18434 Termografía .....	34
7. RESULTADOS .....	36
7.1. Nombres de evaluación de la condición de funcionamiento de acuerdo con la metodología de valuación .....	37
7.2. Nombres de evaluación de la condición de funcionamiento de acuerdo con las metodologías de evaluación de maquinaria (Mantenimiento predictivo) .....	38

7.3.	Homologación de los nombres de las diferentes tablas .....	40
7.4.	Homologación de los valores de las diferentes tablas.....	42
7.5.	Comparación de resultados .....	45
7.5.1.	Comparación de la valuación tradicional caso optimista considerando que la máquina fue reconstruida en el 2018 .....	53
8.	INTEGRACION DE LAS HERRAMIENTAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO COMO COMPLEMENTO AL PROCEDIMIENTO TÉCNICO PT-MEH .....	55
8.1.	Análisis de los sistemas de transmisión de la máquina.....	56
8.2.	Evaluación de los sistemas de transmisión de potencia .....	59
9.	CONCLUSIONES.....	66
10.	BIBLIOGRAFIA .....	68

## Índice de Tablas

Tabla 1. Depreciación de la maquinaria de acuerdo con su condición de funcionamiento (American Society Appraisers) (Rosendo, 2016). .....	1
Tabla 2. Descripción de la nomenclatura (Ramos 2011). .....	5
Tabla 3. Normas de vibraciones mecánicas .....	14
Tabla 4. Metodologías técnicas (dof, 2016). .....	19
Tabla 5. Definiciones del procedimiento técnico (DOF, 2017). .....	21
Tabla 6. Factores de depreciación de acuerdo con la condición ASA (Rosendo, 2016) .....	22
Tabla 7. Normas Financieras (Biese, 2019). .....	24
Tabla 8. Bases de valuación, (Biese, 2019). .....	26
Tabla 9. Diferentes normas para la realización de análisis de aceites usados .....	33
Tabla 10. Parámetros de termografía (willian, 2021). .....	35
Tabla 11. Normas de la técnica de termografía (ANSI/NETA, 2017). .....	36
Tabla 12. Palabras clasificadoras de ASA (2016). .....	37
Tabla 13. Palabras de aceptabilidad y amplitud de la vibración. ( (Gleen, 2002) ....	38
Tabla 14. Parámetros termografía ISO-18436-7 (2014). .....	39
Tabla 15. Comentarios de la amplitud de vibración (Gleen, 2002). .....	39
Tabla 16. Homologación nombres de diferentes técnicas.....	40
Tabla 17. Terminología propuesta condición funcionamiento .....	41
Tabla 18. Valores de aceptabilidad Vibraciones Mecánicas ( (ISO 10816-1, 2017). .....	42
Tabla 19. Equivalencias de factores de evaluación y valuación de la maquinaria de acuerdo con su condición. ....	44
Tabla 20 Comparativo de factores por las tras opciones .....	46
Tabla 21 Valores derivados del procedimiento PT-MEH de INDAABIN .....	47
Tabla 22 Datos generales de la máquina. ....	48
Tabla 23. Levantamiento de datos durante la inspección. ....	48
Tabla 24. Resultados de la valuación enfoque costos máquina 55% depreciación	52
Tabla 25. Valuación de la máquina enfoque físico máquina SEISA 20% depreciación .....	53
Tabla 26. Valuación de maquina utilizando las herramientas mantenimiento .....	54
Tabla 27. Subsistemas de potencia que tiene la máquina. ....	57
Tabla 28 Resultados de la evaluación de los sistemas. ....	60



## Índice de figuras

Figura 1. Procedimientos (INDAABIN, 2011).....	5
Figura 2. Proceso de Valuación (Ramón, 2011).....	7
Figura 3. Riesgo de Falla de una máquina (Santalices, 2019).....	8
Figura 4. Diagrama de flujo del desarrollo del proceso. ....	18
Figura 5. Valores de vibración (Gleen, 2002).....	31
Figura 6 Torno CNC .....	48
Figura 7. Del sistema principal de potencia .....	57
Figura 8. Del sistema Hidráulico .....	57
Figura 9. Del sistema refrigerante .....	57
Figura 10. Del sistema colector de rebaba .....	57
Figura 11. de la Bomba Hidráulica .....	58
Figura 12. del sistema de control de la máquina .....	58
Figura 13. . Diagrama de Árbol.....	58
Figura 14. del sistema principal. ....	60
Figura 15. de la Imagen térmica del sistema principal-.....	60
Figura 16. vibraciones del sistema principal.....	60
Figura 17. Del sistema hidráulico .....	60
Figura 18. Térmica del sistema hidráulico .....	60
Figura 19. vibración del sistema hidráulico.....	61
Figura 20. Sistema de transporte de torreta.....	61
Figura 21. Térmica del sistema de transporte de torreta.....	61
Figura 22. Vibración del sistema de movimiento de la torreta.....	61
Figura 23. Del control de la máquina .....	62
Figura 24. Termografía del sistema de control de la máquina.....	62
Figura 25. Del sistema refrigerante .....	62
Figura 26. Térmica del sistema refrigerante.....	62
Figura 27. Vibración del sistema refrigerante.....	63
Figura 28. del sistema de transporte de rebaba .....	63
Figura 29. Térmica del sistema de transporte de rebaba.....	63
Figura 30. Vibración del sistema de transporte de rebaba.....	63
Figura 31. Del sistema de enfriamiento de aceite.....	64
Figura 32. Térmica del sistema de enfriamiento de aceite.....	64
Figura 33. Vibración del sistema de enfriamiento del aceite.....	64
Figura 34. . Diagrama de árbol con valores.....	65

# 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la valuación de la maquinaria se realiza de acuerdo con el procedimiento técnico, Maquinaria, Equipo y Herramientales del Instituto Nacional de Administración de Bienes Nacionales (PT-MEH del INDAABIN) en el cual se describen los pasos que se deben de realizar, e incluye tres enfoques, el de mercado, el fisco y el de ingresos dependiendo del tipo de avalúo que se requiera (DOF, 2017).

El enfoque físico, se realiza tomando como base condición de funcionamiento de la máquina, la cual es observada durante la inspección física para determinar su grado de deterioro de acuerdo las características observadas por el valuador, y categorizadas en la tabla 1 propuesta por la American Society Appraisers (ASA) por sus siglas en Ingles, posteriormente se correlacionan con las descripciones, para determinar el grado de depreciación y la vida remanente del equipo (Rosendo, 2016). La puntuación no va después de (equipo) va al final de la cita

**Tabla 1.** Depreciación de la maquinaria de acuerdo con su condición de funcionamiento (American Society Appraisers) (Rosendo, 2016).

<b>Depreciación %</b>	<b>Condición</b>	<b>Vida Remanente</b>
	<b>NUEVO</b>	
<b>0</b>	Nuevo	<b>100</b>
<b>5</b>	Deterioro por pruebas de funcionamiento	<b>95</b>
	<b>EXCELENTE</b>	
<b>6</b>	No requiere reparación	<b>94</b>
<b>10</b>		<b>90</b>
	<b>MUY BUENO</b>	
<b>11</b>	Bien usado o reconstruido	<b>89</b>
<b>20</b>		<b>80</b>
	<b>BUENO</b>	
<b>21</b>	Requiere de reparaciones menores	<b>79</b>
<b>40</b>		<b>60</b>
	<b>REGULAR</b>	
<b>41</b>	Requiere de reparaciones mayores	<b>59</b>
<b>60</b>		<b>40</b>
	<b>MALO</b>	
<b>61</b>	No debe de ser usado en esas condiciones	<b>39</b>
<b>80</b>		<b>20</b>
	<b>DESECHO</b>	

<b>81</b>	Cuando no puede usarse el bien, valor por componentes unitarios (para refacciones).	<b>19</b>
<b>90</b>		<b>10</b>
<b>CHATARRA</b>		
<b>95</b>	Valor por kilogramo de los materiales que constituyen el bien	<b>5</b>
<b>100</b>		<b>0</b>

La Tabla 1 muestra como calcular el porcentaje de depreciación: si una máquina tiene las características en condición “muy bueno” tiene un rango del 11 al 20% de depreciación considerando una máquina en muy buenas condiciones y/o que pudo ser reconstruida, se deja a consideración de la experiencia del valuador asignar el valor de depreciación y la vida remanente, ahora para el siguiente nivel de “bueno” considerando una máquina en muy buenas condiciones y que requiere de “reparaciones menores” con un rango de 21 al 40% de depreciación, la diferencia es que requiere de “reparaciones menores”, se puede considerar que después de la reconstrucción la máquina también llega a requerir “reparaciones menores”, después de esta consideración el rango de evaluación va desde el 11 hasta el 40% (Rosendo, 2016).

Las reparaciones menores se requieren por el simple uso de la máquina, se puede concluir que puede tener una depreciación hasta un 40% de la vida de ésta, por lo que el valuador tiene 30 puntos porcentuales para estimar el grado de depreciación y por consiguiente afectar la vida remanente, y el valor de la máquina, por esta razón los valuadores de maquinaria no coinciden en el valor de la máquina.

La apreciación de la condición de funcionamiento es un valor cualitativo y debería de ser más cuantitativo para disminuir las diferencias entre los avalúos, del mismo bien, hecho por diferentes valuadores y considerando la misma experiencia profesional.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Temas de valuación

La necesidad bancaria, gubernamental y social del manejo de la economía, llevo al establecimiento de la disciplina de Valuación de bienes, como lo demuestran los siguientes eventos históricos de la valuación en México de acuerdo con (González, 2019). El 14 de agosto de 1548 encontramos el primer avalúo ordenado por el Cabildo de la Ciudad de México Tenochtitlán y en febrero del siguiente año aparece la primera inconformidad documentada en contra de las ordenanzas, aranceles y tasaciones que estaban establecidas en la ciudad y fue hasta el 23 de febrero de 1993, se creó el Banco Nacional Hipotecario Urbano y Obras Públicas, hoy BANOBRAS. Los primeros trabajos de valuación fueron realizados por el Departamento de Avalúos del Banco, en el mismo año se fundó la Asociación Hipotecaria Mexicana, S.A., y fue la primera institución que emitió cédulas hipotecarias para el otorgamiento de créditos particulares, algunos acontecimientos históricos de acuerdo con el Diario Oficial de la Federación con (DOF, 2022) destacan la reestructuración de la secretaria de contraloría y desarrollo administrativo (SECODAM), misma que se convirtió en la Secretaría de la Función Pública (SFP), cuyo reglamento fue expedido en el año 2003, dependencia que para entonces constituía la nueva adscripción de la Comisión de Avalúos de Bienes Nacionales (CABIN), con las siguientes atribuciones para los bienes inmuebles propiedad de la nación. El 23 de marzo del año 2004, se expidió la Ley General de Bienes Nacionales, y la creación de un nuevo órgano desconcentrado de la Secretaría de la Función Pública (SFP). El 2 de septiembre del 2004, se crea el Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales (INDAABIN), un órgano desconcentrado de la Secretaría de la Función Pública (SFP); siendo el órgano técnico especializado en materia de avalúos de la Administración Pública Federal (APF) .

El 12 de enero de 2017 se emite un decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones entre ellas el Reglamento Interior de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y del Reglamento del Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales, también se lleva a cabo la readscripción del INDAABIN a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público de conformidad con lo dispuesto en el artículo segundo, con las siguientes atribuciones:

- Una Norma NMX R 081 (DOF, 2015).
- Ocho actos jurídicos.

- Veinticinco criterios.
- Cincuenta y tres procedimientos de carácter técnico.
- Dos procedimientos en apego al Art. 147 de la Ley General de Bienes Nacionales (LGBN).
- Un glosario de términos en valuación de bienes nacionales.

Los ocho actos jurídicos son:

1. Adquisición.
2. Enajenación.
3. Aseguramiento contra daños.
4. Concesión.
5. Arrendamiento.
6. Re-expresión de Estados financieros.
7. Indemnización.
8. Diligencias Judiciales.

En la Figura 1 denominada octágono de control normativo representa los ocho actos jurídicos que reconoce el Instituto Nacional de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales (INDAABIN) los veinte y cinco criterios en los cuales se pueden aplicar los cincuenta y tres procedimientos técnicos para la valuación de activos tangibles e intangibles y nos menciona las siglas como se reconocen cada uno de ellos (Ramon, 2011).

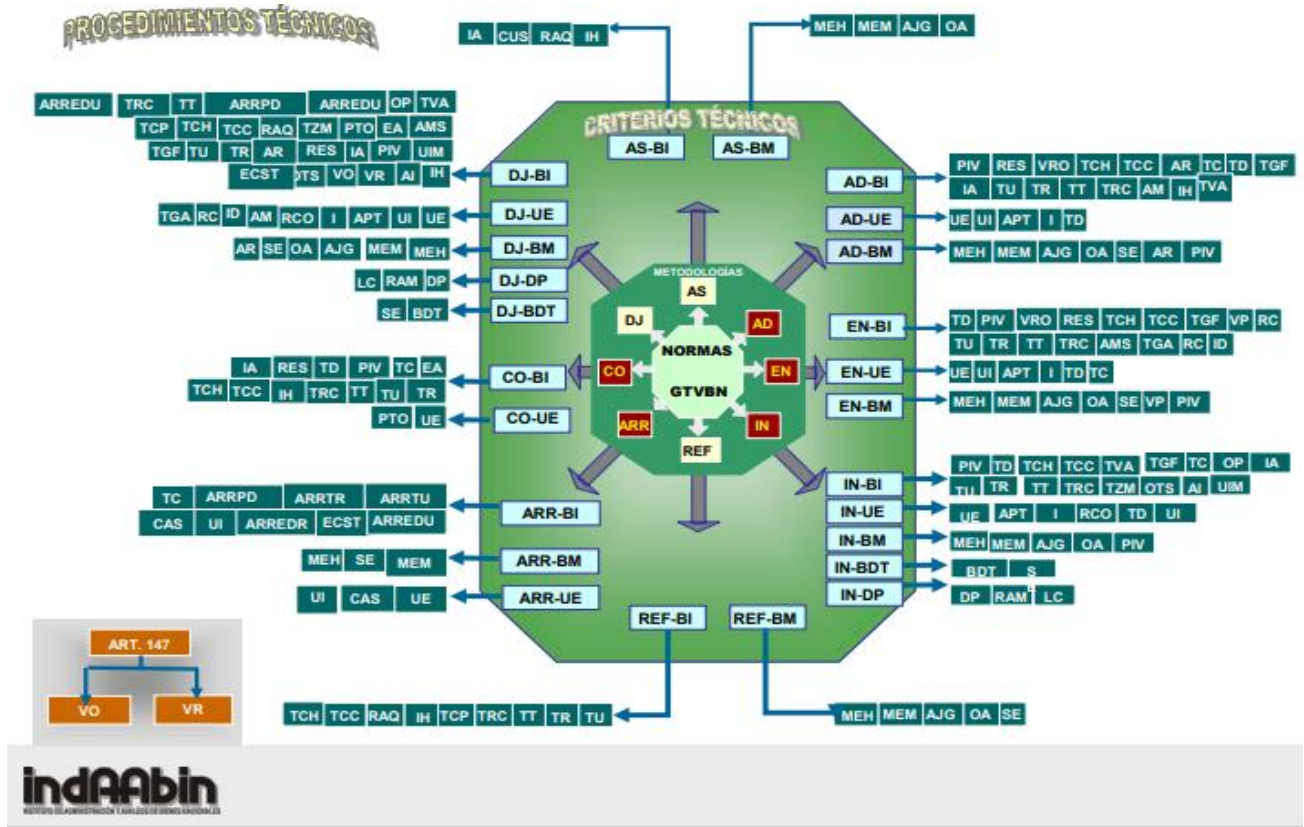


Figura 1. Procedimientos (INDAABIN, 2011).

El significado de las siglas se presenta en la Tabla 2, la nomenclatura de los veinticinco criterios que emite el INDAABIN, y en la parte de enfrente se ven los 53 procedimientos técnicos, separados para cada criterio.

La Tabla 2 contiene el significado de las siglas que llevan los criterios que se deben de tomar en cuenta para la realización del avalúo, los cuales están indicados dentro del procedimiento en específico y en la sección de alcances de cada procedimiento técnico sección de criterios técnicos para los que aplica se utilizan estas siglas o denominadas como Clave.

**Tabla 2.** Descripción de la nomenclatura (Ramos 2011).

CLAVE	DESCRIPCIÓN
IA	Inmuebles artísticos
ID	Inmueble dañado
IH	Inmueble histórico
LC	Lucro cesante

<b>MEH</b>	Maquinaria, equipo y herramienta
<b>MEM</b>	Mobiliario equipo y manejo
<b>OA</b>	Obras de arte y objetos decorativos
<b>OP</b>	Ocupación previa
<b>OTS</b>	Ocupación temporal y servidumbre
<b>PIV</b>	Ponderación de indicadores de valor
<b>PTO</b>	Puertos
<b>RAM</b>	Riesgos ambientales
<b>RAQ</b>	Ruinas arqueológicas
<b>RC</b>	Regularización CORETT
<b>RCO</b>	Rescate de concesiones
<b>REF</b>	Re-expresión de estados financieros
<b>RES</b>	Residual
<b>SE</b>	Semovientes
<b>TC</b>	Tasa de capitalización
<b>TCC</b>	Terreno de construcción comercial
<b>TCH</b>	Terreno de construcción habitacional
<b>TCP</b>	Templos para el culto público (nacionalizado)
<b>TD</b>	Tasa de descuento
<b>TGA</b>	Terrenos ganados al agua
<b>TGF</b>	Terrenos de gran fondo
<b>TR</b>	Terreno rural
<b>TRC</b>	Terreno rural con construcción
<b>TT</b>	Terreno en transición
<b>TU</b>	Terreno urbano
<b>TVA</b>	Terreno con vestigios arqueológicos
<b>TZM</b>	Terrenos de zonas mineras
<b>UE</b>	Unidad económica
<b>UI</b>	Unidad instalada
<b>UIM</b>	Unidad inmueble mayor
<b>VP</b>	Valor en paquete
<b>VR</b>	Valor de regularización
<b>VO</b>	Valor de oportunidad

---

La Figura 2, muestra el proceso de valuación desde la primera etapa que es conocer el objetivo del avalúo donde se resalta que se deben de realizar los tres enfoques que son: El de reposición, El de mercado, y El de Ingresos y después de hacer una ponderación de los valores obtenidos mediante los tres enfoques determinar un valor conclusivo para finalmente emitir un reporte conclusivo que demuestre un valor razonable del bien.



Figura 2. Proceso de Valuación (Ramón, 2011).

## 2.2. Temas de mantenimiento

En una empresa existen activos, tangibles e intangibles, en este trabajo nos enfocaremos a los activos tangibles y muy en especial a la maquinaria por lo que de aquí en adelante cuando nos refiramos a los activos de la empresa nos enfocaremos a las máquinas, equipos, y herramientas de esta, las cuales, con el transcurso del tiempo y la utilización, se van deteriorando y su valor se va depreciando, de acuerdo con las reglas de depreciación de la maquinaria impuestas por hacienda, al mismo tiempo de desarrollo de la disciplina de valuación a mediados del siglo XX, se inició el desarrollo de instrumentos de medición para poder obtener información de la maquinaria, se implementaron técnicas específicas para conocer la condición de funcionamiento de cada elemento, a esta disciplina se le dominó Mantenimiento Predictivo, de acuerdo con Gleen, (2002) la historia del mantenimiento inicia, desde que iniciaron las máquinas y estas comenzaron a sufrir desgastes en las partes móviles, y por supuesto cuando no



recibían el adecuado mantenimiento de esta. Este tipo de mantenimiento se le denominó correctivo y era muy usado a principios del siglo XIX, durante este tiempo se desarrolló la idea que la máquina debe de funcionar hasta que “truenen” que significaba que sufriera un desperfecto mayor; sin embargo, se dieron cuenta que cuando esto sucedía, la reparación de la máquina era más costosa, debido a que no solo se descomponían los elementos de desgaste, también se averiaban otras partes de la máquina, posteriormente a mediados de los 80 del siglo pasado se concibió la idea del mantenimiento preventivo, o también llamado mantenimiento histórico, que se basa en cambiar los elementos de desgaste cada determinado periodo de tiempo, esta técnica aportó la caracterización de las fallas y estas se presentan por la mano de obra o por las características de los componentes y se determinó una gráfica denominada tina de baño, como se muestra en la Figura 3, donde las máquinas recién instaladas tienen un mayor riesgo de daño, debido a problemas de instalación, después la máquina funciona establemente hasta que por desgaste de sus elementos el riesgo de falla se incrementa.

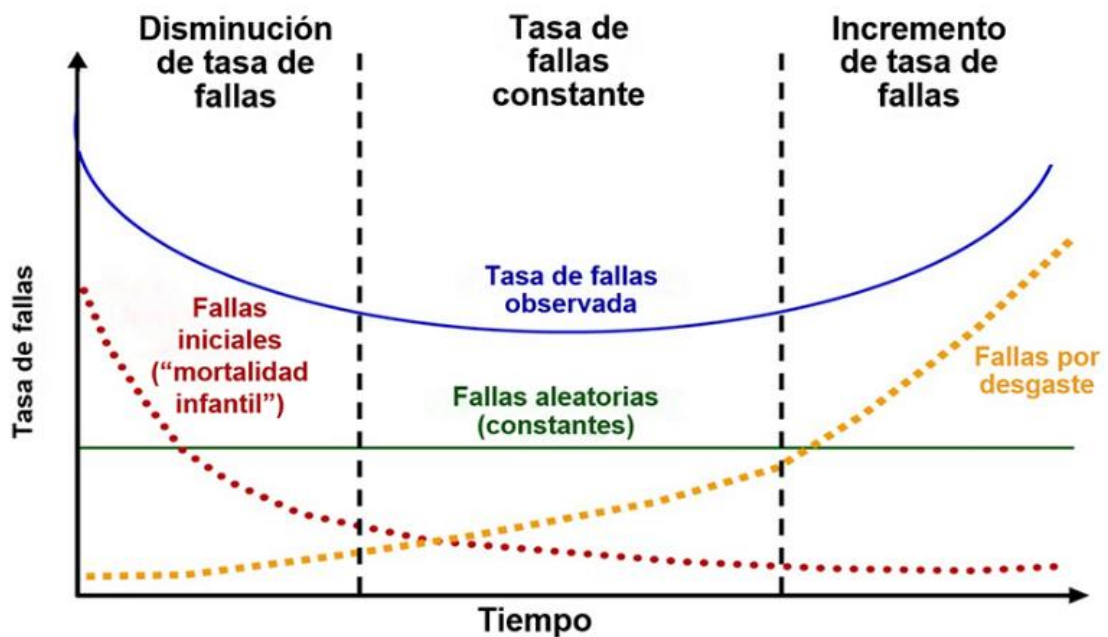


Figura 3. Riesgo de Falla de una máquina (Santalices, 2019).

De acuerdo con Santalices (2019) el experimento de Nowlan y Heap, un cambio de mentalidad, en 1978, revolucionó el concepto de mantenimiento después de años de investigación, el Departamento de Defensa de los Estados Unidos publicó "Reliability Centered Maintenance" de Nowlan y Heap (RCM).

En su trabajo de seminario, Nowlan y Heap, (1978) definieron el fracaso y el

fracaso potencial como: "Un fracaso es una condición insatisfactoria. En otras palabras, una falla es una desviación identificable, de la condición original que no es satisfactoria para un usuario en particular. "Una falla potencial" es una condición física identificable que indica, que una falla funcional es inminente y generalmente es identificada por un técnico de mantenimiento, utilizando el mantenimiento preventivo predictivo o cuantitativo" (Santalices, 2019) en otros términos, una falla funcional es generalmente identificada por un técnico con ayuda de instrumentos de medición, que permitan conocer su condición de funcionamiento y en ese tiempo se le denomina mantenimiento cuantitativo, a lo que hoy conocemos como mantenimiento predictivo, por otro lado, se ha demostrado que la vida remanente de los equipos difiere de la vida pronosticada por el diseñador, debido a las condiciones de operación, de mantenimiento y las condiciones atmosféricas en las que está inmersa la máquina, en diferentes artículos que trata sobre el tema de mantenimiento de las máquinas y estos han concluido que el utilizar un sistema de mantenimiento preventivo, y predictivo han logrado con éxito mantener la máquina en óptimas condiciones de funcionamiento lo que implica que la vida útil del equipo se ha prolongado con respecto a la vida útil pronosticada por el diseñador, como lo menciona Aburto, (2016) en la implementación de la técnica de mantenimiento predictivo en una empresa, mejoró su capacidad productiva, (Genaro, 2001; Olarte, 2010; Mourbray, 2021; Anu, 2022).

Los avances tecnológicos son fundamentales para remodelar el sector de la maquinaria y los equipos, la integración de la inteligencia artificial y las tecnologías digitales, en busca de la mejora de la eficiencia y la productividad, (Anu, 2022) influyendo directamente en el valor de los activos, la disciplina de mantenimiento ha evolucionado conforme el desarrollo de los sensores y dispositivos que nos permiten conocer la condición de funcionamiento de la maquinaria, lo que en la valuación se conoce como el estado de funcionamiento de la maquinaria, esta evaluación permite conocer con anticipación, la probabilidad de falla, y así evitar que sea una falla catastrófica y cueste la vida útil de la máquina y/o su reparación sea costosa, a este tipo de mantenimiento se le ha denominado Mantenimiento predictivo o mantenimiento basado en la condición, este tipo de mantenimiento consiste en establecer la técnica adecuada para poder vigilar a los diferentes elementos de las máquinas con el objeto de poder prevenir una falla, es importante diferenciar el mantenimiento preventivo con el predictivo (Gleen, 2002).

El mantenimiento preventivo cambia las piezas conforme termina la vida útil de los componentes de acuerdo con el fabricante del elemento ya sea mecánico o eléctrico y es un mantenimiento programado al que algunos le denominan el mantenimiento histórico, el mantenimiento predictivo vigila la condición de funcionamiento de los elementos con el objeto de cambiar el componente que se desgastó, de forma oportuna

esta técnica permite hacer el reemplazo en el tiempo adecuado, y así prolongar la vida útil de todo el conjunto de piezas, que conforman la máquina, la aplicación de esta técnica de acuerdo con Olarte, (2010) la implementación de la técnica de mantenimiento predictivo en una empresa mejoró su capacidad productiva, (Mosquera, 2001). Las vibraciones mecánicas y su aplicación al mantenimiento predictivo. Quintanilla (2021). entre otros, que han estudiado este tipo de mantenimiento y los beneficios que se obtienen, para calcular la vida remante de una máquina, el valuador se apoya en la Tabla 1, teniendo como referencia las características de funcionamiento observadas durante la visita de inspección, y que se correlacionan con un porcentaje del grado de depreciación que la máquina ha sufrido durante su operación y posteriormente se relaciona con la vida remante de una máquina, después tomando como referencia la vida pronosticada por el fabricante, se multiplica por el porcentaje encontrado y se obtiene la vida remante; sin embargo, este valor no representa la realidad porque las características observables determinadas en la Tabla 1, para la evaluación son amplias y hacen que la diferencia entre la evaluación de una máquina en una condición de “muy buena” y “buena” solo está, en la percepción de la cantidad de reparaciones que esta requiera e inclusive las clasifica como “reparaciones menores”, un dato que también resulta subjetivo para su evaluación.

El perito valuador debe de tener acceso a las bitácoras de mantenimiento y se basa en la información proporcionada por la empresa de las condiciones de uso, como son: número de jornadas al día, número de días al mes, capacidad de carga de la máquina y porcentaje de utilización; sin embargo, en muchos de los casos no se tiene la información, como son los datos de mantenimiento de los equipos y tampoco se puede inferir las condiciones de operación a las que ha sido sometida la máquina, es poco probable conocer cuál es la diferencia en tiempo de compra de la máquina y la fecha real de inicio de operaciones, son parámetros que se tienen en forma de leyenda en las empresas, entre los involucrados de la operación y el mantenimiento de estas por lo que estas imprecisiones invariablemente darán resultados distintos, de acuerdo con el valuador que realice la inspección, las condiciones observadas y la información proporcionada en el momento de la visita técnica, y por consiguiente la asignación de un valor de depreciación conforme a la Tabla 1 variará por la interpretación de esta información obtenida, el punto de que la máquina requiere “reparaciones menores” es discutible por lo que el valuador podría asignar un valor de depreciación desde el 21% para el mejor de los casos hasta el 40% para el peor de los casos esto equivale al 20% de diferencia, ahora bien si en la vista se interpretó que era una máquina en muy buenas condiciones, que había sido reconstruida el rango está en 11 y 20%, pero el problema se pone interesante cuando es una máquina que ha sido reconstruida y requiere de reparaciones menores por que el rango se puede ampliar a un 30% y cualquier valor es correcto ya que depende de la evidencia presentada por la empresa con respecto a los

mantenimientos que se le dan a la máquina y las condiciones observadas durante el proceso de inspección física.

La condición de funcionamiento de una máquina sin duda alguna representa una imprecisión en la asignación del valor a una máquina, debido a que el factor de depreciación por condición de funcionamiento incide directamente en los cálculos del valor del bien, y en el cálculo de la vida remanente, factores importantes en el proceso de reinscripción en los estados financieros de la empresa debido a que estos dos factores se utilizan para conocer el valor de la empresa y la vida remanente de sus activos, también incide en el valor de la empresa para fines de aseguramiento de la maquinaria contra riesgos de operación.

Son dos disciplinas que se han desarrollado independientemente, por lo que no existe bibliografía que hable del problema en conjunto, la disciplina de valuación a la fecha lo ha abordado con la tabla de la condición de funcionamiento que emitió las ASA, y con ello han fijado sus parámetros para la evaluación de la maquinaria, por otro parte dentro del ramo de mantenimiento las empresas han invertido en sistemas de mantenimiento predictivo que permiten incrementar la vida útil de las máquinas, pero sobre todo a las empresas les permite tener una confiabilidad de la operación para poder cumplir con los tiempos programados de entregas de productos como lo aportan las metodologías de mantenimiento basado en la confiabilidad (CRM por sus siglas en inglés), (Mourbray, 2021) los indicadores de eficiencia general del equipos (OEE por sus siglas en inglés) (Peter, 2006) análisis de modos y efectos de falla (AMEF por sus siglas en inglés) (Fernandez j. , 2011) desarrollo de los árboles de falla para la confiabilidad de operación de las máquinas (Francisco, 2014) y la edición de normas internacionales de estandarización (ISO) para la aplicación de las diferentes metodologías mencionadas en el desarrollo del proyecto.

Las normas Internacionales de estandarización de la serie ISO 10816 contienen tablas para la evaluación de los componente de la maquinaria de acuerdo a las características principales, del componente a analizar, por ejemplo para un balero, una transmisión mecánica, flechas y otros componentes se emplean las vibraciones mecánicas, para cuestiones eléctricas, como contactores, puntos de unión de sistemas eléctricos, electrónica se emplea la termografía, para el aceite que usa la maquinaria, transformadores, sistemas hidráulicos se emplea el análisis de aceites como principales características a observar en la máquina.

Cada una de las normas de la serie 10816 ha emitido tablas de acuerdo con la especialización de la temática que aborda, sin embargo, todas ellas establecen rangos

de valores en los cuales las maquinas pueden estar funcionando de forma excelente hasta el valor donde la máquina ya no debería de estar funcionando por el riesgo que implica para la integridad del operador y de la propia máquina.

Las tablas indican una terminología que nos indica la condición de funcionamiento del elemento, las similitudes en la descripción de la severidad, de la señal encontrada por el sensor será tomada como referencia en los significados y taxonomía de las palabras dará una primera aproximación para la integración en una sola tabla donde se haga una homologación de las palabras y su significado, en el mismo orden de ideas cada nivel de aceptabilidad presenta un rango de los valores correspondientes a cada palabra y significado por lo que la discretización de los rangos de valores en elementos igual mente espaciados en las diferentes técnicas nos aportará rangos de evaluación menos dispersos y con ello una estimación de la vida remante más exacta, pero sobre todo basada en la información aportada por los sensores y no en las cualidades observadas.

Por lo que la hipótesis es “Las herramientas de mantenimiento predictivo pueden ayudar a los procedimientos actuales de valuación”, es importante porqué las herramientas del mantenimiento predictivo han demostrado que han logrado incrementar la vida útil de la maquinaria y tienen tablas de valores que pueden ser utilizadas en el cálculo de la vida útil y remanente en el proceso de valuación.

Las herramientas del mantenimiento predictivo en sus diferentes tecnologías nos dan indicativos para conocer la condición de funcionamiento de los elementos de las máquinas, y sus valores son determinados por los instrumentos de medición, existen tablas en las diferentes normas (ISO 18434-1, 2008), (ISO 10816-1, 2017) y (ISO 10816-2, 2017) que nos indican los diferentes niveles de aceptabilidad para que la máquina continúe funcionando, o que deba de detener su actividad, porque podría sufrir daños irreparables, sí se continua con esas condiciones de operación y funcionamiento. Por lo que se requiere de la realización de un procedimiento que integre las diferentes tablas que se utilizan en el mantenimiento predictivo, para poder determinar la vida remante de los equipos, su vida útil y su condición de funcionamiento de forma objetiva.

### **2.3. Temas generales**

La conjunción de estas técnicas aportará al valuador, elementos técnicos para asignar una condición de funcionamiento del equipo, y fortalecer los métodos de depreciación de equipos, por qué la forma de evaluación de la condición de funcionamiento de la máquina, utilizando una tabla con características, generales, puede presentar un tipo de obsolescencia, antes de haber alcanzado su vida útil, en algunos

casos se presenta un envejecimiento prematuro debido a las condiciones de operación, estas situaciones ya se han analizado por diferentes autores Quintanar, (2014). hace énfasis en que la maquinaria pesada para la construcción requiere de realizar mayores análisis como apoyo al valuator, y por eso propone el método analítico Jerárquico para incrementar el número de variables comparables en el proceso e incrementar la exactitud en el proceso de valuación de una máquina; sin embargo, los valores no dejan de ser subjetivos ya que la valoración es con respecto a como se aprecia la condición física la máquina, por lo que es importante el poder aplicar herramientas tecnológicas que ayuden en el proceso, lo que las tecnologías del mantenimiento predictivo nos pueden apoyar con esta tarea.

Debido a que, mediante sensores, podemos evaluar las diferentes características de la maquinaria. la cuál de acuerdo al manual de Offshore Reliability Data Handbook (OREDA) por sus siglas en ingles nos muestra una forma para clasificar las máquinas de acuerdo a subsistemas que lo componen y de esta forma podremos identificar con mayor precisión cada uno de los componentes y en su caso analizarlo para observar cuál de ellos es el que tiene el mayor daño, y que tanto repercute con la vida útil de la máquina, también nos permite en separar los sistemas principales de los sistemas que se consideran como servicios para el funcionamiento de las máquinas, (Fernandez j. , 2011) el procedimiento para valuación de Maquinaria que emite el Instituto Nacional De Administracion y Valuación de Activos de Bienes Nacionales (INDABIN) nos aporta la vida útil considerada a diferentes tipos de maquinaria, para la producción de petróleo y gas, lo cual es una referencia de inicio, estas tablas que se muestran en el Procedimiento Técnico PT-MEH para la elaboración de trabajos valuatorios que permitan dictaminar el valor de maquinaria, equipo y herramienta, (DOF, 2017) Nomenclatura y definiciones (DOF, 2017) procedimiento técnico, la clasifican los subsistemas de una máquina, son importantes para poder trasladar estos valores a cualquier tipo de empresa, además de poder llevar el control de los diferentes elementos que componen un equipo, bajo esta clasificación estandarizada podemos entonces dividir los equipos en subsistemas y así poder hacer el análisis en equipos complejos para que aporte la condición del funcionamiento del sistema completo (sintef, 2002)

En la Tabla 3 se presenta un resumen de la normatividad aplicada para diferentes técnicas de mantenimiento, cabe resaltar que cada una de las técnicas cuenta con una normatividad que le apoya para la determinación de la condición de funcionamiento del elemento mecánico que se esté observando en el proceso de medición y seguimiento.

**Tabla 3.** Normas de vibraciones mecánicas

<b>Nomenclatura</b>	<b>.Nombre de la norma</b>
<b>18436-1, (2004),</b>	Requerimientos para los organismos certificadores (Certification Bodies - CB) y el proceso de certificación
<b>18436-2, (2014)</b>	Análisis de Vibraciones
<b>18436-3, (2012),</b>	Requerimientos de los organismos de entrenamiento (training Bodies -TB) y el proceso de entrenamiento
<b>18436-4, (2008)</b>	Análisis de lubricantes en campo (MLA)
<b>18436-5, (2012)</b>	Analista de lubricantes en laboratorio (LLA)
<b>18436-6, (2021)</b>	Emisiones Acústicas (EA)
<b>18436-7, (2014)</b>	Termografía Infrarroja (IRT)
<b>18436-8, (2013)</b>	Ultrasonido (US)

En cada una de las técnicas mencionadas anteriormente encontramos que ya existe un indicador para poder valorar la condición de funcionamiento del equipo que se trate de acuerdo con la técnica más apropiada para su valuación, en la tabla 1, se observan una serie de factores que considera la Asociación American de valuadores, en la cual nos marca una referencia entre la vida remante de los equipos de acuerdo con el grado deterioro observado, como se puede apreciar en las tablas anteriores, existen diferentes técnicas de mantenimiento predictivo para evaluar la condición de funcionamiento de un equipo, lo que permite hacer la interpretación del grado de deterioro que presenta una máquina y si se pudiera tener un análisis del comportamiento de las señales de los sensores se podrá predecir un punto en el tiempo en que la máquina pudiera fallar, esto sin duda alguna dará mayor asertividad a la valuación.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

Utilizar las herramientas del mantenimiento predictivo para determinar el porcentaje de depreciación por concepto de condición de funcionamiento de la máquina, tomando en cuenta los valores que aportan los instrumentos de medición y las características tipificadas en la tabla de depreciación condición de funcionamiento de la Asociación Americana de valuadores (ASA).

### **3.2 Objetivos específicos**

- 1) Analizar la terminología y taxonomía existente en la disciplina de valuación de maquinaria para definir la condición de funcionamiento de los equipos.
- 2) Analizar la terminología y taxonomía en la disciplina de mantenimiento predictivo en las herramientas de vibraciones mecánicas, termografía y análisis de aceites.
- 3) Homologar los significados y taxonomía para la terminología empleada.
- 4) Analizar los rangos de valores para cada una de las herramientas, discretización de los rangos mediante la utilización de la regresión lineal para encontrar valores, y establecer una función de correlación entre los rangos de valores.
- 5) Realizar un experimento en campo realizar un avalúo por el método tradicional y por el método apoyado en las técnicas de mantenimiento predictivo.

### **4. JUSTIFICACIÓN.**

Como se planteó en los antecedentes, el procedimiento técnico para valuación de Maquinaria Equipo y Herramientas contempla la condición de funcionamiento de la maquinaria para poder evaluar las características como la vida remanente, el grado de depreciación, la obsolescencia funcional factores que intervienen en el cálculo del valor de la máquina. Las características de funcionamiento se deben de observar durante la vista de inspección y posteriormente mediante un análisis de la información recabada, y de lo observado en la vista de inspección, se determinarán los valores correspondientes a cada uno de los deméritos que debe de considerar durante el proceso de valuación. Como se especificó en los antecedentes la disciplina de valuación de bienes, y la disciplina de mantenimiento consideran, la condición de funcionamiento y las herramientas del mantenimiento predictivo fueron concebidas para conocer la capacidad de la máquina para seguir operando desde el punto de vista de mantenimiento y por otro lado la disciplina de valuación aporta la capacidad de la máquina para que el mercado la pueda seguir considerando que tiene un “valor” y esta pueda comercializarse, también para que tenga un significado contable para la empresa, como los es en la re expresión de estados financieros, enajenación, venta, seguro de la maquinaria, y otros procesos judiciales establecidos en la norma para la valuación de bienes (DOF, 2015).



Esta característica de ser independientes hace que la disciplina de valuación pueda tomar la condición de funcionamiento como una herramienta que se utilice en el proceso de evaluación como dato de entrada mientras que la disciplina de mantenimiento lo toma como datos de salida, sin embargo el proceso de valuación contiene rangos de depreciación muy amplios con respecto a las condiciones observadas, lo que hace que cada perito pueda tener un valor diferente cada vez que se tiene que definir el criterio de condición de funcionamiento por esta razón es importante realizar un procedimiento que ayude a homologar los criterios los cuales podrán ser homologados utilizando herramientas como la regresión lineal mediante la cual se asignaran rangos de valores para cada condición de funcionamiento y los rangos de valores que se utilizan en cada una de las técnicas, para finalmente hacer una homologación de valores que se correlacionen entre las tablas que definen este punto en las diferentes técnicas de mantenimiento y el proceso de valuación, esto contribuirá a tener un rango más cerrado para disminuir las diferencias de valor entre dos valuadores con la misma información pero diferente formación.

Por otro lado, las características observables de la máquina se podrán utilizar como punto de referencia para la homologación de valores y la correlación entre estos con el objeto de emitir un valor más preciso de la condición de funcionamiento y se obtenga un valor de depreciación y por consiguiente la vida remanente del equipo de acuerdo con la Tabla 1, las herramientas del mantenimiento predictivo nos ayudan a obtener valores cuantitativos para apoyo en la valuación de la máquina, es importante porque dará, al valuator material suficiente de respaldar sus apreciaciones, la vida útil remanente, y la homologación con otras máquinas similares, y sobre todo el pronóstico de la vida remanente que se utiliza en la determinación del valor.

## **5. METODOLOGÍA**

La presente tesis aborda la conjunción de las disciplinas de valuación de bienes, y la de mantenimiento predictivo, muy en especial maquinaria y equipo. En ambas disciplinas se han desarrollado diferentes parámetros para definir la condición de funcionamiento de una máquina, y cada una lo ve desde la óptica propia, la disciplina de valuación ve el grado de deterioro que hay en la máquina de acuerdo con las características de operación que considera, y la disciplina de mantenimiento ve la degradación de la máquina en base a los parámetros medibles, para encontrar esa relación se seguirán los siguientes pasos:

- 1) Se realizará una investigación bibliográfica de los temas de valuación de maquinaria en las normas financieras internacionales y las locales para

conocer los criterios que se utilizan para la valuación de la maquinaria y equipo, como la condición de funcionamiento, el grado de depreciación, y la vida útil remante.

- 2) Se realizará una investigación bibliográfica de los temas de la condición de funcionamiento de las máquinas en la disciplina de mantenimiento predictivo, la metodología para determinar si una maquina puede seguir operando, o cuando se debe de detener su funcionamiento.
- 3) Se realizará un análisis del PT MEH del INDAABIN para conocer la utilización de los parámetros de vida útil, vida remante, grado de depreciación en la maquinaria para su valuación.
- 4) Se realizará un comparativo en la terminología de la condición de funcionamiento de un equipo, desde la perspectiva de valuación y desde la perspectiva del mantenimiento predictivo.
- 5) Mediante regresiones lineales se discretizarán los rangos de valores de aceptabilidad de las diferentes técnicas para tener una correlación entre el valor adquirido por un sensor de vibraciones o de un sensor de temperatura con la depreciación esperada del equipo tomando como referencia las tablas emitidas por ASA
- 6) Se obtendrá una tabla que contenga los valores cuantitativos y cualitativos que debe de tener una maquinaria para asignarle un valor de depreciación
- 7) Se realizará un procedimiento para la conjunción de ambas disciplinas donde se determine la condición de funcionamiento de la máquina de acuerdo con los valores obtenidos mediante las técnicas de mantenimiento predictivo y los valores definidos en la tabla de valores proporcionada por ASA para esta condición.
- 8) Se realizará un ejemplo práctico para mostrar la condición de funcionamiento de una máquina de acuerdo con un avalúo tradicional y un avalúo realizado con el apoyo de las herramientas del mantenimiento predictivo.
- 9) Se realizarán las conclusiones de la aportación que tiene la disciplina del mantenimiento predictivo con la disciplina de valuación de bienes,

En la Figura 4 se observa el diagrama de flujo del proceso de que se desarrollará en la presente tesis, por una parte, el estudio individual de cada una de las disciplinas hasta

encontrar el punto donde se realiza la evaluación de la condición de funcionamiento de la máquina, para conocer si hay parámetros independientes para la realización de esta evaluación y así poder utilizar la condición de funcionamiento de la disciplina de mantenimiento en la disciplina de valuación de maquinaria.

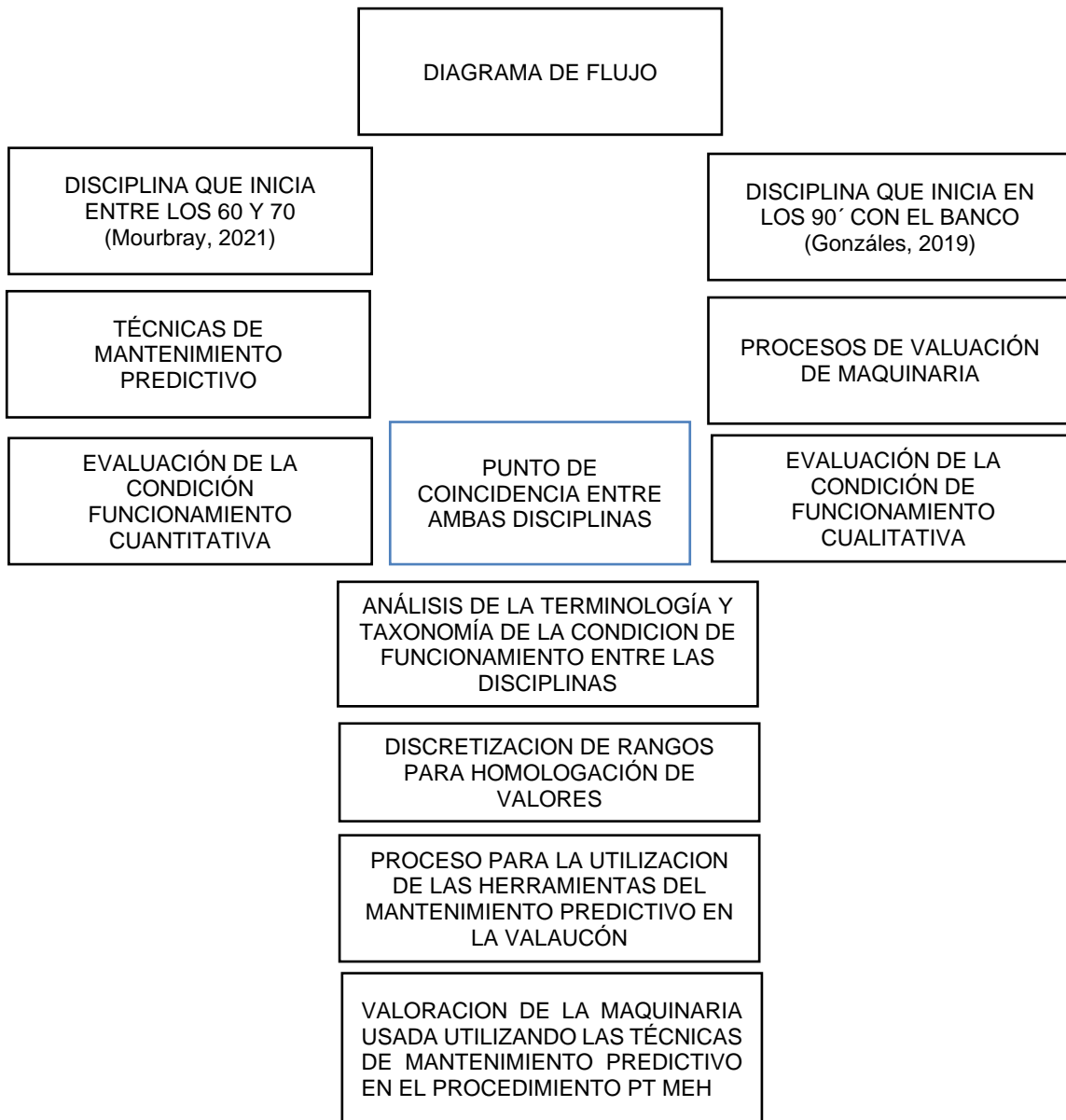


Figura 4. Diagrama de flujo del desarrollo del proceso.

## 6. DESARROLLO

### 6.1. Análisis de la información existente en la valuación de maquinaria

#### 6.1.1. Métodos de valoración de máquinas Herramientas y Equipo

El Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales (INDAABIN), es un órgano Administrativo desconcentrado de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), y tiene como misión “Administrar y valorar el patrimonio inmobiliario federal y paraestatal en apego al marco legal, con el propósito de contribuir a su uso eficiente y generar valor público”, dentro de sus principales objetivos es el de “Actualizar el marco normativo que rige la política inmobiliaria” y ha desarrollado diferentes procedimientos para la valuación de bienes muebles e inmuebles el diario oficial de la federación. (DOF, 2022), establece el acuerdo de las normas conforme las cuales se deberán de llevar a cabo los servicios valuatorios regulados por el INDAABIN, para lo cual ha emitido procedimientos de carácter técnico. “Actualizar el marco normativo que rige la política inmobiliaria” y ha desarrollado diferentes procedimientos para la valuación de bienes muebles e inmuebles el diario oficial de la federación. (DOF, 2022), establece el acuerdo de las normas conforme las cuales se deberán de llevar a cabo los servicios valuatorios regulados por el INDAABIN, para lo cual ha emitido procedimientos de carácter técnico. El INDAABIN emite las metodologías que considere necesarias y adecuadas para la elaboración del Dictamen o el Reporte Conclusivo del servicio de valuación

**Tabla 4.** Metodologías técnicas (dof, 2016).

Numero de procedimiento	Metodologías técnicas
<b>MT. 1</b>	Valor Comercial (Valor Justo de Mercado).
<b>MT. 2</b>	Valores para Información Financiera.
<b>MT. 3</b>	Valor para Aseguramiento contra Daños.
<b>MT. 4</b>	Valor de Unidades Económicas y Activos Intangibles.
<b>MT. 5</b>	Valor de Oportunidad para Proyectos Energéticos y Asociaciones Público-Privadas.
<b>MT. 6</b>	Valor de Realización Ordenada y Liquidación Forzada.
<b>MT. 7</b>	Valor de Inmuebles Históricos.
<b>MT. 8</b>	Tabuladores sobre los Valores Promedio de la Tierra.
<b>MT. 9</b>	Justipreciaciones de Rentas.
<b>MT. 10</b>	Actualización de Valor.

<b>MT. 11</b>	Monto de Indemnización.
<b>MT. 12</b>	Valor para Fines Contables.
<b>MT. 13</b>	Rango de Valores.
<b>MT. 14</b>	Valor de Desecho.
<b>MT. 15</b>	Tabuladores de Valores de Bienes Distintos a la Tierra.
<b>MT. 16</b>	Valor Referido.
<b>MT. 17</b>	Lucro Cesante.
<b>MT. 18</b>	Valor de Oportunidad fundado en el Artículo 147 de la Ley.
<b>MT. 19</b>	Valor de Regularización fundado en el Artículo 147 de la Ley.
<b>MT. 20</b>	Valor de Regularización de la Propiedad para CORETT u organismos gubernamentales de similares facultades.
<b>MT. 21</b>	Valor de Indemnización por Regularización de la Propiedad para CORETT u organismos gubernamentales de similares facultades.

En las siguientes líneas vamos a citar solo algunas de las definiciones que se encuentran el procedimiento técnico y algunas en la metodología para la valuación de bienes del INDAABIN, el resto de las definiciones las encontraremos, en los procedimientos establecidos en el INDAABIN (DOF, 2022) los bienes se dividen en bienes Muebles y Bienes inmuebles por definición los bienes inmuebles son aquellos que no se pueden desprender de su ubicación y se clasifican en, Urbanos, en transición y agropecuarios, los bienes muebles son aquellos que se pueden mover y están clasificados entre otros en, maquinaria y equipo, en propiedad personal y negocios.

De acuerdo con el Diario Oficial de la Federación (DOF) la definición de los bienes muebles es un conjunto de derechos sobre un activo utilitario, artístico, histórico, documental o de cualquier otra índole con valor, no anexado permanentemente a la tierra, el término bien mueble se refiere, entonces, a todo lo que no es inmueble, como son: maquinaria, equipo, mobiliario, joyas, obras de arte, vehículos, etc. Las principales características de un bien mueble son su movilidad y ser tangibles, también comprende los objetos en sí mismos, así como los elementos intangibles atribuidos a las obligaciones y derechos de propiedad, en el procedimiento técnico para valuación de máquinas se hacen algunas definiciones las cuales se transcriben en la Tabla 5. Y que están involucradas entre los dos procesos el de valuación de maquinaria y en el proceso de mantenimiento predictivo, que puede ser influenciado por algunas técnicas de verificación de la condición de funcionamiento.

**Tabla 5.** Definiciones del procedimiento técnico (DOF, 2017).

Actividad en el proceso de valuación.	Descripción
<b>2.3.1.5. Vida útil remanente</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• El valuador de bienes nacionales, establecerá que esta vida corresponde a la diferencia entre la vida útil total y la edad cronológica.</li></ul>
<b>2.3.1.6. Adiciones</b>	Mejoras al comparable básico.
<b>2.3.1.7. Diseño especial</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verificar su productividad, sus componentes, su construcción, entre otros aspectos, para poder estimar su vida útil y su valor.</li></ul>
<b>2.3.1.8. Instalación</b>	Verificar la forma en que está instalado.
<b>2.3.1.11. Mantenimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verificar el tipo de mantenimiento que se le ha dado al equipo,</li><li>• mantenimiento correctivo.</li><li>• Mantenimiento preventivo con un programa documentado</li><li>• Quién le da el mantenimiento: Distribuidor de fábrica, personal interno, contratista externo, entre otros.</li><li>• Refacciones originales o adaptadas.</li></ul>
<b>2.3.1.12. Mantenimiento típico</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Equipos especializados requieren la certificación cuando el mantenimiento se los da alguien diferente al proveedor original.</li></ul>
<b>2.3.1.14. Reparaciones mayores</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verificar:</li><li>• Reparaciones generales al equipo.</li><li>• Quién se las hizo: representante de fábrica, contratista externo, personal interno.</li><li>• Costo.</li><li>• Tipo de refacciones: originales de fábrica, hechas en la planta, substitutos, entre otras.</li><li>• Garantía.</li></ul>
<b>2.3.1.16. Problemas de operación</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cuál es la capacidad nominal del equipo, y la que realmente está dando.</li><li>• Generación de desperdicios, mala calidad.</li><li>• Tiempos muertos.</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de energía.</li> <li>• Mano de obra adicional.</li> <li>• Otras situaciones.</li> <li>• Costo de la cura de la obsolescencia funcional.</li> <li>• Costo anual adicional que representa el seguir operando con los problemas existentes.</li> </ul>
<b>2.5.3.6. Demérito por edad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimar:</li> <li>• Vida útil normal por considerar.</li> <li>• Estimarse la edad efectiva del mismo y compararla con la vida útil total.</li> <li>• Se podrá estimar el factor de demérito por edad de la forma siguiente:</li> <li>• <math>\text{Démérito} = \text{Edad cronológica o edad efectiva} / \text{Vida útil total}</math>.</li> <li>• En México no existe una publicación única, ni oficial que muestre cuáles son las vidas útiles por utilizar en los avalúos.</li> </ul>
<b>2.5.3.7. Demérito por estado de conservación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dependiendo del estado observado del equipo, estimar los costos que se requerirán para corregir algún problema para llevar al equipo a la condición de buen estado.</li> <li>• Cuando no es factible económicamente hacer la corrección se tiene un problema no curable.</li> </ul>

La condición de la máquina está determinada por los puntos anteriores que deben de ser evaluados por el perito durante la etapa de inspección física, y de esta evaluación determinar la condición de funcionamiento.

La tabla 6 muestra las características de la máquina, que de acuerdo con las observaciones del perito valuator deberá de asignar un valor de depreciación y en consecuencia la vida remanente de la máquina, los valores son aportados por la Sociedad Americana de Valuadores (ASA por sus siglas en ingles)

**Tabla 6.** Factores de depreciación de acuerdo con la condición ASA (Rosendo, 2016)

Depreciación %	Condición	Vida Remanente
0	NUEVO Nuevo.	100

<b>5</b>	Deterioro por pruebas	<b>95</b>
<b>EXCELENTE</b>		
<b>6</b>	No requiere reparación	<b>94</b>
<b>10</b>		<b>90</b>
<b>MUY BUENO</b>		
<b>11</b>	Bien usado o reconstruido	<b>89</b>
<b>15</b>		<b>85</b>
<b>20</b>		<b>80</b>
<b>BUENO</b>		
<b>21</b>	Requiere de reparaciones menores	<b>79</b>
<b>25</b>		<b>75</b>
<b>30</b>		<b>70</b>
<b>35</b>		<b>65</b>
<b>40</b>		<b>60</b>
<b>REGULAR</b>		
<b>41</b>	Requiere reparaciones mayores	<b>59</b>
<b>45</b>		<b>55</b>
<b>50</b>		<b>50</b>
<b>55</b>		<b>45</b>
<b>60</b>		<b>40</b>
<b>MALO</b>		
<b>61</b>	No debe de ser usado en esas condiciones	<b>39</b>
<b>65</b>		<b>35</b>
<b>70</b>		<b>30</b>
<b>75</b>		<b>25</b>
<b>80</b>		<b>20</b>
<b>DESECHO</b>		
<b>81</b>	Solo sirve para refacciones	<b>19</b>
<b>85</b>		<b>15</b>
<b>90</b>		<b>10</b>
<b>CHATARRA</b>		
<b>95</b>	No se puede usar	<b>5</b>
<b>100</b>		<b>0</b>

## Normas Internacionales Financieras (NIF)

Las Normas Internacionales financieras establecen definiciones de las diferentes actividades contables que se realizan en la presentación de estados financieros y su objeto es el de regular las definiciones y proceso que se utilizan con el objeto de tener una homologación entre las diferentes entidades financieras, a continuación se menciona



las normas que están más relacionadas con la definición de términos en la valuación de maquinaria, equipo y Herramientales, así como también la valuación de empresas.

**Tabla 7. Normas Financieras (Biese, 2019).**

<b>Concepto</b>	<b>Norma</b>
Reconocimiento y valuación.	NIF A 6, (2006)
Presentación y revelación.	NIF A 7, (2007)
Determinación del valor razonable.	NIF B 17, (2018)
Transferencia y baja de activos financieros.	NIF C 14, (2014)
Deterioro en el valor de los activos de larga duración y su disposición.	C 15, (2004)
Deterioro de instrumentos financieros por cobrar.	NIF C 16, (2018)
Obligaciones asociadas con el retiro de propiedades, planta y equipo.	NIF C 18, (2011)

En los siguientes párrafos se tiene una descripción de cada una de las normas aplicables a la valuación.

NIF A-6, (2006), Reconocimiento y valuación.

La norma establece criterios de reconocimiento que nos muestran como incorporar los efectos por operaciones que afectan a una unidad de negocio en su información financiera, lo cual implica su valuación, presentación y revelación contable, los activos, pasivos y capital o patrimonio contables, tienen efectos económicos futuros, cuando no cumplen plenamente con los criterios de reconocimiento, no podrán ser reconocidos dentro de los estados financieros.

A continuación, se resaltan algunas definiciones importantes

**Reconocimiento inicial.** Es cuando una operación se incorpora por primera vez en la información financiera, al considerarse ejercida de acuerdo con el postulado de devengación contable:

- Reconocimiento posterior. Es cuando una operación posterior al reconocimiento inicial modifica el valor de los activos, pasivos y capital o patrimonio contable. Ejemplo una operación posterior a un reconocimiento previo modifica a tal grado una partida que ésta deja de tener valor, entonces debe eliminarse del balance general.
- La valuación en el reconocimiento posterior debe: Efectuarse considerando las

circunstancias particulares que afectan la valuación anterior y que refleje la situación actual.

- El criterio de valuación empleado debe de aplicarse en forma sistemática a fin de preservar un equilibrio entre las características cualitativas de los estados financieros, atendiendo a los atributos del elemento a ser valuado, en función a la normativa.
- Valuación es la cuantificación monetaria de los efectos de las operaciones que se reconocen como activos, pasivos y capital o patrimonio contables en el sistema contable de una unidad de negocios.

Los conceptos de valuación (técnicas y métodos): Varían en complejidad, del tipo de las operaciones que afectaron a una unidad económica y del grado de dificultad que implique obtener la información cuantitativa para su valoración, existen dos clases de valores:

- Los Valores de entrada, que son los que sirven de base para la incorporación o posible incorporación de una partida a los estados financieros, que se obtienen por la adquisición, reposición o reemplazo de un activo o por incurrir en un pasivo; estos valores se encuentran en el mercado inicialmente.
- Los Valores de salida. Sirven de base para realizar una partida en los estados financieros, y se obtienen por la disposición o uso de un activo o por la liquidación de un pasivo; estos valores se encuentran en los mercados de salida

NIF A-7, (2007), Presentación y revelación.

La NIF A 1 Establece: “La presentación de información financiera se refiere a la forma de mostrar adecuadamente en los estados financieros y sus notas, los efectos derivados de las transacciones, transformaciones internas y otros eventos, que afectan económicamente a una unidad económica, implica un proceso de análisis, interpretación, simplificación, abstracción y agrupación de información en los estados financieros, para que éstos sean útiles en la toma de decisiones del usuario general.” La NIF A–7 Establece que, una unidad económica debe cambiar la presentación de sus estados financieros únicamente si la nueva presentación adoptada proporciona información más confiable, relevante, comprensible y comparable para el usuario general.

La NIF A-1 establece la revelación: “Es la acción de divulgar en estados financieros y sus notas, toda aquella información que amplíe el origen y significación de los elementos que se presentan en dichos estados, proporcionando información acerca de las políticas contables, así como del entorno en el que se desenvuelve la entidad.”,

La norma NIF A-7 Establece: La revelación de las políticas contables en los

estados financieros no debe duplicar detalles presentados en alguna otra nota, las políticas contables son los criterios de aplicación de las normas particulares, que la administración de una entidad considera más apropiados en sus circunstancias para presentar razonablemente la información contenida, el formato y la ubicación de esta información es flexible, en conclusión, las políticas contables que se preparen deben de contener las más importantes adoptadas por la entidad, esas conclusiones deben presentarse dentro de las primeras notas. Con el fin de proporcionar información suficiente, la unidad económica puede detallar sus políticas contables en notas subsecuentes.

#### NIF B-17 Determinación del valor razonable.

Establece cómo determinar el valor razonable de un activo no monetario, como un activo fijo, La norma de Información Financiera fue promulgada por el consejo internacional de normas de información financiera (CINIF) en diciembre de 2016 y es aplicable en ejercicios que inicien a partir del 1 de enero de 2018, permitiendo su aplicación anticipada.

La Norma de Información Financiera, NIF B-17, tiene como objetivo:

- Definir el valor razonable.
- Establecer una sola norma para la determinación del valor razonable.
- Estandarizar las revelaciones sobre valor razonable.

**Tabla 8. Bases de valuación, (Biese, 2019).**

<b>Costo histórico</b>		<b>Valor actual</b>	
<b>Importe derivado de la información de una transacción o un evento que generó un activo o un pasivo</b>		Importe derivado de la información que se actualiza para reflejar las condiciones a la fecha de valuación	
<b>Costo de adquisición</b>	Recurso histórico	Valor razonable	Valor específico para el Banco
<b>Costo que se incurre al adquirir un activo</b>	Recurso que se obtiene al asumir un pasivo	Supuestos externos de participantes del mercado	Supuestos internos generados por el Banco
		Se subdivide en: Valor de uso (activos) y Valor de cumplimiento (pasivos)	

#### **C-15 Deterioro en el valor de los activos de larga duración y su disposición.**

El deterioro del valor de los activos de larga duración, definido por esta NIF C-15 como el exceso del valor neto en libros de los activos sobre su monto recuperable, se apoya en el postulado de “devengación contable” establecido en la NIF A-2, del Marco Conceptual, que indica: “Los efectos derivados de las transacciones que lleva a cabo una unidad económica con otras unidades. Las transformaciones internas y otros eventos, que han afectado su valor económicamente, deben reconocerse contablemente en su totalidad, en el momento en el que ocurren, independientemente de la fecha en que son realizados para fines contables”. El deterioro en activos es cuando el valor en libros es mayor a los beneficios futuros económicos esperados. El deterioro aparece cuando el activo no genera los beneficios que se estimaba que se iban a obtener durante toda su vida útil, el deterioro en activos es aquella situación que surge cuando el valor en libros de un determinado activo es mayor a los beneficios futuros económicos esperados, una vez que se identifica un deterioro en el activo, éste será valuado siempre tomando en cuenta que dichos indicios no sean temporales, la falta de mantenimiento de los activos de larga duración provoca un incremento de riesgo que puede causar daño físico. Muchas empresas eligen, no reparar ni darles mantenimiento, sin embargo, esta política a largo plazo tiene un alto costo.

Las siguientes actividades muestran el proceso de reconocimiento del deterioro en el valor de los activos de larga duración. Para identificar la presencia de indicios de deterioro:

- Fuentes internas como lo es la obsolescencia o daño físico e informes internos que revelan que el rendimiento económico va a ser menor al esperado.
- Fuentes externas como es una disminución significativa en la producción, cambios adversos en el futuro inmediato de carácter económico, ambiental o de mercado, etc., entre otros, son señales que indican que el valor neto en libros no es totalmente recuperable.
- Establecer la prueba de deterioro, y efectuar prueba, por lo menos una vez al año.
- La Unidad Generadora de Efectivo (UGE) es la agrupación más pequeña de activos de larga duración que genera entradas, debe identificarse en forma consistente, excepto porque se justifique un cambio.
- Determinar el monto recuperable de la UGE. Es el monto mayor entre el Valor Razonable Menos sus Costos de Disposición (VRMCD) y el valor de uso. Cuando el VRMCD es mayor que el valor en libros, no hay deterioro.
- VRMCD es el valor de venta que los participantes de un mercado abierto otorgan a las UGE's,
- El valor de uso es la estimación de flujos de efectivo futuro que se espera obtener de las UGE's,

- Asignar los activos corporativos, crédito mercantil y otros activos con vida indefinida a las UGE's. Estos activos no generan flujos de efectivo en forma independiente, asignar su valor neto en libros a una o varias UGE's.

Realizar las pruebas de deterioro y, en su caso, reconocer la pérdida.

Disminuir el valor en libros de una UGE, más activos corporativos, más crédito mercantil, más otros activos intangibles de vida indefinida hasta su monto recuperable, sólo si es menor al valor neto en libros, cuando el monto recuperable es mayor al valor en libros, no hay deterioro. La pérdida por deterioro se distribuye hasta reducir el valor neto en libros de cualquier crédito mercantil asignado a la UGE y el remanente se prorratea entre las demás UGE's. La pérdida por deterioro se registra contra la utilidad o pérdida del ejercicio en el rubro de costos y gastos donde que se presente la depreciación o amortización identificar la presencia de indicios de reversión.

En ejercicios posteriores al reconocimiento inicial, evaluar si al final de cada periodo el indicio de deterioro ya no existe, obtener evidencias de que el valor de un activo ha aumentado, realizar una prueba de reversión de deterioro, en su caso reconocer la reversión. Ante la presencia de indicios de reversión, realizar una prueba de deterioro y, aumentar el valor neto en libros hasta su monto recuperable contra la utilidad o pérdida del ejercicio, revisar la depreciación, amortización, valor residual y vida útil de los activos.

Cuando se determine una pérdida o reversión de deterioro de los activos de larga duración, revisar y ajustar la vida útil, depreciación, amortización y valor residual, lo anterior inclusive si no se reconoce ajuste, en ningún caso se permite reconocer pérdidas por deterioro como parte de los gastos que han sido capitalizados en el valor de un activo.

En el caso de deterioro de inversiones en asociadas, negocios conjuntos y otras inversiones permanentes, atender a la NIF C-7, la valuación del deterioro en activos de larga duración, y tener conocimiento acerca de este tipo de valuación permite la elaboración e interpretación de los estados financieros, pues esto permite identificar las bases sobre las cuales se valúan los activos y permite identificar que no se estén rebasando las expectativas de recuperación futuras

### **NIF C-16 Deterioro de instrumentos financieros por cobrar.**

El perito valuador no tiene otros argumentos, solo los que fueron recolectados mediante la evidencia física, y la información que le es suministrada por los trabajadores de la empresa que están involucrados con la maquinaria que se está evaluando y la información escrita que soportan los datos proporcionados.

## 6.2. Análisis de la información en el proceso de mantenimiento predictivo

### 6.2.1. Norma 10816-1 Análisis de las Vibraciones Mecánicas

Iniciaremos con la definición de vibración; de acuerdo con el diccionario de la real academia española, diccionario de referencia para el significado de las palabras tenemos las siguientes acepciones: a) “f. Acción y efecto de vibrar” b) “f. Cada movimiento, vibratorio, o doble oscilación de las moléculas o del cuerpo vibrante (Gleen, 2002). En la definición se indica como un movimiento de doble oscilación del cuerpo vibrante, lo que debemos de entender que si el cuerpo sale de un punto la doble oscilación la alcanza cuando el cuerpo llega nuevamente a su posición de inicio de la oscilación, entendiendo como oscilación a el movimiento de un cuerpo rígido sobre un punto de referencia. La forma simple es el movimiento descrito por un péndulo, estas oscilaciones dan como resultado una vibración, en los cuerpos rígidos que tienen un movimiento circular se presenta un fenómeno similar cuando este ha alcanzado un giro de 360 grados (una doble Oscilación). Este movimiento de los elementos mecánicos provoca una emisión de energía (vibración) cada que pasa por el punto de inicio debido al desbalance que tiene el elemento mecánico al no coincidir su centro de gravedad con el centro geométrico, punto característico de los elementos mecánicos derivados de los diferentes procesos en los que son elaborados, normalmente se diseña para que esta vibración sea lo menos perjudicial posible, y en su caso se requiere de balancear el elemento mecánico para que realice su función en condiciones óptimas. Las vibraciones mecánicas de las máquinas, y equipos se han estudiado desde que se dieron cuenta que las maquinas no eran infalibles y que su funcionamiento difería de los diseños debido a las condiciones dinámicas, de los elementos mecánicos.

Cada una de estas fallas se fueron tipificando poco a poco con ayuda de la tecnología que integra, la medición de un rango de micro voltaje, con un procesamiento matemático se obtienen los espectros de vibración, para este caso con el uso de los acelerómetros, y la aplicación de la transformada de Fourier. Se pudo cuantificar los diferentes tipos de desgaste de los elementos que componen las máquinas, Glenn D. White (1995) se ha logrado caracterizar la maquinaria y conocer cuando su condición de funcionamiento ya no es apropiada y si continua su funcionamiento podrá provocar un accidente de graves consecuencias, de acuerdo con Glenn D White (1995) El estudio de las vibraciones mecánicas y su caracterización en diferentes tipos de máquinas se desarrolla a mediados del siglo XIX, en la armada de los Estados Unidos, quienes

establecen los criterios de evaluación la condición de una máquina, las primeras gráficas donde se puede caracterizar la severidad de la vibración de la máquina, se realizan con la información obtenida, entendiendo por severidad la condición de funcionamiento la cual se describe como:

- Extremo, el mayor nivel de vibración que puede alcanzar una máquina en funcionamiento, después de este nivel la ruptura es inminente y podría causar daños catastróficos a la maquinaria.
- Excesivo, la maquinaria puede trabajar, pero es imperante programar un paro para solucionar la anomalía que produce esta vibración.
- Tolerable, un nivel de vibración que permite el funcionamiento de la maquina sin contratiempos solo se debe de mantener en observación.
- Aceptable nivel de vibración que le permite al equipo funcionar en esas condiciones un tiempo indeterminado, se recomienda solo observarlo.
- Bueno, término que se utiliza normalmente para una maquina bien instalada y condiciones favorables de operación, estos términos que se utilizan para la evaluación de la condición de la máquina.

Términos que también fueron adoptados por la Norma “ISO 10816-1 -Evaluation Of Machine Vibration by Measurements on non-rotating parts” que a su vez proviene de la Norma ISO 2372 que tiene los mismos fines de conocer la condición de funcionamiento de máquinas rotativas, como se muestra en la figura 5.

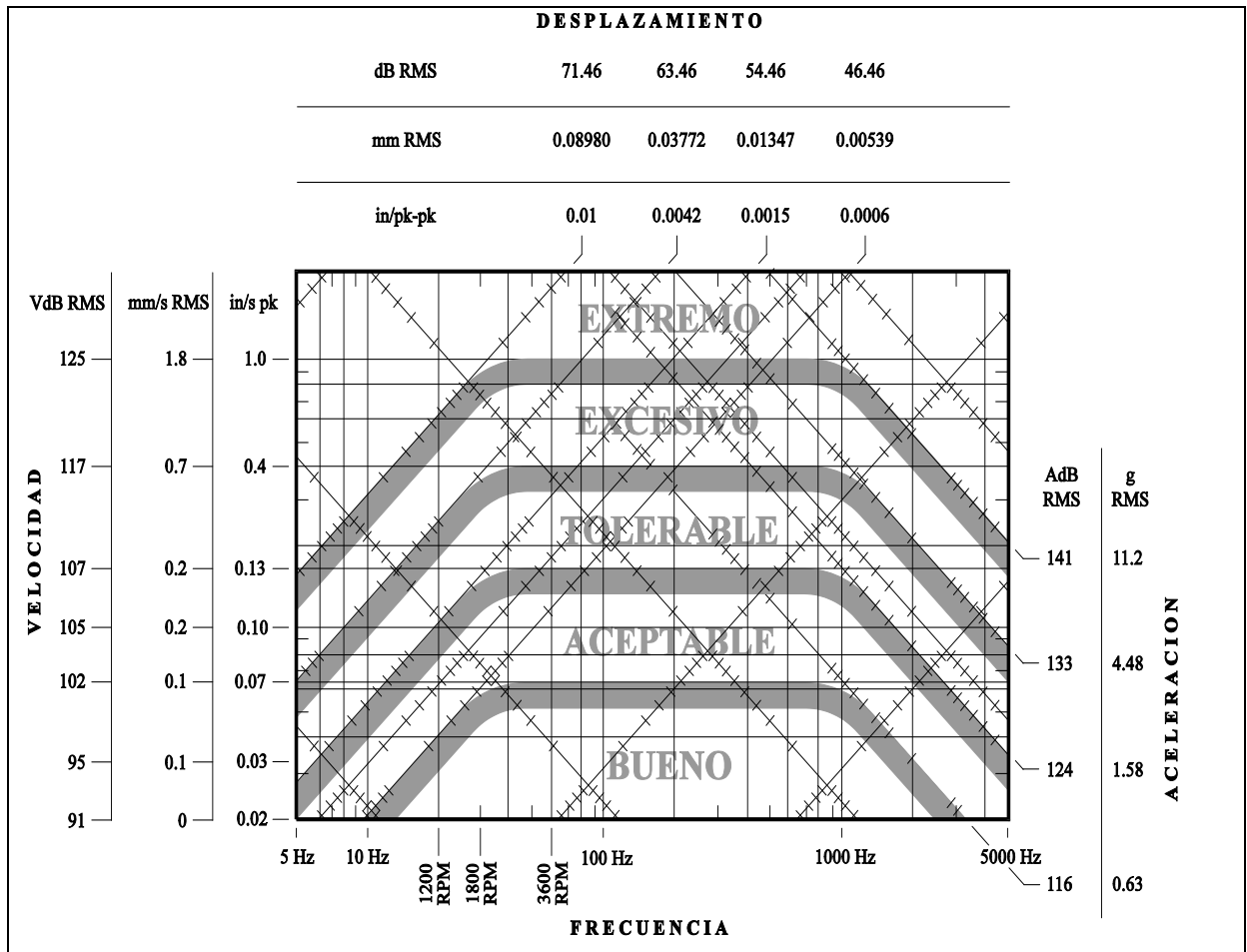


Figura 5. Valores de vibración (Gleen, 2002).

La cual muestra claramente que las vibraciones mecánicas deben de estar relacionadas con su amplitud medida en unidades de desplazamiento, Velocidad y Aceleración, y frecuencia para poder considerar el tipo de daño que ocasionaría si sigue trabajando la maquina en las mismas condiciones, la importancia de la gráfica anterior radica en la relación existente entre a medición de la amplitud de vibración con respecto a la condición funcionamiento descrita, lo que permite tener un dato cuantitativo. conocido con las siguientes acepciones: Extremo, Excesivo, Tolerable, Aceptable y Bueno, esta relación es de suma importancia porque se podrá realizar un análisis objetivo de la condición de funcionamiento de la máquina, y nos da los parámetros técnicos para poder estimar la vida remante de los equipos, de forma independiente de la fecha de adquisición por parte de la empresa, debido a que estos parámetros nos dan información sobre la condición de funcionamiento bajo los parámetros de operación que se registren en el momento de la medición.



Por otro lado, tenemos que la Norma ANSI 10816 define la forma de evaluar las vibraciones mecánicas mediante la medición, sobre las piezas no giratorias. Norma ANSI 2372 establece los límites para las vibraciones mecánicas de las máquinas que funcionan entre 10 y 200 revoluciones por segundo. La Norma ANSI 2373 establece los límites para las vibraciones mecánicas de los dispositivos eléctricos con ejes de entre 80 y 400 milímetros, las cuales dan parámetros tangibles para evaluar la condición de funcionamiento de diferentes equipos.

### 6.2.2. Análisis de aceites usados

El análisis de aceite usado es otra técnica del mantenimiento predictivo que nos ayuda a determinar la condición de funcionamiento de una máquina, con los resultados es posible detectar desgastes de piezas móviles y presencia de sustancias contaminantes, también se podrían detectar posibles fallas e incluso anticiparse evitando comprometer la operación, otras bondades que ofrece esta técnica son extender la vida útil de los componentes, reducir el gasto en refacciones, en materiales de reposición, se evitan cambios de aceite innecesarios y mano de obra en paros no programados, el objetivo es mantener la salud del lubricante, evitar su contaminación y medir el desgaste metálico siempre dentro de los límites de cada fabricante de equipos, este punto es de vital importancia considerarlo porque el desgaste previsto desde el diseño es diferente a las condiciones de operación de la máquina por lo que habrá una discrepancia entre las condiciones de diseño y las condiciones reales de operación, la utilidad de estas técnicas de mantenimiento predictivo se basa en el seguimiento de las condiciones de funcionamiento de los equipos, lo que aporta la caracterización de cada uno de ellos de acuerdo con el medio en el que están instalados.

La técnica de análisis de aceites usados la podemos dividir en las siguientes partes:

- a) La sanidad del aceite
- b) el cambio de propiedades durante su uso
- c) los contaminantes del aceite durante su uso.

Contemplando los diferentes puntos expuestos el análisis de aceites tiene diferentes técnicas para caracterizar cada elemento que lo compone, y sus características intrínsecas del mismo, la sanidad del aceite se observa mediante los estudios de la determinación de la viscosidad del aceite, los elementos que componen el aceite, los aditivos que lo mejoran, por otro lado, los contaminantes de los aceites, que generalmente vienen de fuentes externas se les debe de observar las siguientes el tamaño de las partículas, el tipo de partículas, y la metalografía de estas, y finalmente

contaminantes externos como lo es el agua, la tierra y otros contaminantes que se dan del medio ambiente en el cual opera el equipo o maquinaria, el Análisis de aceites usados, es de vital importancia para máquinas que requieren de tener sistemas de lubricación para su operación, además de las que utilizan al aceite como un sistema refrigerante del proceso, el análisis nos dará toda la información referente a la condición de funcionamiento de la maquina debido a que este pasa a través de todos los circuitos que la componen.

Existen más técnicas de mantenimiento para conocer la condición de funcionamiento de las diferentes partes que componen una máquina, pero considero que estas tres técnicas nos dan la información de la mayoría de las máquinas, para otro tipo de máquinas se puede revisar la condición del aceite usado, se tienen diferentes pruebas de acuerdo con la característica que se requiere examinar en la tabla # 1 se muestran algunas características importantes de los aceites usados para maquinaria y la norma correspondiente para evaluarla.

**Tabla 9. Diferentes normas para la realización de análisis de aceites usados**

<b>Análisis de lubricantes</b>	<b>Diferentes asociaciones de normalización</b>	
	<b>ASTM</b>	<b>Otras</b>
<b>Número de acidez</b>	D664, (2018), D974 (2006)	
<b>Cenizas</b>	D482, (2017)	ISO 6245, (2012)
<b>Densidad 15°C</b>	D4052, (2019)	ISO 12185, (2019)
<b>Punto de inflamación Set flash</b>	D3828, (2006)	
<b>Recuento de partículas</b>		ISO 4406, (2019) ISO 4407, (2004)
<b>Punto de fluidez</b>	D97, (2022)	ISO 3016, (2018)
<b>Viscosidad 20°C-100°C</b>	D 445 (2019)	ISO 3104, (2002)
<b>Índice de viscosidad</b>	D2270, (2020)	
<b>Agua</b>	D95, (2008)	

Las características anteriores se miden de acuerdo con el tipo de máquina y proceso, considerando que el aceite que actúa como un elemento que favorece la vida útil de los componentes, mediante la lubricación, y el enfriamiento de los elementos

mecánicos, si el aceite no se encuentra en condiciones óptimas de consistencia, y características de enfriamiento este no cumplirá su función, de lubricar los componentes y mantenerlos a una temperatura menor que sus condiciones de funcionamiento, por lo que llevar un control de sus características, permite conocer las propiedades que se ven afectadas durante el proceso y medirlas constantemente y cuando estas cambien se puedan realizar las acciones correspondientes, como limpieza del aceite, colocar un aditivo, o finalmente considerar un replazo, debido a que cada una de las características o variables que se ven influenciadas en el proceso, por la diversidad de variables, no fue posible generalizar rangos de aceptabilidad para la evaluación de la condición de funcionamiento, sin embargo, esta técnica es considerada como una de las herramientas importantes para prevenir el deterioro de la maquinaria, y las pruebas son muy específicas, es importante resaltar que cada una de las variables tiene asignados sus propios niveles de aceptabilidad del aceite bajo las condiciones de operación de la máquina.

### 6.2.3. Norma ISO 18434 Termografía

El astrónomo Sir Frederick William Herschel descubrió la radiación infrarroja en 1800, dicho hallazgo se logró alcanzar a través de un prisma de cristal que dirigía la luz solar, dividiendo los haces en colores y cada uno tenía una temperatura diferente, tras el gran descubrimiento del infrarrojo por Herschel, los primeros logros fueron alrededor de 1920, cuando se pudo empezar a medir esta radiación, en los siguientes años fue avanzando la tecnología y en 1980 empezaron a aparecer las primeras cámaras térmicas que podían ser manejadas de forma más cómoda, la norma ISO 18434 Indica los principios de funcionamiento, durante el desarrollo de las herramientas de mantenimiento se observó que algunas de las fallas en equipos, ya sean eléctricos, mecánicos, de proceso o electrónicos, presentan un aumento importante de la temperatura de funcionamiento mucho antes de que se produzca la falla.

La termografía infrarroja es la ciencia de la detección de la energía infrarroja que emite un objeto, que la convierte en temperatura aparente, y es mostrada como una imagen infrarroja. Literalmente, termografía infrarroja significa “temperatura de la imagen” (termografía) “por debajo del color rojo” (infrarrojo), esta tecnología infrarroja puede obtener imágenes termográficas sin hacer contacto directo con el equipo, además, tener una mejor oportunidad de ver anomalías de temperatura en condiciones de operación normales,

Las cámaras infrarrojas captan imágenes térmicas radiométricas que contienen las mediciones de temperatura aparente para cada píxel de la imagen, se puede identificar una anomalía y luego estudiarla a fondo, para calcular las temperaturas aparentes de los puntos en cuestión, la naturaleza sin contacto de la termografía infrarroja es ideal para una amplia gama de aplicaciones en las que los componentes que están en movimiento, y se aplica en el mantenimiento predictivo cuando los elementos están muy calientes o son peligrosos para el contacto, y son de difícil acceso, imposibles de apagar o podrían contaminar o provocar daños si se los tocara, también se pueden detectar problemas relacionados con la energía o la humedad en la estructura de un edificio, esta técnica ha compilado información de diferentes tipos de máquinas y ha realizado la tabla 10 con un enfoque a los sistemas eléctricos.

**Tabla 10.** Parámetros de termografía (willian, 2021).

Diferencia de temperatura en comparación con otro elemento similar en grados centígrados	Diferencia de temperatura basada en la comparación del componente con el medio ambiente en grados centígrados	Acción recomendada	Niveles comparables
<b>0 a 1</b>	0 a 1	No requiere acción	Bueno
<b>1 a 3</b>	1 a 10	Requiere revisión, probable deficiencia	Aceptable
<b>4 a 15</b>	11 a 20	Cuando el tiempo lo permita, Reparar	Tolerable
	21 a 40	Corregir para tener mediciones aceptables	Excesivo
<b>más de 15 grados</b>	mayor de 40	Reparar inmediatamente	Extremo

La especificación de la variación de la temperatura depende de la exactitud del equipamiento, independientemente de que el equipo sea del mismo tipo, (por ejemplo, los cables) hay diferentes riesgos de temperatura. El calor es generalmente relacionado con el cuadrado de la corriente entonces la carga de corriente tendrá un mayor impacto con el incremento de la temperatura en ausencia de consensos para un estándar para el incremento de la temperatura los valores de esta tabla son guías razonables.

Un método alternativo de evaluación es el estándar basado en los

incrementos de temperatura como se desarrolla en el capítulo 8.9.2 conduciendo un infra rojo inspección de termografía pruebas y mantenimiento de sistemas de transmisión de potencia de Paul Gill PE,1988.

Es necesario validar las capacidades de la persona que está realizando la inspección lo cual será mediante un entrenamiento y experiencia en el conocimiento de los aparatos y sistemas que están siendo evaluados también el conocimiento en la metodología de la termografía.

No solo la norma de la American National Standards Institute/ International eléctrica testing asociación inc. (ANSI/NETA, 2017), ha caracterizado los valores de aceptabilidad de diferentes elementos mecánicos, y eléctricos, ha emitido los lineamientos para la caracterización por temperatura su comportamiento y el riesgo de falla que puede presentar durante su funcionamiento en la tabla 11 se muestran las normas correspondientes

**Tabla 11. Normas de la técnica de termografía (ANSI/NETA, 2017).**

<b>Norma</b>	<b>Tema</b>
<b>ISO 18434-1:2008</b>	Condiciones de vigilancia y diagnóstico de máquinas. Termografía – Parte 1: Procedimientos generales.
<b>ASTM-E1862 97</b> (Re aprobado, 2010)	Método estándar para la medición y compensación de la temperatura reflejada mediante radiómetros de imágenes infrarrojas.
<b>ASTM-E1933-99a,(2010)</b>	Método Estándar para la medición y compensación de la emisividad mediante radiómetros de imágenes infrarrojas.
<b>ASTM C1934-99a (Re aprobado 2010).</b>	Método de prueba estándar para examinar equipos eléctricos y mecánicos mediante termografía infrarroja.
<b>ASTM-E 2582-07 (2014) aeroespaciales</b>	Práctica Estándar para Flash de termografía infrarroja de paneles compuestos y parches de reparación utilizados en aplicaciones.

## **7. RESULTADOS**

Los procedimientos técnicos valuatorios en general siguen el proceso mostrado en la figura en que Figura 2. aunque se pueden aplicar los tres enfoques en las valuaciones, alguno será más asertivo que otro de acuerdo con el bien a evaluar.

Por ejemplo: La valuación de un activo depende de factores internos y externos al mismo.

Internos: La funcionalidad, las nuevas tecnologías, los desgastes, la eficiencia, los insumos que requiere, la vida útil del activo etc.

Externos: El mercado, el crecimiento del sector en el cual está inmerso, la disponibilidad de insumos del activo etc.

También existe una normativa administrativa, que son las normas del Consejo Mexicano de Normas de Información Financiera (CINIIF), que establece algunos indicadores a tomar en cuenta cuando se requiere de hacer una valuación de los activos y estas dependen de la vida útil de los mismos, de la utilidad en la empresa, de los rendimientos económicos que estos produzcan en un futuro, en el siguiente apartado se menciona el procedimiento técnico para la valuación de la maquinaria y algunas definiciones

### 7.1. Nombres de evaluación de la condición de funcionamiento de acuerdo con la metodología de valuación

La tabla 1. presentada por la American Appraisal Society denominada tabla de factores de depreciación de acuerdo con la condición, en la cual nos da una relación entre la depreciación de la maquina con respecto a la vida remanente, la cual ha sido aceptada para tener un punto de referencia de la vida remanente, los nombres de los diferentes grados de depreciación que tiene la maquinaria de acuerdo sus características de funcionamiento los cuales se resumen en la Tabla 12.

<b>Tabla 12. Palabras clasificadoras de ASA (2016).</b>	
<b>Condición</b>	<b>Comentario</b>
<b>Nuevo</b>	Nuevo
<b>Excelente</b>	No requiere reparación
<b>Muy Bueno</b>	Bien usado o reconstruido
<b>Bueno</b>	Requiere de reparaciones menores
<b>Regular</b>	Requiere de reparaciones mayores
<b>Malo</b>	No debe de ser usado en esas condiciones
<b>Desecho</b>	Solo para refacciones

---

**Chatarra** Valor por kilogramo de los materiales que constituyen el bien

---

Como se puede observar la condición de funcionamiento, está dada por las cualidades marcadas, durante la inspección y se da por hecho la vida útil de la máquina, valor propuesto por algunas de las diferentes entidades que hay como, La SHCP, el Colegio de Ingenieros Mecánicos o los mismos fabricantes de las máquinas, la vida remanente, de una máquina va a ser la diferencia entre la vida útil pronosticada menos el porcentaje de depreciación obtenido de la tabla 1, por la vida útil pronosticada.

Esta tabla es una referencia importante, para poder tener un valor de vida remanente de la máquina, como un valor alternativo a la vida cronológica, del equipo independientemente de las características de uso a las que haya sido sometida la máquina durante su vida cronológica.

### **7.2. Nombres de evaluación de la condición de funcionamiento de acuerdo con las metodologías de evaluación de maquinaria (Mantenimiento predictivo).**

Desde otro punto de vista, la condición de funcionamiento de una maquina está dada por las palabras y parámetros mostrados en la tabla 13, y se consideran para clasificar a la maquinaria que tiene una velocidad de giro en un rango de 20 HZ a 1000 Hz (de 1,200 rpm a 60,000 rpm) velocidades en las cuales opera la mayoría de los equipos.

---

**Tabla 13. Palabras de aceptabilidad y amplitud de la vibración. ( (Gleen, 2002)**

---

<b>Valores de aceptabilidad Vibraciones Mecánicas</b>		
	<b>Condición de funcionamiento</b>	<b>Amplitud en mm/s rms</b>
<b>1</b>	Bueno	Menor a 0.1
<b>2</b>	Aceptable	Entre 0.1 a 2.3
<b>3</b>	Tolerable	Entre 2.3 a 4.5
<b>4</b>	Excesivo	Entre 4.5 a 7.1
<b>5</b>	Extremo	Entre 7.1 a 11

---

Lo mismo sucede para la técnica de termografía, como se muestra en la tabla 15, donde los parámetros de medición son en forma de rangos de temperatura, tomando como referencia la temperatura ambiente, o la temperatura comparable con otro elemento de la máquina que tenga características de funcionamiento comprables, estos parámetros permiten evaluar la máquina de acuerdo con sus condiciones físicas e intrínsecas.

**Tabla 14. Parámetros termografía ISO-18436-7 (2014).**

<b>Parámetros sugeridos basados en el incremento de la temperatura</b>			
<b>Diferencia de temperatura en comparación con otro elemento similar en grados centígrados</b>	<b>Diferencia de temperatura en comparación del componente con el medio ambiente en grados centígrados</b>	<b>Acción recomendada</b>	<b>Niveles comparables</b>
<b>0 a 1</b>	0 a 1	No requiere acción	Bueno
<b>1 a 3</b>	1 a 10	Requiere revisión	Aceptable
<b>4 a 15</b>	11 a 20	Reparaciones menores	Tolerable
	21 a 40	Requiere de corregir a mediciones aceptables	Excesivo
<b>más de 15 grados</b>	mayor de 40	Reparar inmediatamente	Extremo

La especificación de la variación de la temperatura depende de la exactitud del equipamiento, independientemente de que el equipo sea del mismo tipo, (por ejemplo, los cables) hay diferentes riesgos de temperatura. El calor es generalmente relacionado con el cuadrado de la corriente entonces la carga de corriente tendrá un mayor impacto con el incremento de la temperatura en ausencia de consensos para un estándar para el incremento de la temperatura los valores de esta tabla son guías razonables.

Es necesario validar las capacidades de la persona que está realizando la inspección lo cual será mediante un entrenamiento y experiencia en el conocimiento de los aparatos y sistemas que están siendo evaluados también el conocimiento en la metodología de la termografía

En la Tabla 15, encontramos los comentarios de la norma sobre la condición de funcionamiento de la maquinaria donde nos identifica las acciones a seguir en caso de que la máquina tenga niveles de vibración dentro de los rangos especificados y que pueden ser comparables con las características de la tabla 1 de ASA

**Tabla 15. Comentarios de la amplitud de vibración (Gleen, 2002).**

<b>Condición</b>	<b>Comentario</b>
<b>Nuevo</b>	Sin uso previo,
<b>Bueno</b>	Maquina Nueva o reacondicionada



<b>Aceptable</b>	La máquina puede operar indefinidamente
<b>Tolerable</b>	La máquina requiere de una revisión preventiva
<b>Excesivo</b>	La máquina requiere de una revisión mayor
<b>Extremo</b>	La máquina no debe de operar bajo estas condiciones
<b>Desecho</b>	Cuando no puede usarse el bien, valor por componentes unitarios (para refacciones).
<b>Chatarra</b>	Valor por kilogramo de los materiales que constituyen el bien

En la Tabla 16 se hace una comparación de la terminología que se usa entre las diferentes técnicas o procesos y se realiza una propuesta de palabras homologas, que tendrán el mismo significado independientemente de la técnica que se use, realizando una búsqueda de terminología se encuentra que la palabra desgastado que no es utilizada en ninguna de las acepciones de las tablas aporta una condición de funcionamiento que ayuda a tipificar las acepciones que tiene la palabra con respecto a la condición de funcionamiento por lo que en la columna de la derecha se muestran las palabras sugeridas que homologaran las características observables y medibles de los elementos de las máquinas.

Equivalencia de los nombres de las escalas de evaluación.

Las palabras de evaluación tendrían la siguiente similitud con las palabras de la condición que se utilizan en la valuación, como se muestra Tabla 16. Y dan como resultado del objetivo del análisis de la terminología y taxonomía de las palabras para ser usadas dentro del proceso de valuación.

### 7.3. Homologación de los nombres de las diferentes tablas

**Tabla 16.** Homologación nombres de diferentes técnicas.

<b>Manuales de valuación</b>	MANTENIMIENTO	COMENTARIO	CARACTERÍSTICAS	PROPUESTA
<b>NUEVO</b>			Nuevo	<b>NUEVO</b>
<b>EXCELENTE</b>	BUENO	Máquina funcionando	Máquina nueva o reacondicionada	<b>EXCELENTE</b>
<b>MUY BUENO</b>	ACEPTABLE	Máquina funcionando	Puede funcionar indefinidamente	<b>BUENO</b>
<b>BUENO</b>	TOLERABLE	Máquina funcionando	Requiere de una revisión preventiva	<b>ACEPTABLE</b>

<b>REGULAR</b>	EXCESIVO	Máquina funcionando	Debe de detenerse para una reparación mayor	<b>TOLERABLE</b>
<b>MALO</b>	EXTREMO	Máquina funcionando	No debe de operar bajo estas condiciones	<b>DESGASTADO</b>
<b>DESECHO</b>		Máquina parada	No puede usarse el bien la venta será por componentes unitarios	<b>DESECHO</b>
<b>CHATARRA</b>		Máquina parada	Valor por kilogramo del bien	<b>CHATARRA</b>

Una vez analizados los nombres y su taxonomía para la definición de las diferentes jerarquías que estos tendrán se continua con el análisis de los rangos de valores que presenta cada una de las técnicas para poder hacer una discretización uniforme en cada uno de los rangos, en la Tabla 17 se encuentra una propuesta de modificación de la tabla que emite ASA, colocando en ella las descripciones o características de funcionamiento de la máquina y las palabras que darán significancia a cada una de las condiciones de funcionamiento que podrán ser medibles con cualquiera de las herramientas de mantenimiento y con las descripciones de la tabla que proporciona ASA.

#### Tabla de equivalencia de los nombres y las escalas de evaluación.

<b>Tabla 17. Terminología propuesta condición funcionamiento</b>		
<b>Depreciación %</b>	<b>Condición</b>	<b>Vida Remanente</b>
<b>1</b>	<b>NUEVO</b>	
<b>0</b>	Sin uso previo (nuevo)	<b>100</b>
<b>5</b>	Sin pérdida de valor por deterioro físico	<b>95</b>
<b>2</b>	<b>EXCELENTE</b>	
<b>6</b>	Maquina nueva o reacondicionada	<b>94</b>
<b>10</b>		<b>90</b>
<b>3</b>	<b>BUENO</b>	
<b>11</b>	Puede funcionar indefinidamente	<b>89</b>
<b>15</b>		<b>85</b>
<b>20</b>		<b>80</b>
<b>4</b>	<b>ACEPTABLE</b>	
<b>21</b>	Requiere de reparaciones menores	<b>79</b>

25		75
30		70
40		60
<b>5</b>	<b>TOLERABLE</b>	
41	Debe de detenerse para una reparación	59
45	mayor	55
50		50
60		40
<b>6</b>	<b>DESGASTADO</b>	
61	No debe de operar bajo estas condiciones	39
65		35
70		30
75		25
80		20
<b>7</b>	<b>DESECHO</b>	
81	No se puede usarse, valor por	19
85	componentes unitarios refacciones.	15
90		10
<b>8</b>	<b>CHATARRA</b>	
95	Valor por kilogramo de los materiales que	5
100	constituyen el bien	0

#### 7.4. Homologación de los valores de las diferentes tablas

La tabla 18 de vibraciones contempla los valores y conceptos de acuerdo con su condición de funcionamiento, si observamos la tabla 17 y la tabla 18 podemos ver que la terminología es ligeramente similar solo que una se evalúa lo bueno a lo malo, mientras que en las técnicas de mantenimiento evalúan una condición de excelente cuando las mediciones son bajas hasta extremo cuando los indicadores son altos.

Para la maquinaria que tiene una velocidad de giro en un rango de 20 HZ a 1000 Hz (de 1,200 rpm a 60,000 rpm) velocidades en las cuales opera la mayoría de los equipos, los cuales se muestran en la tabla 18.

<b>Tabla 18. Valores de aceptabilidad Vibraciones Mecánicas ( (ISO 10816-1, 2017).</b>	
<b>Valores de aceptabilidad Vibraciones Mecánicas</b>	
Condición de funcionamiento	Amplitud en mm/s rms

<b>1</b>	Bueno	Menor a 0.1
<b>2</b>	Aceptable	Entre 0.1 a 2.3
<b>3</b>	Tolerable	Entre 2.3 a 4.5
<b>4</b>	Excesivo	Entre 4.5 a 7.1
<b>5</b>	Extremo	Entre 7.1 a 11

Teniendo en consideración que los resultados, son condiciones en las cuales está trabajando la máquina, las dos últimas acepciones de la tabla 17 de Factores de depreciación pueden conservar sus acepciones ya que la máquina no se encuentra operando.

Por lo que nos quedan 5 aspectos comparables directamente quedando fuera la condición de “nuevo”, bajo el supuesto que es la mejor condición y las condiciones de desecho y chatarra que son condiciones donde la maquina ya no puede ser puesta en operación, hasta que se realicen las actividades necesarias para que pueda funcionar nuevamente la máquina por lo tanto la tabla quedará como sigue si realizamos las interpolaciones respectivas para que los valores sean directos, esto quiere decir que cuando estemos hablando en el argot de valuación de maquinaria y digamos que tiene una condición de “excelente” para la condición de funcionamiento basada en las vibraciones mecánicas solo será de “bueno” y en termografía, lo podemos equiparar con las mismas definiciones de Vibraciones, debido a que desde el punto de vista de aceptabilidad de la condición de la maquina se correlacionan las definiciones.

La tabla 19 correlaciona los valores las mediciones de vibraciones y termografía con los valores de la condición de la máquina, para hacer una evaluación objetiva de la condición de la máquina, la cual se podrá soportar con los niveles de vibración y temperatura y que se muestran en la misma, para la condición de esta tesis, se aceptará que la vida remanente de la maquina es como lo establece ASA de acuerdo con la tabla 6 y para poder obtenerla con mayor precisión se requieren de la consideración de un mayor número de variables a las cuales difícilmente el valuador tendrá acceso, y sobre todo que las condiciones de operación invariablemente son cambiantes, y las Técnicas mantenimiento, muestra los valores que se deben de observar para obtener una clasificación en lenguaje como se muestra en la Tabla 18, de acuerdo a los valores que se tiene en la depreciación se discretizo en 10 valores cada uno de los rangos de aceptabilidad con respecto a la depreciación posteriormente los valores en los rangos de la técnica de se obtuvieron mediante una regresión lineal para el número de elementos discretizados en la tabla de ASA, y realizando el mismo proceso para el rango de valores que tienen las herramientas de mantenimiento predictivo de tal forma que nos puedan quedar rangos equiparables entre las técnicas de mantenimiento, posteriormente se

realiza una homologación de los valores, como se muestra en la tabla 19.

**Tabla 19.** Equivalencias de factores de evaluación y valuación de la maquinaria de acuerdo con su condición.

Depreciación %	Condición	Vida Remanente	Valor de vibración en mm/s rms	Diferencia de temperatura en °C temperatura ambiente
<b>NUEVO</b>				
0	Nuevo	100		
5		95		
<b>EXCELENTE</b>			<b>EXCELENTE</b>	<b>EXCELENTE</b>
6	Maquina Nueva o reacondicionada	94	Menor a: 0.1	
10		90		
<b>BUENO</b>			<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>
11	Puede funcionar indefinidamente	89	0.11	1
12		88	0.35	2
13		87	0.60	3
14		86	0.84	4
15		85	1.08	5
16		84	1.33	6
17		83	1.57	7
18		82	1.81	8
19		81	2.06	9
20		80	2.30	10
<b>ACEPTABLE</b>			<b>ACEPTABLE</b>	<b>ACEPTABLE</b>
21	Requiere de reparaciones menores	78	2.37	11
24		76	2.69	12.58
26		74	2.92	13.63
28		72	3.14	14.68
30		70	3.37	15.74
32		68	3.59	16.79
34		66	3.82	17.84
36		64	4.05	18.89
38		62	4.27	19.95
40		60	4.5	21
<b>TOLERABLE</b>			<b>TOLERABLE</b>	<b>TOLERABLE</b>
41	Requiere reparaciones	59	4.592	22

44	mayores	56	4.96	24.84
46		54	5.23	26.74
48		52	5.50	28.63
50		50	5.76	30.53
52		48	6.03	32.42
54		46	6.30	34.32
56		44	6.57	36.21
58		42	6.83	38.11
60		40	7.1	40
<b>DESGASTADO</b>				
62	No debe de funcionar en esas condiciones	38	7.49	45.8
64		36	7.88	49.6
66		34	8.27	53.4
68		32	8.66	57.2
70		30	9.05	61
72		28	9.44	64.8
74		26	9.83	68.6
76		24	10.22	72.4
78		22	10.61	76.2
80		20	11	80
<b>DESECHO</b>				
81	Venta por refacciones.	19		
85		15		
90		10		
<b>CHATARRA</b>				
95	Venta por kilogramo	5		
100		0		

## 7.5. Comparación de resultados

Una vez realizados los procesos con los siguientes marcos de referencia

Enfoque de reposición o enfoque de Costos

Caso Uno

Considerando que la máquina fue construida en el 2008, se tiene:

- La depreciación de la máquina es del 55% ya que requiere de reparaciones pequeñas
- La vida remante es del 20% por que ya ha consumido cronológicamente 16 años y su vida de acuerdo con las tablas de la SHCP es de 20 años.

- c) Tomando como referencia los indicadores del INEGI con respecto a la inflación desde el 2008 al 2024 se tiene que es 1.3016

#### Caso Dos

Considerando que la máquina fue reconstruida en el 2018, se tiene:

- a) La depreciación de la máquina es del 20% ya que requiere de reparaciones pequeñas y se considera que la máquina fue reconstruida.
- b) La vida remante es del 60% por que ya ha consumido cronológicamente 8 años y su vida de acuerdo con las tablas de la SHCP es de 20 años.
- c) Tomando como referencia los indicadores del INEGI con respecto a la inflación desde el 2008 al 2024 se tiene que es 1.3016

#### Caso Tres

Considerando:

- a) Los valores de vibración y aplicando la tabla 19 del presente trabajo la depreciación de la máquina es del 30.0 % ya que requiere de reparaciones pequeñas y aun funciona en condiciones aceptables .
- b) El demerito por Edad de la máquina no se considera porque sería un dato redundante debido a que los sensores de vibración, y la cámara termográfica de las herramientas de mantenimiento predictivo ya asignaron un valor de desgaste de los elementos mecánicos y dio como resultado el grado de depreciación general de la máquina.
- c) La vida remante es del 60.6% por que requiere de una intervención en uno de sus elementos, por lo que le quedan 12 años de vida.
- d) Tomando como referencia los indicadores del INEGI con respecto a la inflación desde el 2008 al 2024 se tiene que es 1.3016

En la tabla 20 se muestran los valores de los factores obtenidos por los tres criterios establecidos, el primero un caso donde se considera a la máquina desde las condiciones de diseño y de acuerdo al PT-MEH donde la máquina es casi el valor de chatarra pero la utilidad en la empresa es buena, el segundo caso donde se considera que la máquina fue reconstruida en el 2018 lo que modifico su condición de funcionamiento y la máquina volvió a reestablecer los factores, donde la máquina ya presenta un valor relativo a la funcionalidad dentro de la empresa. y finalmente el tercer caso que toma los datos de la máquina de acuerdo con su condición de funcionamiento y bajo las condiciones de operación en las que está inmersa es importante resaltar que la vida cronológica y el demerito por edad no se consideran por que perdemos la vida de referencia de la máquina debido a que en la teoría de mantenimiento bajo las condiciones de operación y de mantenimiento óptimas, esta deberá de funcionar indeterminadamente

---

**Tabla 20.** Comparativo de factores por las tres opciones

---

	Dólar	Pesos	vida útil diseño años	Vida cronológica	Vida remanente años	Depreciación por condición de funcionamiento	Demerito por edad
<b>Caso Uno</b>							
<b>Construcción 2008</b>			20	16	4	55%	80%
<b>Precio mercado 2008</b>	35,000	687,400					
<b>Precio mercado 2024</b>	29,500	538,670					
<b>Caso Dos</b>							
<b>Reconstrucción 2018</b>							
<b>Construcción 2018</b>			20	4	16	30%	20%
<b>Caso Tres</b>							
<b>propuesta</b>							
<b>Construcción 2008</b>			20	16	12	30.4%	0%

La tabla 21 muestra los valores económicos resultado de la aplicación del procedimiento técnico PT MEH de INDAABIN, con los factores de la tabla 20, se puede observar que el valor más cercano al de mercado es el que contempla la condición de funcionamiento con la medición de los sensores y lo importante es que en muchas veces en campo no contamos con la historia de la máquina, no contamos con datos de mantenimiento, y sus condiciones de operación variaron con respecto al tiempo de acuerdo a la carga de producción en la que se encuentra.

**Tabla 21.** Valores derivados del procedimiento PT-MEH de INDAABIN

	Enfoque mercado	Enfoque costo	Valor Ponderado
<b>Opción Uno</b>	\$538,670.00	\$69,238.62	\$485,203.44
<b>Opción Dos</b>	\$538,670.00	\$430,818.10	\$490,743.11
<b>Opción Tres</b>	\$538,670.00	\$535,186.87	\$536,934.08



Desarrollo de la evaluación de la máquina bajo los diferentes criterios y bases de operación que se tienen

En la tabla 22, se tienen los datos generales de una máquina denominada torno de Control Numérico

<b>Tabla 22. Datos generales de la máquina.</b>	
<b>Marca:</b>	Hyundai Kia
<b>Medidas:</b>	Máquina 435 cm x 165 cm x 240 cm, Carrito 90 cm x 60 cm x 50 cm
<b>Modelo:</b>	SKT15
<b>Control:</b>	Fanuc Oi-TC ()
<b>Serie:</b>	G3134 - 1472
<b>Fecha:</b>	2008
<b>Cap. KVA:</b>	20
<b>Peso:</b>	3,700 kg



Figura 6 Torno CNC propiedad de la empresa.

En la Tabla 23 se encuentran los datos conforme al procedimiento técnico PT- MEH, se encuentran en el mismo orden para conservar la descripción.

<b>Tabla 23. Levantamiento de datos durante la inspección.</b>		
<b>Punto para verificar</b>	<b>Características</b>	<b>Comentarios</b>
<b>Actividad en el proceso de valuación.</b>	<b>Definición de acuerdo con el Procedimiento</b>	

<b>2.3.1.5. Vida útil remanente</b>	El valuator de bienes nacionales, establecerá que esta vida corresponde a la diferencia entre la vida útil total y la edad cronológica.	8 años
<b>2.3.1.6. Adiciones</b>	Mejoras al comparable básico.	No tiene mejoras adicionales
<b>2.3.1.7. Diseño especial</b>	Verificar su productividad, sus componentes, su construcción, entre otros aspectos, para poder estimar su vida útil y su valor.	No es de diseño especial es un equipo de línea
<b>2.3.1.8. Instalación</b>	Verificar la forma en que está instalado.	Cimentación normal, sobre un bloque de hormigón
<b>2.3.1.11. Mantenimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el tipo de mantenimiento que se le ha dado al equipo,</li> <li>• mantenimiento correctivo.</li> <li>• Mantenimiento preventivo con un programa documentado</li> <li>• Quién le da el mantenimiento: Distribuidor de fábrica, personal interno, contratista externo, entre otros.</li> </ul> <p>Refacciones originales o adaptadas.</p>	<p>El mantenimiento es solo correctivo, 4 semanas antes se le cambio la banda de la polea principal.</p> <p>No hay bitácoras de mantenimiento.</p> <p>El mantenimiento es por personal externo</p> <p>Se usan refacciones adaptadas</p> <p>Se usan refacciones de las que hay en el mercado</p>
<b>2.3.1.12. Mantenimiento típico</b>	Equipos especializados requieren la certificación cuando el mantenimiento se los da alguien diferente al proveedor original.	El mantenimiento lo efectúa personal especializado, pero no pertenece a la compañía, es un equipo estándar
<b>2.3.1.14. Reparaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar:</li> <li>• Reparaciones generales</li> </ul>	Se realizó un mantenimiento mayor

<b>mayores</b>	<p>al equipo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quién se las hizo: representante de fábrica, contratista externo, personal interno.</li> <li>• Costo.</li> <li>• Tipo de refacciones: originales de fábrica, hechas en la planta, substitutos, entre otras.</li> </ul> <p>Garantía.</p>	<p>cuando se adquirió en el 2008.</p> <p>El mantenimiento fue realizado por la empresa vendedora.</p> <p>Se utilizaron refacciones de sustitutas.</p> <p>La garantía del vendedor de la máquina.</p>
<b>2.3.1.16. Problemas de operación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Cuál es la capacidad nominal del equipo, y la que realmente está dando.</li> <li>• Generación de desperdicios, mala calidad.</li> <li>• Tiempos muertos.</li> <li>• Consumo de energía.</li> <li>• Mano de obra adicional.</li> <li>• Otras situaciones.</li> <li>• Costo de la cura de la obsolescencia funcional.</li> </ul> <p>Costo anual adicional que representa el seguir operando con los problemas existentes.</p>	<p>El equipo se encuentra en condiciones de operación con piezas de buena calidad</p> <p>No se tiene información de los procesos, debido a que la utilización es de acuerdo con la carga de trabajo que se tenga en la empresa</p>
<b>2.5.3.6. Demérito por edad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimar:</li> <li>• Vida útil normal por considerar.</li> <li>• Estimarse la edad efectiva del mismo y compararla con la vida útil total.</li> <li>• Se podrá estimar el factor de demérito por edad de la forma siguiente:</li> <li>• Demérito = Edad</li> </ul>	<p>La vida útil para este tipo de equipos es de</p> <p>20 años.</p> <p>Edad cronológica desde él la reconstrucción Fecha 2008 Fecha Actual 2024</p>



Precio equivalente al costo \$ 45,556  
 Depreciación económica 30%

La tabla 24 muestra los resultados del análisis conforme a al procedimiento técnico PT-MEH de INDAABIN, considera el año de construcción de la máquina, como inicio de operaciones y calcula el demerito por edad, cuyo valor es del 80% y bajo ese mismo contexto y considerando que la máquina ya tiene muchos años funcionando considera una depreciación por condición de funcionamiento del 55%, debido a que requiere de reparaciones menores

**Tabla 24. Resultados de la valuación enfoque costos máquina 55% depreciación**

	2008	2024	2024
<b>Precio de la máquina</b>	35,000	45,556	29,500
<b>Valor de intercambio del dólar 2018</b>	19.64		18.26
<b>Vida Útil</b>	20	4	9
<b>Precio de la máquina pesos MXN/Dollar</b>	687400	\$831,853	
<b>Precio de la maquina al 2024</b>	1.3016	\$1,082,739	\$3,791.82
<b>costos de instalación de maquinaria</b>	10%	\$1,191,013.22	
<b>Valor de depreciación</b>	5%	\$1,250,563.88	
<b>Demerito por edad</b>	80.000%	\$250,113	
<b>Depreciación por condición de funcionamiento</b>	55%	\$112,551	Considerando la tabla de ASA
<b>Obsolescencia curable</b>	5%	\$106,923	Matto Menor
<b>Obsolescencia No curable</b>	0%	\$106,923	
<b>Obsolescencia económica</b>	35%	\$69,239	
<b>Obsolescencia funcional</b>	0%	\$69,239	
<b>Valor del Bien</b>		\$69,239.00	

El valor de mercado de la máquina es de \$ 538,670.00

EL valor razonable de la máquina de acuerdo con el procedimiento técnico PT-MEH de INDAABIN es de \$ 485,203.44

De este resultado observamos que el valor de mercado ayuda mucho a encontrar el

precio razonable debido a que el precio de la máquina por el enfoque físico es en números redondeados de 57,000.00 (El valor de deshecho es mayor a este precio)

### 7.5.1. Comparación de la valuación tradicional caso optimista considerando que la máquina fue reconstruida en el 2018

#### Valor de la máquina de acuerdo con el procedimiento técnico PT MEH

Punto de vista de un valuador con menor rigor y dentro del contexto planteado por la empresa de tener los mantenimientos adecuados, bajo el tema que un experto es el que realiza las actividades, y tomando en consideración que la máquina fue reconstruida en el 2018, que no requiere de reparaciones menores y que la máquina fue reconstruida se tienen los siguientes resultados tomando en consideración procedimiento PT-MEH con el enfoque de costos se tienen los siguientes resultados:

**Tabla 25.** Valuación de la máquina enfoque físico máquina 20% depreciación

	2018	2024	2024
<b>Precio de la máquina</b>	35,000	45,556	29,500
<b>Valor de intercambio del dólar 2018</b>	19.64		18.26
<b>Vida Útil</b>	20	14	16
<b>Precio de la máquina pesos MXN/Dólar</b>	687400	\$831,853	\$23,593.54
<b>Precio de la maquina al 2024</b>	1.3016	\$1,082,739	
<b>costos de instalación de maquinaria</b>	10%	\$1,191,013.22	
<b>Valor de depreciación</b>	5%	\$1,250,563.88	
<b>Demerito por edad</b>	30.000%	\$875,395	
<b>Depreciación por condición de funcionamiento</b>	20%	\$700,316	Considerando la tabla de ASA
<b>Obsolescencia curable</b>	5%	\$665,300	Matto Menor
<b>Obsolescencia No curable</b>	0%	\$665,300	
<b>Obsolescencia económica</b>	35%	\$430,818	
<b>Obsolescencia funcional</b>	0%	\$430,818	
<b>Valor del Bien</b>		\$430,818.00	

El valor de mercado de la máquina es de \$ 538,670.00

EL valor razonable de la máquina de acuerdo con el procedimiento técnico PT-MEH de

INDAABIN es de:

\$ 490,743.11

En la tabla 24. se muestran los valores de correspondiente a un análisis de la máquina con respecto a las técnicas de mantenimiento predictivo, donde el demerito por edad se lleva a un valor cero, debido a que conocemos las características de funcionamiento de cada uno de sus componentes y por consiguiente el demerito por edad que correspondería a la vida útil de la maquina y por consiguiente la vida remante de la misma, es importante resaltar que de esta forma no se entra a especulación de la vida útil de la máquina, si estuvo en condiciones adversas, si estuvo trabajando un turno, dos o tres, si la máquina tuvo intervalos de tiempo en los cuales no fue utilizada, si el mantenimiento de la máquina es constante, el tipo de refacciones que se le suministran y otras variable a considerar, bajo las condiciones del día de la inspección se tienen los valores de demerito de la máquina.

<b>.Tabla 26. Valuación de maquina utilizando las herramientas mantenimiento</b>			
	2018	2024	2024
<b>Precio de la máquina</b>	35,000	45,556	29,500
<b>Valor de intercambio del dólar 2018</b>	19.64		18.26
<b>Vida Útil</b>	20	14	14
<b>Precio pesos MXN/Dollar</b>		\$687,400	\$24,219.65
<b>Precio de la maquina al 2024</b>	1.3016	\$894,720	
<b>Gastos instalación</b>	10%	\$984,191.82	
<b>Valor de depreciación</b>	5%	\$1,033,401.42	
<b>Demerito por edad</b>	0.000%	\$1,033,401	
<b>Depreciación cond. Fun.</b>	30%	\$718,900	
<b>Obsolescencia curable</b>	5%	\$682,955	Matto Menor
<b>Obsolescencia No curable</b>	0%	\$682,955	
<b>Obsolescencia económica</b>	35%	\$442,251	
<b>Obsolescencia funcional</b>	0%	\$442,251	
<b>Valor del Bien</b>		\$442,250.79	

El valor de mercado de la máquina es de

\$ 538,670.00

EL valor razonable de la máquina de acuerdo con el procedimiento técnico PT-MEH de INDAABIN es de

\$ 536,934.08

## **8. INTEGRACION DE LAS HERRAMIENTAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO COMO COMPLEMENTO AL PROCEDIMIENTO TÉCNICO PT-MEH**

para integrar las herramientas del mantenimiento predictivo al procedimiento técnico PT-MEH, se desarrolló un proceso denominado EDAV y se lleva a cabo mediante el siguiente procedimiento

El procedimiento propio denominado EDAV (elaboración propia) es el que sigue:

- Analizar la máquina desde el punto de vista de mantenimiento empleando el procedimiento de (sintef, 2002) mejor conocido como OREDA para dividir la maquina en diferentes mecanismos o subsistemas que contribuyen al funcionamiento de esta.
- Realizar un diagrama de árbol para determinar la influencia de los sistemas para la falla de la máquina, las relaciones entre sistemas para catalogarlos como primarios, secundarios o de apoyo al buen funcionamiento de la máquina.
- Todos los sistemas inician con un 90% de vida útil y una probabilidad de falla del 10%, por razones de uso de la máquina.
- Determinar la vida remante de los subsistemas que componen la máquina de acuerdo con las herramientas del mantenimiento predictivo y asignar el valor al componente final, del diagrama de árbol, de acuerdo con los valores que se obtuvieron de la termografía y el análisis de vibraciones.
- Determinar la vida útil del sistema mediante multiplicaciones de los elementos que se tienen el último nivel, los cuales alimentaran el valor al siguiente nivel el cual va a ser multiplicado por el 90%, y por el porcentaje de incidencia que tenga este nivel con respecto al nivel superior.
- Para llegar al nivel principal se sumarán los valores que se tienen entre cada uno de los elementos del nivel inferior.
- Obteniendo el valor de la vida útil del equipo la diferencia con el 100% será el valor que considerar como depreciación del equipo.



Realizando el mismo ejemplo para mostrar el uso de las herramientas de mantenimiento predictivo en la determinación del valor de depreciación que tiene el equipo, y finalmente su valuación por el enfoque de costos se tienen las siguientes consideraciones:

- a) La máquina se evalúa en la condición actual, y esta es dada por los valores reportados por los sensores.
- b) La depreciación por edad se considera nula debido a que se están tomando los valores actuales, independientemente del mantenimiento que ha tenido la máquina, y también los valores no depende de la edad de sus elementos.
- c) Se considera una depreciación curable del 10%, para gastos de desinstalación de la máquina que se le debe de dar objeto de la utilización de esta.
- d) El valor de la depreciación por condición de funcionamiento viene de un cálculo mediante un diagrama de árbol en la cual cuantifica el porcentaje de vida remante de la máquina de acuerdo con la condición de funcionamiento de los componentes.
- e) Se toma como depreciación curable un 5% por concepto de mantenimiento menor de la máquina para llevarla a su condición ideal.

Datos de la máquina

Se toman los datos de la tabla 20. y la figura 6. correspondiente a los datos de la maquina denominada torno de control numérico propiedad de la empresa SEISA  
Proceso de Evaluación, Diagnostico, Análisis y Valuación (EDAV)

### **8.1. Análisis de los sistemas de transmisión de la máquina**

Análisis de la máquina, primero se analizan los sistemas de transmisión de fuerza dentro de la máquina, para encontrar los sistemas principales de la máquina, (los que provocan que la maquina deje de funcionar, o sus refacciones tengan un tiempo de entrega muy largo) los sistemas auxiliares (los que su falla puede ser reemplazada en un tiempo muy corto o pueden ser sustituidos por otro sistema) y los sistemas secundarios, (aquellos que son necesarios pero no implican un paro de la máquina) (sintef, 2002), posteriormente se realiza una análisis de modos y efectos de falla para determinar los sistemas principales, y los sistemas secundarios en la tabla 27 se muestran los resultados del análisis, y las fotografías correspondientes a cada sistema

---

**Tabla 27. Subsistemas de potencia que tiene la máquina.**

---

**Sistema principal de potencia**



Figura 7. Del sistema principal de potencia

**Sistema hidráulico de sujeción**



Figura 8. Del sistema Hidráulico

---

**Sistema refrigerante**



Figura 9. Del sistema refrigerante

**Sistema transporte rebaba**



Figura 10. Del sistema colector de rebaba

---

Bomba Hidráulica

Sistema de control

---

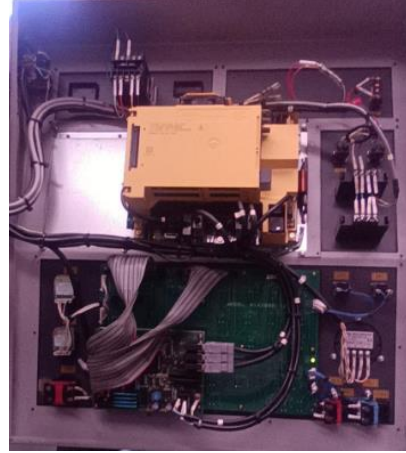


Figura 11. de la Bomba Hidráulica

Figura 12. del sistema de control de la máquina

---

En la figura 13. se presenta un diagrama de árbol, para realizar un análisis de falla de la máquina y darle la importancia por su relevancia a cada sistema.

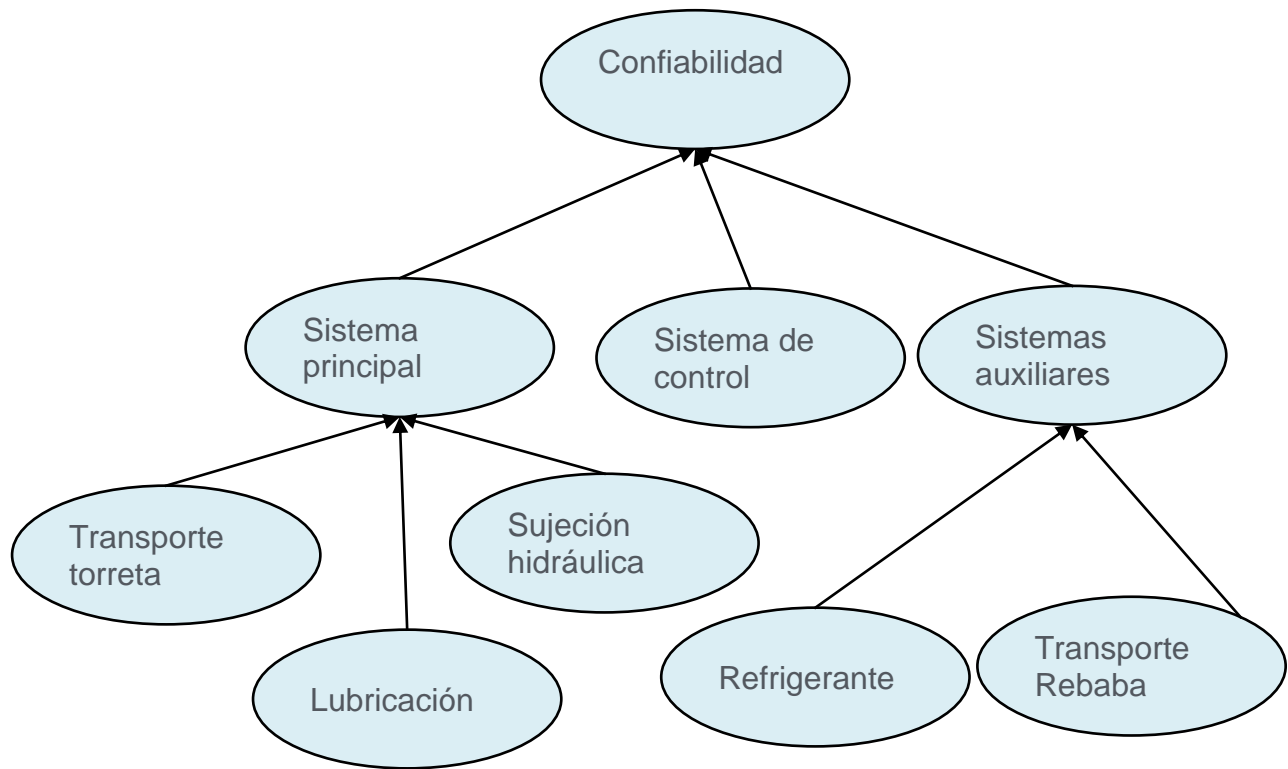


Figura 13. . Diagrama de Árbol

## 8.2. Evaluación de los sistemas de transmisión de potencia

Mediante las técnicas de mantenimiento predictivo se determinan la condición de funcionamiento de los trenes de potencia, y se evalúa el grado de severidad para cada una de las técnicas permisibles que el elemento nos aporte para conocer su estado de conservación, para este caso solo se toman vibraciones mecánicas y termografía debido a que los elementos que se analizan contienen elementos mecánicos y eléctricos los cuales pueden aportar información sobre su condición de funcionamiento, posteriormente se evalúan conforme a la tabla 19.

Se toman los datos por medio de las técnicas de mantenimiento predictivo y asignación de probabilidades en el diagrama de árbol considerando los niveles de vibración, temperatura permitidos para cada uno de los componentes colocando en cada nodo del diagrama de árbol el valor de la vida remante de cada componente, el cual tomamos de la tabla 19.

Para conocer la confiabilidad de funcionamiento de la máquina se hacen las evaluaciones correspondientes de cada nodo mediante las reglas de análisis que propone el método analítico jerárquico.

- a) La confiabilidad de cada nodo es del 100% el punto mayor jerárquicamente es el funcionamiento de la máquina a este nodo no se le asigna valor debido a que su valor depende del resultado del análisis.
- b) Se subdivide en nodos de tal forma que se conteste la pregunta si este nodo o subsistema falla que pasa con el funcionamiento de toda la máquina, los que provocan un paro inmediato de la falla se les denominara sistemas principales.
- c) Teniendo los sistemas principales se evalúa de acuerdo con los valores que tendrá ese nodo con respecto al nodo del que provienen, la suma de la probabilidad de falla de los nodos secundarios deberá de ser el 100% con respecto a su nivel.
- d) Si el nodo secundario se puede dividir en un nivel terciario, los nodos de este deberán de sumar un 100% con respecto al nodo que los integra.

En la tabla 28, se presentan los resultados de la evaluación de los sistemas mediante las técnicas de vibraciones mecánicas y termografía, en el recuadro inferior se da un diagnóstico de los observado mediante las técnicas y la evaluación conforme a la tabla 19 de esta tesis, también se da el valor conclusivo de la condición de funcionamiento y que aportará a la vida remante de la maquina en su conjunto a través de las relaciones de dependencia que se hicieron en la elaboración del diagrama de árbol, la figura del sistema solo se indica de referencia, cada uno de los sistemas comprenden cuatro cuadros que son la figura de referencia, la figura de termografía, la figura de vibración, y el cuadro de resultados del sistema analizado.

**Tabla 28 Resultados de la evaluación de los sistemas.**

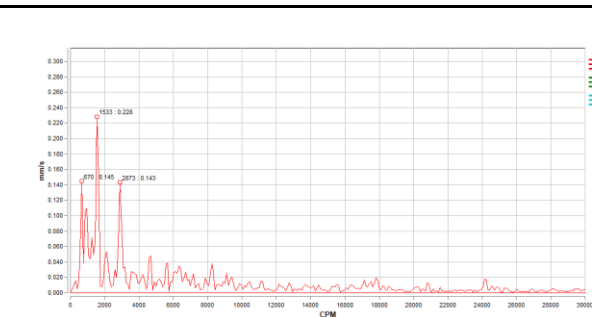
Sistema principal

Termografía del sistema principal



Figura 14. del sistema principal.

Figura 15. de la Imagen térmica del sistema principal-



Tomando como referencia la Tabla 19, Diferencia temperatura es de 6°C considera 16% depreciación 84% remanente  
 Por vibraciones 0.22 rms 20% de depreciación y 80% remanente se toma el valor de menor vida remanente vida remanente 80%

Figura 16. vibraciones del sistema principal.

Interpretación de valores de vibración y termografía

Sistema de sistema hidráulico

Termografía del sistema hidráulico

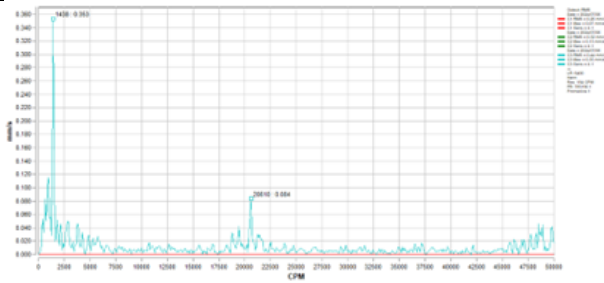


Figura 17. Del sistema hidráulico

Figura 18. Térmica del sistema

---

hidráulico



Tomando como referencia la tabla 19, Diferencia temperatura es de 40°C considera 60% depreciación 40% remanente  
Por vibraciones 0.36 rms 28% de depreciación y 72% remanente se toma el valor de menor vida remanente vida remanente 60%

---

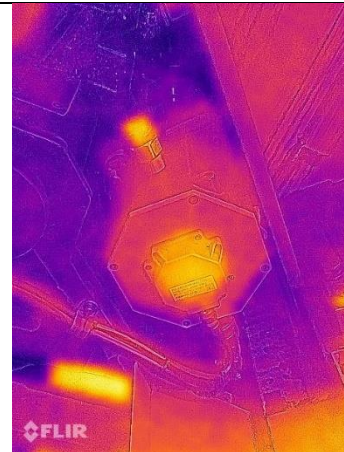
Figura 19. vibración del sistema hidráulico.

Interpretación de valores de vibración y termografía.

---

Sistema de movimiento de la torreta

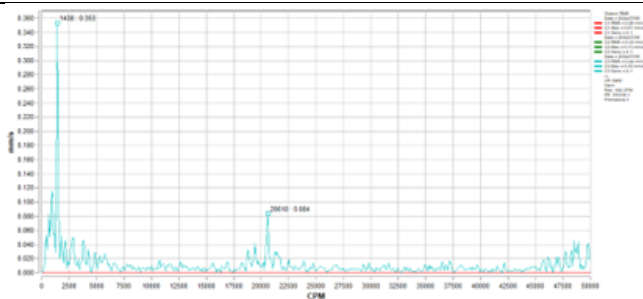
Termografía del sistema de movimiento de la torreta



---

Figura 20. Sistema de transporte de torreta.

Figura 21. Térmica del sistema de transporte de torreta.





Tomando como referencia la tabla 19, Diferencia temperatura es de 3°C considera 11% depreciación 89 % remanente Por vibraciones 0.36 rms 28% de depreciación y 72% remanente se toma el valor de menor vida remanente vida remanente 72%

---



Figura 22. Vibración del sistema de movimiento de la torreta.

Interpretación de valores de vibración y termografía.



Sistema de control	Termografía del sistema de control
	
<p>Figura 23. Del control de la máquina</p> <p>No aplica vibración</p>	<p>Figura 24. Termografía del sistema de control de la máquina</p> <p>Tomando como referencia la tabla 19, Diferencia temperatura es de 10°C considera 20% depreciación 80 % remanente vida remanente 80%</p>

Interpretación de valores de vibración y termografía

Sistema de refrigerante	Termografía del sistema refrigerante
	
<p>Figura 25. Del sistema refrigerante</p>	<p>Figura 26. Térmica del sistema refrigerante</p>

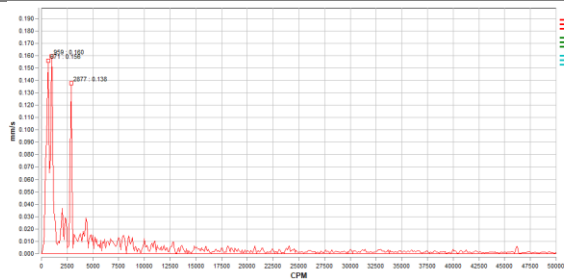


Figura 27. Vibración del sistema refrigerante

Tomando como referencia la tabla 17, Diferencia temperatura es de 5°C considera 15% depreciación 85 %  
 Por vibración se tiene 0.16 la depreciación es del 25% y la vida remanente 75%  
 Vida remante 75%

Interpretación de valores de vibración y termografía

Sistema de transporte de rebaba

Termografía del sistema de transporte de rebaba



Figura 28. del sistema de transporte de rebaba

Figura 29. Térmica del sistema de transporte de rebaba

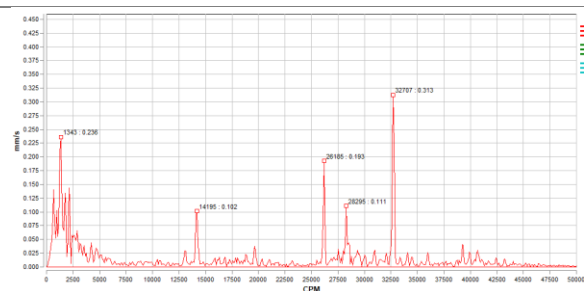


Figura 30. Vibración del sistema de transporte de rebaba

Tomando como referencia la tabla 19, Diferencia temperatura es de 5°C considera 15% depreciación 85 %  
 Por vibración se tiene 0.16 la depreciación es del 15% y la vida remanente 85%  
 Vida remante 85%

Interpretación de valores de vibración y termografía



---

Sistema de enfriamiento de aceite



Figura 31. Del sistema de enfriamiento de aceite

---

Termografía del sistema de enfriamiento del aceite



Figura 32. Térmica del sistema de enfriamiento de aceite

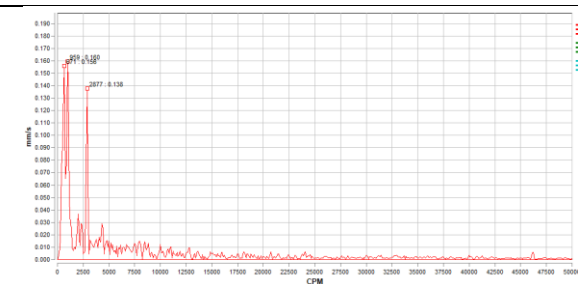


Figura 33. Vibración del sistema de enfriamiento del aceite

Tomando como referencia la tabla 17, Diferencia temperatura es de 40°C considera 60% depreciación 40 % Por vibración se tiene 0.16 la depreciación es del 15% y la vida remanente 85%  
Vida remante 60%

Interpretación de valores de vibración y termografía

Integrando los valores obtenidos mediante las técnicas de vibraciones y termografía de considerados en la tabla 26, se obtienen los valores mostrados en el diagrama de árbol de la figura 7, posteriormente se realizan las operaciones para encontrar primero el valor de la vida remante del último nivel del árbol, posteriormente se calcula vida remante del nodo al que pertenecen y así sucesivamente hasta alcanzar el valor de vida remante de la máquina por completo, los resultados se muestran en el diagrama de árbol con valores de la figura 8.

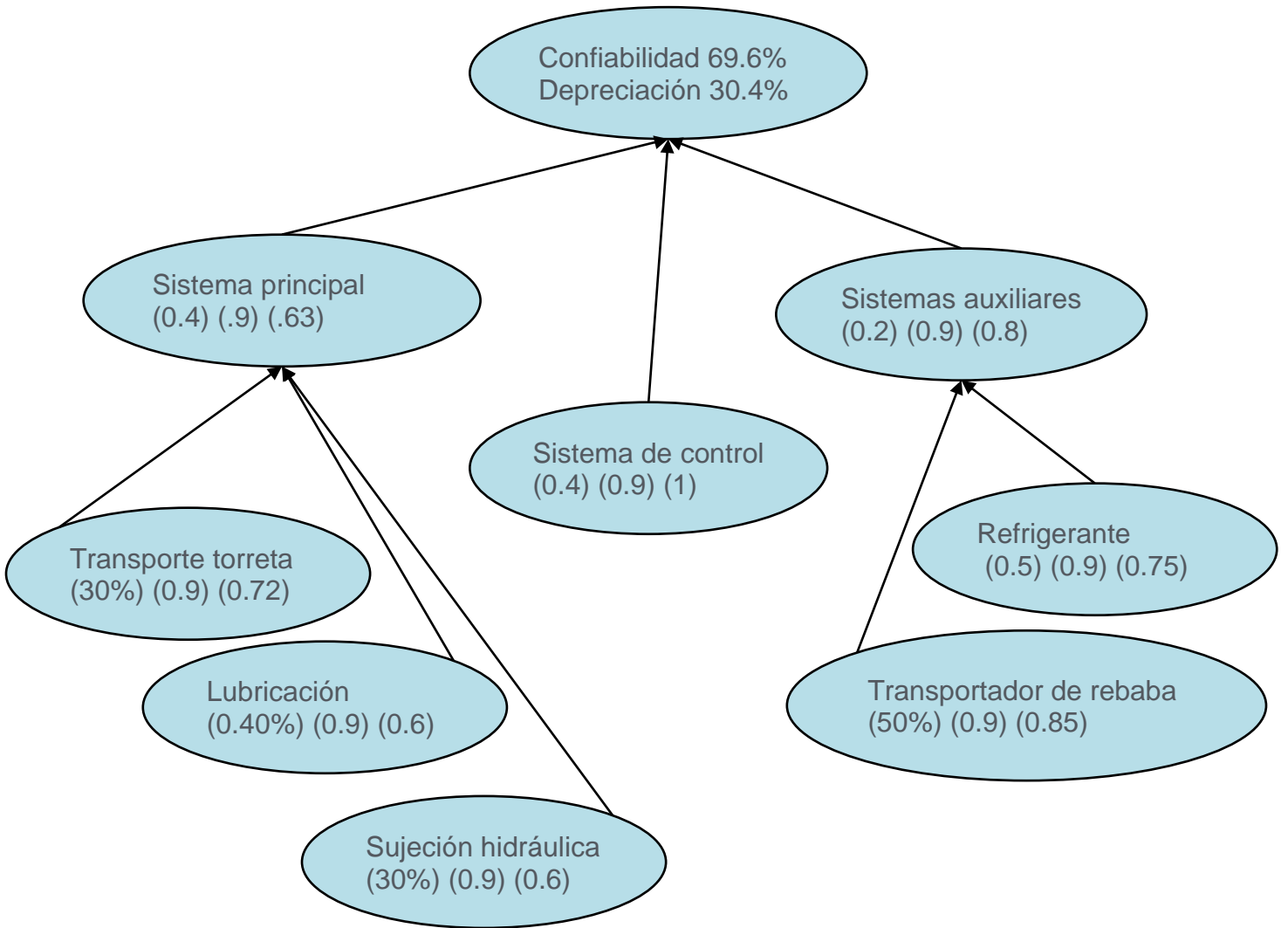


Figura 34. . Diagrama de árbol con valores.

La depreciación del sistema por condición de funcionamiento bajo las condiciones actuales es de 30.4% de acuerdo con el procedimiento EDAV propuesto.

## 9. CONCLUSIONES

Utilizar las herramientas del mantenimiento predictivo para determinar el porcentaje de depreciación por concepto de condición de funcionamiento de la máquina, tomando en cuenta los valores que aportan los instrumentos de medición y las características tipificadas en la tabla de depreciación condición de funcionamiento de la Asociación Americana de valuadores (ASA)”

En el desarrollo de la presente tesis, se encontró que la terminología entre ambas disciplinas, pudo ser homologada debido a las coincidencias en las características de funcionamiento que reportaron ambas técnicas, otra ventaja que se tuvo es el significado de las palabras donde se obtienen características con la máquina funcionando lo que permitió tener 5 valores de representativos, para la realización de la siguiente actividad que fue la taxonomía de las palabras que jerarquizaron esta condición, solo se aportó el término de “desgastado” palabra que no aparece en ninguna de las disciplinas pero su significado aporta para poder unificar u homologar ambas disciplinas para este objetivo se concluye que la terminología y la taxonomía pueden ser homologadas y se presenta como resultado una tabla de integración de nombres y su clasificación.

El desarrollo de los valores que se deben de considerar para cada terminología empleada se realizó un análisis de los rangos de valores que comprende cada una de ellas y realizando una regresión lineal para encontrar valores intermedio a los rangos establecidos en cada una de las metodologías, con el objeto de poder cuantificar la vida remante con mayor precisión y se tomaron como referencia los valores extremos de cada una de ellas y la división de valores correspondientes a una función uno a uno para cada una de las disciplinas, en las técnicas de vibraciones mecánicas, termografía y comparativamente con la tabla de la depreciación de la maquinaria en base a su condición que emite ASA.

En la realización del ejemplo se encontró que para el enfoque de costos el valor de la maquina va desde los \$69,238 hasta un valor de \$430,818 (redondeando el valor) Lo que se convierte en un problema para el valuador que tiene que decidir el valor tomar, en el mismo orden de ideas la determinación de la vida remanente esta liga a este grado de depreciación.

Si bien es cierto que dentro del procedimiento se indica que hay que hacer una homologación de valores entre los enfoques de costo, mercado e ingresos y el resultado es un valor cercano al valor de mercado que precisamente da un valor razonable, de acuerdo con el procedimiento PT-MEH, deja en la inquietud de conocer la vida remante del equipo, para las diferentes metodologías en donde se emplea.

El cálculo de la vida remante del equipo de acuerdo con las herramientas de

mantenimiento mostro al valuator los daños ocultos que tiene la máquina así como un valor de la máquina más próximo con el valor de mercado.

Las herramientas de mantenimiento predictivo aportan certidumbre sobre la vida remanente de la máquina valor de importancia para las diferentes actividades económicas donde se requiere de la valuación.

La técnica de mantenimiento predictivo no toma en cuenta la depreciación física considerada con respecto a la edad de la máquina, lo que aporta a encontrar un valor razonable en los siguientes casos:

1. No se conocen las condiciones de uso.
2. La vida de la máquina es mayor a la vida pronosticada.
3. No se conoce la fecha de adquisición del equipo.
4. No se tienen datos de fabricación de la máquina.
5. El cálculo del demerito por estado de conservación es más asertivo porque se utilizan las herramientas de mantenimiento predictivo da un valor cuantitativo con las mediciones que aportan las herramientas
6. Las herramientas de mantenimiento predictivo encontraron puntos de riesgo de sufrir una avería en la máquina y que no son visibles para el valuator, aspecto que se ponderó en la vida útil de la máquina y demás puso un punto de alarma al usuario para que tenga las precauciones debidas.
7. La valuación de forma cualitativa no permite observar datos intrínsecos del funcionamiento de la máquina lo que puede dar por buenas las máquinas que ya presentan un grado de deterioro.
8. La depreciación Fisca, relacionada con el tiempo cronológico y la vida útil de la máquina, se vuelve redundante cuando se evalúa la máquina con técnicas de mantenimiento predictivo, por lo que se recomienda llevarla a cero.
9. El valor de la vida útil de la máquina propuesto con la ayuda de las herramientas de mantenimiento predictivo es de acuerdo con la condición de funcionamiento de la máquina en el tiempo de la inspección.

Derivado de las ventajas cuantitativas que aportan las herramientas de mantenimiento predictivo se concluye que se deberían de utilizar las herramientas del mantenimiento predictivo para determinar el porcentaje de depreciación por concepto de condición de funcionamiento de la máquina, tomando en cuenta los valores que aportan los instrumentos de medición y las características tipificadas en la tabla de depreciación condición de funcionamiento de la Asociación Americana de valuadores (ASA), y en consecuencia se tiene la vida remanente del equipo, factor importante para la depreciación del mismo y el cálculo de los valores para poder realizar una re inscripción en libros o en el estado de resultados de la empresa.

## 10. BIBLIOGRAFIA

- 10816-2, I. (2017). *Evaluation of machine vibration by measurment on non rotating parts land based steam turbine and generator in exceess of 50MW with normal operating speeds of 1500 rpm., 1800 rpm., 3000 rmp. y 3600 rmp.* Lima Perú: Afont Editions . Obtenido de <https://sedisaservicios.com/activos-industria/normas-iso-para-evaluar-la-severidad-de-vibracion-en-maquinas-rotativas/>
- 10816-5, I. (2022). *Evaluation of machine vibration by measurments on non rotating parts machine sets in hydraulic power generating and pumping plants.* Lima Perú: Afont Editions . Obtenido de <https://sedisaservicios.com/activos-industria/normas-iso-para-evaluar-la-severidad-de-vibracion-en-maquinas-rotativas/>
- Anu, H. N. (2022). *An approach to impruve asset maintenance and managment priorities using machine learning techniques.*
- Biese, C. (2019). *Normas de Información Financiera (NIF) 2019.* Cd de Mexico: Instituto Mexicano de Contadores Publicos . Obtenido de <http://tienda.impc.otg.mx>
- Blondeau, R. (1971). *Dinero funciones liquidez formas y creacion.* Mexico. Obtenido de <https://biblio.juridicas.unam.mx>
- Cruz, H. e. (2021). *La soberania monetaria a debate: la historia del dinero y sus controvertidas implicaciones.* Madrid: Madrid .
- dof. (2015). *Norma Mexicana de vualuacion NMX R- 081 SCFI.* MEXICO. Obtenido de <https://www.fecoval.org.mx/leyes-normas-y-reglamentos/>
- dof. (2016). *ACUERDO por el que se establecen las Normas conforme a las cuales se llevarán a cabo los servicios valuatorios.* Mexico .
- dof. (2017). *Procedimiento técnico PT-MEH.* Cd de México: Diario Oficial .
- dof. (2022). *Manual de organizacion general del instituto de administración y avalúos .* Mexico.
- Edgar, J. (1970). *Depreciacion y amortizacion de activos.* Panama: Consejo Economico Social Nacionaes Unidas .
- Fernandez, P. (2008). *Metodos de valoración de empresas.* Barcelona España: IESE Business School. doi:di-771
- Genaro M, E. M. (2001). *Las vibraciones mecánicas y su aplicación al mantenimiento predictivo.* caracas: Centro de estudios Gerenciales ISID. Obtenido de <https://www.academia.edu/14081827/las-vibraciones-mecánicas-y-su-aplicación-al-mantenimiento-predictivo>
- Gleen, W. a. (2002). *Machine vibration .* Woburn massachusetts : AZIN DLI. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/154605710/Analisis-de-Vibraciones-Glen-White>
- Gonzáles, F. (2019). *Historia de la valuación .* Obtenido de <https://idoc.pub/documents>
- Herrera. (2019). *Impacto de las herramientas tecnologicas de gestion de equipos en la mejora de la disponibilidad mecánica de maquinaria pesada.* San Agustin Arequipa . Obtenido de <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/da4d3162-1eed-4f8b-bca6-4c147b1e658e>
- ISO 10816-1. (2017). *Evaluation of machine vibration by measurement on non rotating parts - general guidelines.* Lima Perú : Afont Editions . Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/26423>
- ISO 10816-1. (2017). *Evaluation of machine vibration by measurements on no rotating parts - general guidelines.* Lima Perú: Afon Editions . Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/26423>
- ISO 10816-2. (2017). *Evaluation of machine vibration by measurement on non rotating parts land based steam turbines and genertors in excess 50MW With normal operating speeds of 1500 rpm., 1800 rpm., 3000 rmp. y 3600 rmp.* Lima Perú : Afont Editions . Obtenido de

- <https://sedisaservicios.com/activos-industria/normas-iso-para-evaluar-la-severidad-de-vibracion-en-maquinas-rotativas/>
- ISO 10816-3. (2022). *Evaluation of machine vibration by measurement on non rotating parts industrial Machine with nominal power above 15 kW and nominal speeds between 120 rpm and 15 rpm when measured in situ*. Lima Perú: Afont Editions . Obtenido de <https://sedisaservicios.com/activos-industria/normas-iso-para-evaluar-la-severidad-de-vibracion-en-maquinas-rotativas/>
- ISO 18434-1. (2008). *Condition monitoring and diagnostics of machines thermography*. Lima Perú: Afont Editions. Obtenido de <https://sedisaservicios.com/activos-industria/normas-iso-para-evaluar-la-severidad-de-vibracion-en-maquinas-rotativas/>
- ISO 18436-7. (2014). *Condition monitoring and diagnostics of machines — Requirements for qualification and assesment of personnel — Part 7 THERMOGRAPHY*. Lima Perú : Afont Editions . Obtenido de <https://sedisaservicios.com/activos-industria/normas-iso-para-evaluar-la-severidad-de-vibracion-en-maquinas-rotativas/>
- ISO, 1.-1. (2008). *Condition Monitoring and diagnostics of machine THERMOGRAPHY*. Lima Perú: Afont Editions . Obtenido de <https://sedisaservicios.com/activos-industria/normas-iso-para-evaluar-la-severidad-de-vibracion-en-maquinas-rotativas/>
- ISO, 1.-4. (2018). *Evaluation of machine vibration by measurements on no rotating parts gas turbine driven sets excluding aircraft derivates*. Lima Perú: Afont Editions . Obtenido de <https://sedisaservicios.com/activos-industria/normas-iso-para-evaluar-la-severidad-de-vibracion-en-maquinas-rotativas/>
- John d martin, E. t. (2009). *Valoracion el arte y la ciencia de las decisiones de inversion corporativas*. Madrid : Pearson . Obtenido de [https://oemmnadbldboiebfnladdacbfmadadm/https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56014396/Valoracion.\\_El\\_arte\\_y\\_la\\_ciencia\\_de\\_las\\_decisiones\\_de\\_inversion\\_corporativa\\_PDf-libre.pdf](https://oemmnadbldboiebfnladdacbfmadadm/https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56014396/Valoracion._El_arte_y_la_ciencia_de_las_decisiones_de_inversion_corporativa_PDf-libre.pdf)
- Jramon. (2011). *Avaluoindaabin* . México: INDAABIN.
- Julian, p. p. (30 de 09 de 2021). Máquina que es características y concepto. Argentina . Obtenido de <https://definicion.de/maquina/>
- Mourbray, j. (3 de 12 de 2021). Mantenimiento centrado en la confiabilidad . *soporteycia.com*. Obtenido de <https://soporteycia.com/system/files/articulos-pdf/rcm-articulo-mantenimiento-centrado-confiabilidad-03-dic-2021.pdf>
- Navarro, R. E. (2012). *Valuacion de planta maquinaria y equipo*. Bogota D.C.: Carbajal Soluciones de Comunicación .
- Olarte. (2010). *tecnicas de mantenimineto predictivo utilizadas en la industria*. pereira: universidad tecnologica.
- Olarte, C. W. (2010). Tecnicas de mantenimiento predictivo aplicadas a la industria. *Scientia et Technica* 2(45). doi:<https://doi.org/10.22517/23447214.355>
- Perez, p. j. (1998). *DEpreciación inadecuada de un equipo de copiado provoca descapitalización* . Nuevo leon: Universidad .
- Quintanar, J. L. (2014). Aplicacion del metodo analitico jerarquico en la valuación de maquinaria pesada para la construccion y compracion de los resultados obtenidos por metodos tradicionales .
- Ramos, C. f. (2020). *Metodologia del mantenimiento predictivo para la mejora de los equipos en una empresa entre los años 2011-2019*. Lima Perú : Universidad privada del Norte . Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/26423>
- Rosendo, D. e. (2016). *curso de maquinaria y equipo por la universiad de zacatecas*. Zacatecas: Universidad de Zacatecas.
- Santalices, S. (2019). *Historia del Mantenimiento y Enfoques Actuales* . España: Valladolid.

sintef. (2002). *oreda offshore reliability data handbook*. norway.

vibration, I. (2005). *Proceedings*. Napper Village : Ilinios. Obtenido de <https://www.vibrationinstitute.org/category/equipment-knowledge/electric-motors-generators-and-drives/>

willian, p. (2021). *Analisis termografico y su incidencia en los indicadores de mantenimiento*. Manabi.