

ESTUDIO DEL IMPACTO DE LA IMPLEMENTACION Y USO DE MODELOS
DIGITALES EN EL MANTENIMIENTO Y LA GESTION DE ACTIVOS EN LA INDUSTRIA
OIL & GAS SECTOR DOWNSTREAM (O REFINACION)

BRAHAYAN PEDRO ALEJANDRO CASAS SANCHEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2021

ESTUDIO DEL IMPACTO DE LA IMPLEMENTACION Y USO DE MODELOS
DIGITALES EN EL MANTENIMIENTO Y LA GESTION DE ACTIVOS EN LA INDUSTRIA
OIL & GAS SECTOR DOWNSTREAM (O REFINACION)

BRAHAYAN PEDRO ALEJANDRO CASAS SANCHEZ

Trabajo de grado para optar el título de Especialista en Gerencia de Mantenimiento

DIRECTOR

WALDO ENRIQUE SERRANO VERA

M.I ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2021

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la vida por permitirme cumplir un objetivo más en mi proyecto de vida, a la universidad industrial de Santander, personal administrativo y docentes por el conocimiento adquirido durante este proceso.

A mis padres Bertha y Fernando, a mi hermana Kateryn, a mis sobrinos Camilo Y Mariana por ser el pilar más importante de mi vida.

A los Ingenieros Waldo Serrano, Emmanuel Iglesias y Evelio Mejía por todo el conocimiento aportado para lograr esta monografía.

"Cualquier ingeniero experto puede tomar el control a distancia de cualquier 'cosa' conectada. La sociedad aún no se ha percatado de los increíbles escenarios que se pueden crear con esta capacidad".

André Kudelski, presidente y CEO del Grupo Kudelski

"La Digitalización es la razón principal por la que desde el año 2000, más de la mitad de las empresas listadas por el Fortune 500 han desaparecido."

Pierre Nanterme, CEO de Accenture

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	12
1 MARCO CONTEXTUAL.....	14
1.1 IDENTIFICACIÓN DE LA OPORTUNIDAD.....	14
1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA OPORTUNIDAD.....	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	16
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	16
3 MARCO TEÓRICO	17
3.1 GESTIÓN DE ACTIVOS.....	17
3.2 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN LA GESTIÓN DE ACTIVOS	20
3.3 INTELIGENCIA 4.0 Y CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL.....	23
3.4 GEMELOS DIGITALES	27
3.5 MODELOS DIGITALES.....	28
3.6 ESCANEEO LASER 3D.....	31
3.7 NUBE DE PUNTOS.....	32
4 METODOLOGIA	34
4. VARIABLES SIGNIFICATIVAS PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN UN AMBIENTE DIGITALIZADO O EN TRANSICIÓN	34
4.1.1 Gestión de Activos físicos	34

4.1.2	Ciclo de Vida de Activos Físicos	35
4.1.3	Gestión documental.....	¡Error! Marcador no definido.
4.1.4	Gestión Del Talento Humano	¡Error! Marcador no definido.
4.1.5	Planeación de mantenimiento	35
4.1.6	Planes y estrategias de mantenimiento.....	35
4.1.7	Costos y Presupuesto	36
4.1.8	Ambiente digitalizado o en Transición.....	36
4.2	BENEFICIOS CON EL USO DE MODELOS DIGITALES	36
4.3	ESQUEMA COMPARATIVO DE LOS RIESGOS ENTRE IMPLEMENTAR Y NO IMPLEMENTAR LOS MODELOS DIGITALES EN EL MANTENIMIENTO Y LA GESTIÓN DE ACTIVOS.....	44
4.4	DETERMINAR UN ESTÁNDAR DE VARIABLES MÍNIMAS NECESARIAS PARA IMPLEMENTAR EL USO DE MODELOS DIGITALES PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DENTRO DE LOS ACTIVOS FÍSICOS	45
4.4.1	Definir el Alcance	45
4.4.2	Recursos	46
4.4.3	Talento humano	46
4.4.4	Documentación	46
4.4.5	Filosofía de mantenimiento	46
5	CONCLUSIONES.....	47
	BIBLIOGRAFIA	¡Error! Marcador no definido.

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1 Tipos de Activos	17
Imagen 2 Gestión de Activos.....	18
Imagen 3 Ciclo de Vida	19
Imagen 4 Principios de la Gestión de Activos	20
Imagen 5 Confiabilidad en Gestión de Activos	21
Imagen 6 Gestión de Activos en Mantenimiento	23
Imagen 7 Cuarta Revolución Industrial	24
Imagen 8 Herramientas de la Inteligencia 4.0 o Cuarta Revolución Industrial	25
Imagen 9 Impulsores de Cuarta Revolución Industrial	26
Imagen 10 Gemelo Digital Equipó de perforación	27
Imagen 11 Gemelo digital Bombas centrifugas	28
Imagen 12 Modelo 3D	29
Imagen 13 Modelo 3D Banco de Tubería.....	30
Imagen 14 Escaneo Laser 3D de Planta Industrial	31
Imagen 15 Sistema de Coordenadas de un Escáner Laser	32
Imagen 16 Nube de Puntos de Planta Industrial	33
Imagen 17 Modelo Digital de Refinería Petrolera.....	37
Imagen 18 Modelo digital con Geotags	38

Imagen 19 Ejemplos de Modelos digitales	39
Imagen 20 Gemelo Digital en Operación	40
Imagen 21 Etapas de planeación con modelos digitales.....	41
Imagen 22 Gemelo digital y Aplicaciones.....	42

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Etapas de Desarrollo de Modelo Digital	43
Tabla 2 Esquema Comparativo de Riesgo Entre Implementar y No Implementar Modelos Digitales	44

RESUMEN

TITULO: ESTUDIO DEL IMPACTO DE LA IMPLEMENTACION Y USO DE MODELOS DIGITALES EN EL MANTENIMIENTO Y LA GESTION DE ACTIVOS EN LA INDUSTRIA OIL & GAS SECTOR DOWNSTREAM (O REFINACION)

AUTOR: BRAHAYAN PEDRO ALEJANDRO CASAS SANCHEZ

PALABRAS CLAVES: GESTION DE ACTIVOS, GESTION DE ACTIVOS DE MANTENIMIENTO, MODELOS DIGITALES, GEMELOS DIGITALES, OIL&GAS.

DESCRIPCIÓN:

Esta monografía evidencia un estudio del impacto de implementar y usar modelos digitales en el mantenimiento y la gestión de activos en la industria oíl & gas sector downstream o refinación.

La metodología se desarrolla mediante un estudio que permita evidenciar el impacto, beneficios, pros y contras que se obtienen con la implementación de los modelos digitales en el mantenimiento y la gestión de activos, realizando un análisis y clasificación de las variables significativas para la gestión del mantenimiento en un ambiente digitalizado o en transición con la identificación de los beneficios que se obtiene con el uso de estos modelos digitales y exponiendo los riesgos de implementar o no implementar los modelos digitales en el mantenimiento para poder determinar un estándar de variables mínimas necesarias para implementar el uso de modelos digitales para la gestión de mantenimiento y la gestión de activos.

*Trabajo de grado

** Facultad de Ingeniera Físico - Mecánicas. Escuela de Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Director: Waldo Enrique Serrano Vera, Magister en Ingeniera y Magister en Dirección de Proyectos.

ABSTRACT

TITULE: STUDY OF THE IMPACT OF THE IMPLEMENTATION AND USE OF DIGITAL MODELS ON THE MAINTENANCE AND ASSET MANAGEMENT IN THE OIL & GAS INDUSTRY SECTOR DOWNSTREAM (OR REFINING)

AUTOR: BRAHAYAN PEDRO ALEJANDRO CASAS SANCHEZ

KEYWORDS: ASSET MANAGEMENT, MAINTENANCE ASSET MANAGEMENT, DIGITAL MODELS, DIGITAL TWINS, OIL & GAS.

DESCRIPTION:

This monograph presents/ shows a study about the impact of implementing and using digital models in the maintenance and management of assets in the oil and gas industry, downstream or refining sector.

The methodology is developed by means of a study that allows to demonstrate the impact, benefits, pros and cons that are obtained with the implementation of the digital models in the maintenance and management of assets by performing an analysis and classification of significant variables for maintenance management in a digitized environment or in transition with the identification of the benefits obtained by the use of these digital models and exposing the risks of implementing or not implementing digital models in maintenance. The above in order to determine a standard of minimum variables necessary to introduce the use of digital models for maintenance management and asset management.

*Degree work

** Faculty of Physical Engineering - Mechanics. School of Specialization in Maintenance Management. Director: Waldo Enrique Serrano Vera, Master in Engineering and Master in Project Management.

1 INTRODUCCIÓN

Dentro del sector de refinación de petróleo y petroquímica existen diferentes tipos de variables a tener presente en todo momento como lo son el nivel de complejidad de su operación, los riesgos y peligros dentro de los procesos, fluctuaciones del mercado, economías cambiante, transiciones a nuevas tendencias y conocimientos, evolución de la industrial, nuevas energías emergentes, entre otras, es necesario mantener los niveles de competencias laborales, personales, operacionales y productivas con los niveles de industria actual.

La importancia que tiene el plan de gestión de activos dentro de una empresa se basa en el control del ciclo de vida del activo y tiene como objetivo mantener o mejorar los niveles de productividad, confiabilidad, disponibilidad de los equipos y máquinas reduciendo niveles de paradas de planta o mantenimientos no planificados. Con una buena gestión de activos dentro de una empresa se garantiza una eficiencia elevada en la producción y operación de los equipos generando un valor agregado al negocio, lo cual a su vez ofrecen a la empresa un nivel de competitividad elevada dentro de la industria.

En la gestión de activos es la base para la planificación del mantenimiento ya que se puede ofrecer una respuesta confiable a las necesidades propias de la producción y del negocio, no solo enfoca en ejecutar las acciones sino generar un valor a los activos. Dentro del área de mantenimiento de la gestión de activos la adaptabilidad a esta nueva tendencia presentara una mejora dentro de la organización en la disponibilidad y confiabilidad operacional, control en el ciclo de vida, planeaciones de trabajos, gestión de documentos y repuestos, historial de órdenes de trabajo y servicios, competencias a nivel talento humano

Dentro del siguiente escrito se evidenciarán las bases, el proceso o desarrollo y los resultados obtenidos de un estudio del impacto que se genera con la implementación y el uso de los modelos digitales dentro de la gestión de activos y

el mantenimiento aplicado al sector downstream o refinación. Este estudio está basado en los conocimientos que actualmente rigen la gestión de los activos y el mantenimiento dentro de este sector industrial y en las nuevas tecnologías que surgen en base de la cuarta revolución industrial o industria 4.0.

La importancia de realizar y lo que se busca obtener con este estudio de impacto es evidenciar todos los aspectos ya sean positivos, negativos, beneficios, mejoras o atrasos que implica y conlleva realizar o no realizar una implementación o uso de una nueva tecnología dentro de un plan o sistema funcional evidenciando las mejoras o atrasos que esto origina a nivel de competitividad, disponibilidad y valor agregado al proceso productivo de la compañía.

2 MARCO CONTEXTUAL

2.1 IDENTIFICACIÓN DE LA OPORTUNIDAD

Con la aparición de la cuarta revolución industrial y sus tecnologías disruptivas surge la necesidad para una empresa el poder adaptarse a las nuevas herramientas, desarrollos tecnológicos, tendencias, plataformas digitales, entre otras, estos avances tomará gran relevancia ya que aportaran beneficios dentro de la organización con nuevas competencias a nivel de operaciones, talento humano, gestión de recursos, gestión documental, planeaciones, entre otras buscan la mejora continua y aporte al valor empresarial

Actualmente la transformación digital y la evolución de la tecnología toma una gran importancia para la gestión de activos y el mantenimiento dentro de la industria en general, por esto surge la oportunidad de evaluar con este estudio el impacto que se genera con la implementación de los modelos digitales en la gestión de activos y el mantenimiento.

2.2 JUSTIFICACIÓN DE LA OPORTUNIDAD

La importancia que tiene el plan de gestión de activos y mantenimiento dentro de una empresa se basa en el control del ciclo de vida del activo y tiene como objetivo mantener o mejorar los niveles de productividad, confiabilidad, disponibilidad de los equipos y máquinas reduciendo niveles de paradas de planta o mantenimientos no planificados. Con una buena gestión de activos dentro de una empresa se garantiza una eficiencia elevada en la producción y operación de los equipos generando un valor agregado al negocio, lo cual a su vez ofrecen a la empresa un nivel de competitividad elevada dentro de la industria.

Dentro de la gestión de activos se determina el qué tipo de mantenimiento ya sea reactivo, preventivo, predictivo, correctivo, RCM, mantenimiento cero horas u Overhaul o una combinación de ellos que será implementado dentro de la

organización, como también se plantean las condiciones bajo las cuales se efectuará la gestión de mantenimiento dentro de la organización.

En la actualidad la gestión de mantenimiento en la gestión de activos se plantean las estrategias de mantenimiento para realizar el seguimiento de del desempeño, confiabilidad, costos de mantenimiento que permiten ajustar las políticas y frecuencias para renovar equipos, revamping o Overhaul de todos los equipos con un registro de los costos directos de mantenimiento que permiten realizar un análisis de costos y obtener el máximo beneficio en el ciclo de vida.

Con la nueva revolución industrial, industria 4.0, evolución de la tecnología, mejoras continuas a las herramientas computacionales, softwares de diseño, herramientas ofimáticas, entre otras, se plantea un desafío de adaptabilidad y nuevas oportunidades de mejora en la operación, los procesos, tareas, actividades, competencias laborales y formación de talento humano.

Con este estudio a realizar se busca conocer el impacto, beneficio, ventajas, los riesgos y las desventajas que se generan para una compañía que implemente o no implemente el uso de estos modelos o tecnologías dentro su plan gestión de activos y el mantenimiento.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Estudiar el impacto de la implementación y uso de modelos digitales en el mantenimiento y la gestión de activos en la industria oíl & gas sector downstream (o refinación)

3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- 1 Analizar y clasificar las variables significativas para la gestión del mantenimiento en un ambiente digitalizado o en transición.
- 2 Identificar los beneficios con el uso de modelos digitales para la gestión del mantenimiento.
- 3 Exponer mediante un esquema comparativo los riesgos entre implementar y no implementar los modelos digitales en el mantenimiento y la gestión de activos.
- 4 Determinar un estándar de variables mínimas necesarias para implementar el uso de modelos digitales para la gestión de mantenimiento dentro de los activos físicos.

4 MARCO TEÓRICO

4.1 GESTIÓN DE ACTIVOS

La gestión de activos en todas las empresas comprende todo el conjunto de recursos tangibles e intangibles que tiene valor actual o potencial que pueden contribuir a cumplir los objetivos organizacionales. Es determinante en el éxito de una organización al ser la encargada de controlar o administrar los activos presentes integrándolo al valor propio de la empresa y potenciando su crecimiento.

Imagen 1 Tipos de Activos



Entre los **activos tangibles** se contemplan los recursos económicos de la empresa, todos los equipos y maquinarias, así como los inmuebles, las instalaciones, la materia prima de la producción, los productos, el stock y los recursos naturales entre otros.

En cuanto a los **activos intangibles**, se hace referencia a todo el conocimiento desarrollado dentro de la organización, sobre sus procesos y métodos de

producción, así como las licencias, patentes, franquicias, derechos de autor y el valor de la marca registrada, que depende a su vez de la preferencia y buena opinión de una base de clientes satisfechos y leales al producto. Así mismo, incluye el valor del conocimiento, entrenamiento, experticia e incluso motivación de sus recursos humanos.

Imagen 2 Gestión de Activos



Esta disciplina se basa en gestionar el ciclo de vida de los activos físicos, los recursos económicos, equipos, maquinaria, muebles, instalaciones, materia prima, patentes, etc., buscando siempre incrementar su valor cubriendo desde todos los procesos desde la construcción, diseño, mantenimiento, explotación y reemplazo de los activos en diversas localizaciones dentro de la empresa.

Con la gestión de activos se puede mejorar el rendimiento, minimizan costos, extender la vida útil y generar el retorno de la inversión de los mismo. En las empresas industriales se recurre a la eficiencia de todos los activos donde se incluyen normas, inventarios y recursos humanos además de agregar las metas de inversión, reparación, mantenimiento y gestión de explotación.

En la actualidad la gestión de activos es clave para la competitividad de las empresas, cualquier falla puede resultar muy costosa, y representar miles de pérdidas en términos de oportunidad, clientes y dinero. En un entorno altamente competitivo la eficiente en la gestión de activos se refleja en la optimización de inversiones, generación de confiabilidad, rentabilidad, apertura de nuevas y mejores oportunidades de mercado.

Vista como un proceso, la metodología implica la actividad de planeación total del ciclo de vida del activo la cual comprende las actividades de compras, mantenimientos, administración del inventario, aseguramiento, previsión de riesgos por fallas y disponibilidad máxima. Bajo este enfoque se establecen todos los tipos de situaciones o escenarios posibles y se abandona la práctica reactiva del daño-reparación o inexistencia – compra.

Imagen 3 Ciclo de Vida



La metodología se extiende a los aspectos estratégicos del negocio pues pretende lograr sus objetivos por ello abarca el aspecto financiero, regulatorio y normativo, gestión del riesgo, mejores prácticas de mantenimiento, aplicación de las

tecnologías de la información y las comunicaciones, la innovación y el desarrollo de competencias propias de la Gestión Humana.

Los principios fundamentales para la gestión de activos están basados en que todo activo en una compañía existe para generar un valor, transformar la política de decisiones técnicas, financieras, planes y actividades de gestión, asegurar que los activos cumplieran la función a la cual se le destina.

Imagen 4 Principios de la Gestión de Activos

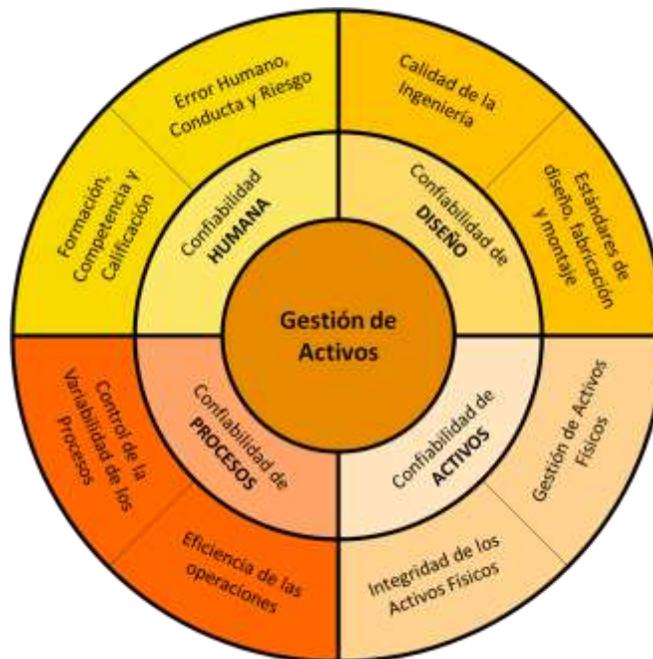


4.2 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN LA GESTIÓN DE ACTIVOS

La gestión de activos físicos se encarga del diseño y la alineación de las políticas para determinar la manera en que los demás departamentos de la empresa deben integrarse en un trabajo colaborativo para alcanzar y cumplir las metas de la organización, donde la gestión de mantenimiento es uno de los departamentos que se integra a dicho trabajo y alineado a los objetivos del negocio. Todo ello, ayudarán en el buen desempeño de los activos físicos a disminuir los costos de operación y a maximizar el retorno de la inversión.

El concepto de mantenimiento fue asociado con “reparación”, en un inicio éste era considerado por las industrias como un mal necesario. Pero hoy el mantenimiento reúne metodologías de prevención y predicción estratégicas las cuales son consideradas como un factor clave de la competitividad mediante el aseguramiento de la confiabilidad.

Imagen 5 Confiabilidad en Gestión de Activos



Los objetivos de la gestión de mantenimiento son más específicos que los de la gestión de los activos físicos. Es correcto decir que, en cierto sentido, la gestión de los activos físicos abarca temporal y conceptualmente a la gestión de mantenimiento. Mientras la gestión de mantenimiento ocurre en un momento intermedio de la vida útil del activo, la gestión de los activos físicos comprende el inicio, el final de la vida útil del activo, su etapa intermedia (que comprende la necesidad de mantenimiento y la generación de valor), e incluso la reposición del activo desincorporado.

El objetivo de la gestión de mantenimiento es asegurar la disponibilidad y confiabilidad, cumplimiento todos los requisitos de calidad, las normas de seguridad

y medio ambiente. Se trata de evitar y revertir, lo más que se pueda, los efectos de desgaste en los activos físicos, basándose en 4 objetivos fundamentales:

- Disponibilidad: Garantizar que los activos se mantengan en óptimo estado, evitando paradas no planificadas que puedan generar pérdidas económicas.
- Confiabilidad: Garantizar que los equipos cumplan con las horas de producción planificadas, con el fin de generar valor dentro de la empresa.
- Vida útil: Asegurar la efectividad de la gestión de mantenimiento para aumentar el tiempo de utilidad de los activos. De esta manera, se ayuda a cumplir los objetivos de producción y de crecimiento empresarial.
- Disminución de los costos: Evitar las pérdidas y los gastos imprevistos, ya sea por la mano de obra mal asignada, por el tiempo de parada no programada o por las reparaciones reactivas.

La gestión de mantenimiento es responsable de establecer las tareas de mantenimiento sobre los activos físicos y asignarlas al equipo de trabajo más adecuado, como también se debe controlar la manera más correcta ejecución de las tareas y programar las actividades necesarias para el cuidado de los activos físicos. La confiabilidad de los equipos se construye desde el momento inicial en que la gestión de los activos físicos planifica, diseña y realiza la adquisición o construcción de los activos. En tal sentido, determina la medida del éxito o fracaso de la gestión de mantenimiento.

Imagen 6 Gestión de Activos en Mantenimiento



Aunque el departamento de gestión de mantenimiento se encarga de planificar, ejecutar y hacer seguimiento de todas las tareas de mantenimiento que se efectúan sobre los activos, la estrategia general por la que ha de regirse el departamento es diseñada desde la gestión de activos físicos, e inicia en el momento en que se define y diseña el tipo de activos e instalaciones de la organización, así como sus características, materiales, disponibilidad de repuestos, piezas y partes, así como su presupuesto.

4.3 INTELIGENCIA 4.0 Y CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

La cuarta revolución industrial o la Industria 4.0 es una nueva era que da un salto cuantitativo y cualitativo en la organización y gestión de cadenas de valor. Esta nueva etapa de la industria apuesta por una mayor automatización, conectividad y globalización en la cual estamos viendo que la interrelación entre distintas áreas, como productos, procesos y modelos de Negocio, ha penetrado en el mundo industrial trayendo consigo al internet de las cosas, el mundo del Big Data y modelos analíticos.

Imagen 7 Cuarta Revolución Industrial



Son los avances tecnológicos que nos permiten optimizar los procesos de fabricación, su supervisión e integración con otros procesos y sistemas utilizados en planta. Vivimos en una revolución industrial que consiste en la fusión de los planos físico y digital favoreciendo la presentación de la información en un formato comprensible para todos los usuarios promoviendo la colaboración reforzada y el uso compartido de datos apoyándose en la automatización de los procesos de mantenimiento y la inteligencia artificial.

Cuando hablamos de una revolución industrial hablamos de las tecnologías y herramientas como, por ejemplo, la realidad virtual y aumentada, internet de las cosas, inteligencia y visión artificial, asistentes virtuales, Big Data, programas modernos de diseño y de simulación de procesos, la impresión 3D, seguridad, la nano y biotecnología o la computación cuántica, entre otras.

Imagen 8 Herramientas de la Inteligencia 4.0 o Cuarta Revolución Industrial



A la Industria 4.0 se caracteriza por la mayor rapidez en proporcionar resultados visibles y el grado en el que afecta a los usuarios. Se trata de Internet como base de interconexión y las implicaciones que esto supone en cuanto a la facilidad de acceso a la información, la identidad digital, privacidad, seguridad, etc. Cabe esperar que la Industria 4.0 impacte de alguna forma en la sociedad, economía y política. Nos proporciona más información casi instantánea, lo que nos vuelve más informados y más exigentes. Las decisiones se toman de forma más rápida y eficiente.

El tema de ciberseguridad es otro ejemplo, será una de las cuestiones clave para el mundo industrial interconectado. Por supuesto, la revolución industrial también

modifica el perfil de recursos humanos que se va a necesitar en las nuevas fábricas: se pedirán las habilidades y los conocimientos diferentes de lo que se pide actualmente, y cabe esperar que se modifique la dinámica de trabajo junto con los horarios.

detrás de esta cuarta revolución industrial están presentes tres (3) grandes impulsores, hablamos de los físicos, digitales y biológicos como las principales líneas de centralización de esta nueva revolución.

1. El impulso físico se basa en los vehículos autónomos, modelos digitales, herramientas computacionales, impresiones 3D, robótica avanzada, nuevos materiales, entre otros.
2. El impulso digital se basa en Lot (internet de las cosas), blockchains, crypto monedas, economías colaborativas, operaciones financieras, entre otras.
3. El impulso biológico se basa secuencia genética, biología sintética, modificaciones genéticas, bioimpresión 3D, neuro tecnología, entre otras.

4. *Imagen 9 Impulsores de Cuarta Revolución Industrial*



La cuestión es no quedarse atrás y prepararse para la cuarta revolución industrial, desde los gobiernos de muchos países ya se han lanzado programas que pretenden

informar sobre diferentes iniciativas y apoyar todo tipo de formación en cuanto a la adaptación de las empresas a esta nueva realidad que exige más liderazgo y cambios organizativos para llevar a cabo la transformación empresarial.

4.4 GEMELOS DIGITALES

La aparición de los gemelos digitales en la industria y la llegada de las tecnologías digitales se han realizado avances referentes a la integración de elementos inteligentes interconectados en la industria. Estas tecnologías permiten la detección remota, monitorización en tiempo real y control de dispositivos y elementos de producción ciber físicos, gestión de los recursos y activos a través de las infraestructuras de red, proveyendo una integración y sincronización más directa desde el mundo físico hacia el virtual.

Los gemelos digitales o digital twin son una réplica virtual realizada a imagen y semejanza de un producto, equipo, edificio, objeto como la turbina de un avión, las palas de un aerogenerador, la fachada de un edificio, etc. Estos son incorporados con los datos tomados en tiempo real que pueden ser captados a través de sensores o de tecnologías relacionadas con el Big Data. Una vez después de ser recolectada dicha información se realiza un proceso de procesamiento con herramientas tales como Inteligencia Artificial, Cloud Computing y Machine Learning para alumbrar una representación viva que siente, piensa y actúa.

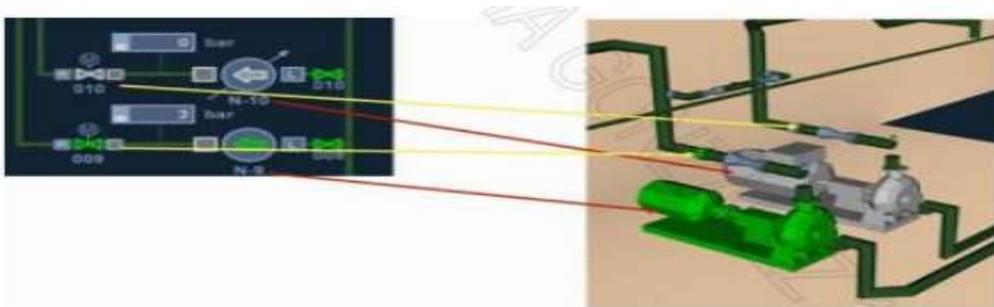
Imagen 10 Gemelo Digital Equipó de perforación



El uso de tecnologías de digitalización ha permitido la planificación virtual de productos y proceso, las grandes cantidades de datos resultantes son procesadas, analizadas y evaluadas por herramientas de simulación y optimización con el objetivo de disponer de los datos para la planificación en tiempo real de tareas y cambios en el sistema, con la ayuda de las nuevas tecnologías estas tareas de procesamiento, análisis y evaluación al utilizar herramientas que permiten una efectiva utilización e interpretación de la big data o los datos obtenidos en cada proceso.

Los conceptos que hace el uso de las herramientas de simulación y optimización con gran potencial en varios ámbitos industriales es el gemelo digital. Un gemelo digital consiste en una representación digital de un sistema físico siguiendo la máxima fidelidad posible el cual puede ser utilizado con varios propósitos aprovechando la sincronización en tiempo real de los datos recolectados originados en el sistema físico, pudiendo de esta manera el gemelo digital tomar decisiones sobre un conjunto de acciones con el objetivo de estructurar y asegurar el funcionamiento del conjunto del sistema de una forma óptima.

Imagen 11 Gemelo digital Bombas centrifugas



4.5 MODELOS DIGITALES

Los modelos digitales 3D se constituyen por gráficos 3D generados por computadoras a través del empleo de programas informáticos especiales de trabajo

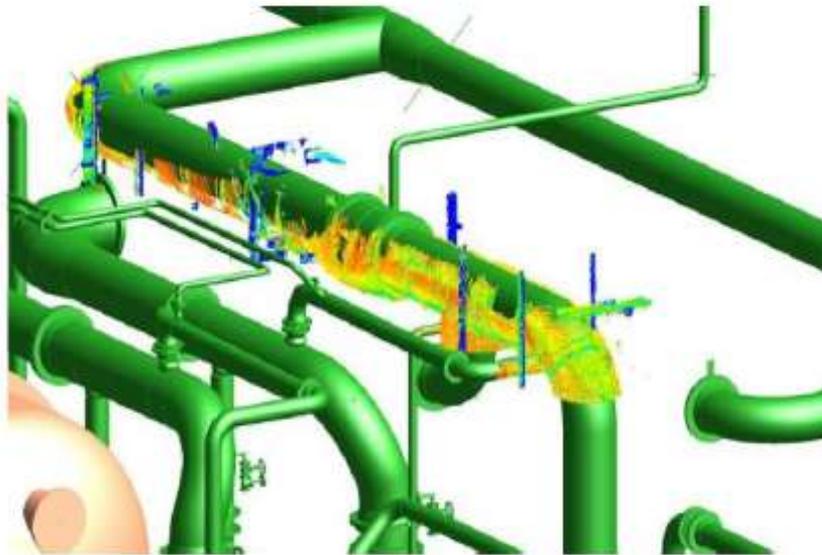
en 3D, para su obtención se requiere realizar trabajos gráficos computacionales y el estudio de técnicas y tecnologías relacionadas con estos. El proceso de creación de dichos modelos puede dividirse en 5 fases básicas: concepción, modelado, animación, composición de la escena e interpretación. En dichas fases están presentes las redes informáticas, así como el trabajo colaborativo interdisciplinario entre homólogos virtuales (sujetos con intereses comunes que interactúan a través de la red).

Imagen 12 Modelo 3D



Los modelos digitales 3D son creados mediante gran cantidad de herramientas desde el escaneo laser hasta la transformación de objetos, donde el resultado final puede tener varias utilidades en dependencia de las necesidades del hombre, su creatividad, sus fantasías, el ambiente de aplicación, tecnologías aplicadas, nichos de mercado, necesidades puntuales, etc. Estos modelos son resultado del desarrollo científico y tecnológico humano los cuales permiten entender y transformar la realidad contribuyendo a la formación y desarrollo tanto personal, laboral, social, económico, intelectual y poseen un lenguaje propio de conceptos, principios, estrategias y valores que facilitan la construcción de la información, así como su uso por la humanidad.

Imagen 13 Modelo 3D Banco de Tubería



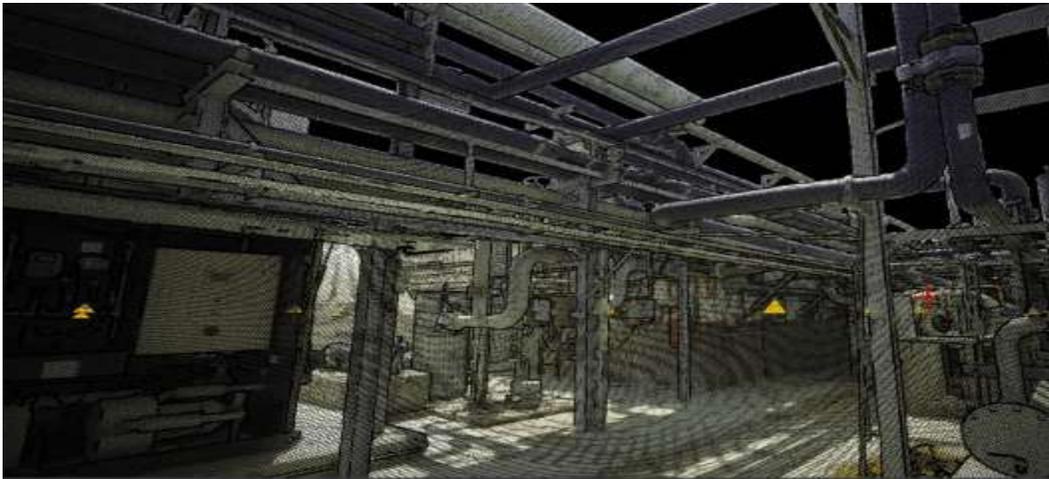
Hasta hace poco lo convencional en la práctica de la enseñanza de los sistemas de representación consistía en representar las vistas concertadas de los objetos en el sistema bidimensional o 2D, es decir las proyecciones en el plano y quedaba para el final del proceso la construcción del dibujo en 3D imagen de comunicación global de la idea volumétrica. Consecuentemente por el desarrollo y evolución de la tecnología de los softwares gráficos digitales proporciono el surgimiento de programas de diseño tridimensional que posibilitaron la modelación directa en 3D de la volumetría de un sólido, de una manera tal que quedaba el dibujo de las vistas planas o proyecciones para el final del proceso, siendo estas calculadas y dibujadas de forma automática por el software. Es así como los modelos digitales 3D han cambiado el proceso de diseño en las ramas de arquitectura, ingeniería y diseño industrial en general catapultados por el desarrollo tecnológico aportado por la cuarta revolución industrial y sus tecnologías disruptivas.

4.6 ESCANEEO LASER 3D

La tecnología de escaneo láser 3D es un camino muy eficaz y eficiente para obtener dimensiones precisas, es método mediante el cual una superficie se muestrea usando tecnología láser. Se realiza un análisis al entorno u objeto real para tomar datos sobre su forma, medidas, entorno y apariencia (por ejemplo, el color). Los datos capturados mediante el escaneo laser pueden ser usados para realizar reconstrucciones digitales, planos bidimensionales o modelos tridimensionales útiles en una gran variedad de aplicaciones.

La principal ventaja con la que cuenta el escaneado láser es el hecho de que puede tomar una gran cantidad de puntos con una alta precisión en un periodo de tiempo relativamente corto. Se trata de tomar una fotografía con información de profundidad, pero al igual que con la fotografía, los escáneres láser son instrumentos de línea de vista, así que por lo tanto se necesita realizar múltiples capturas desde diferentes estaciones para garantizar una cobertura completa de una estructura.

Imagen 14 Escaneo Laser 3D de Planta Industrial

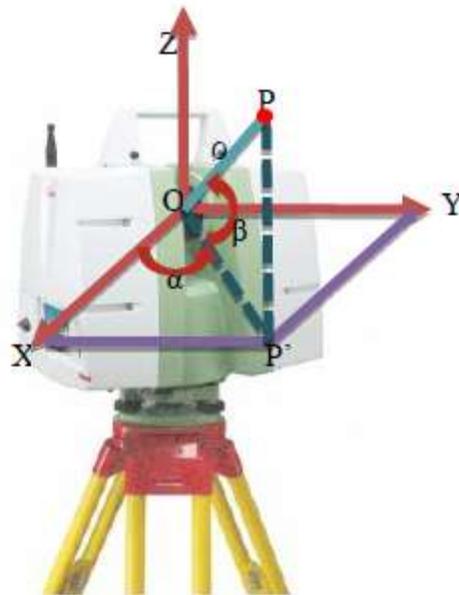


Los sistemas de escaneo láser terrestre funcionan con movimientos oscilantes los cuales cuentan con un sistema espejos para desviar el haz del láser desde el

instrumento en ángulos variables, dichas coordenadas están atadas a coordenadas cartesianas que en el espacio tridimensional están definidas por los ángulos de ubicación de los espejos al momento de ser emitido el haz del láser. Se puede observar que en el escáner una vez asignado un eje de referencia inercial fijo en el equipo con origen en cero y dentro de la cabeza del escáner; los ángulos resultantes son los grados de libertad del sistema y representan la ubicación del punto de interés. Las coordenadas cartesianas (X, Y, Z) están dadas por las siguientes coordenadas esféricas donde α tiene un rango de 360° y β un rango de 27 .

Imagen 15 Sistema de Coordenadas de un Escáner Laser

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \rho * \cos\alpha * \cos\beta \\ \rho * \text{sen}\alpha * \cos\beta \\ \rho * \text{sen}\beta \end{bmatrix}$$



4.7 NUBE DE PUNTOS

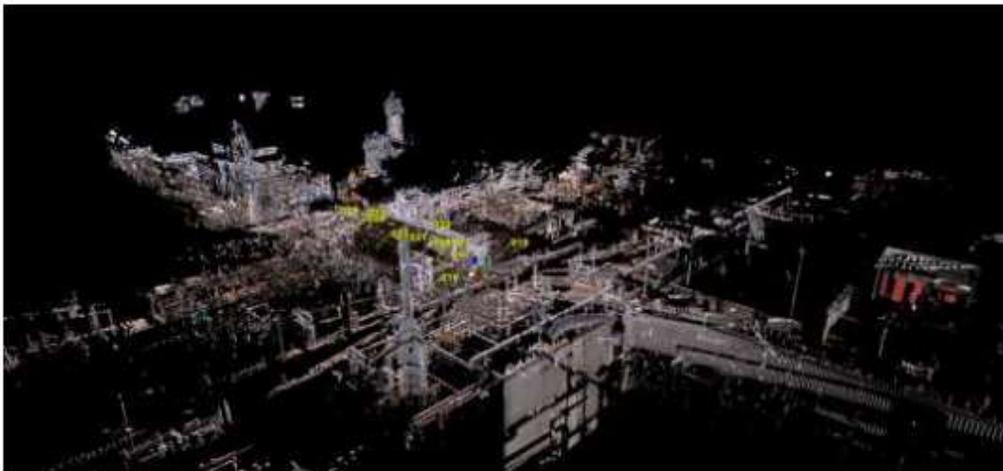
Con la evolución de la tecnología y las herramientas digitales se cambia la forma de elaborar las cosas para ser más eficientes, productivos y mejorar la calidad de los procesos con la reducción de errores o reprocesos. Las nubes de puntos se obtienen mediante una representación de cualquier superficie en 3D y son el producto de un escaneado laser y toma de fotometría digital que se realiza a un determinado espacio.

Estas nubes tienen información métrica, ubicaciones y espacios dentro del área o espacio que se está trabajando, dichas nubes de puntos son un conjunto de coordenadas XYZ en un sistema de coordenadas tridimensional. También puede incluir información adicional, como los valores de color y de reflectividad.

La nube de puntos se realiza mediante un barrido circular con un escáner laser que cuenta con una emisión de un haz de laser en la cual se proyecta sobre las superficies que se encuentra dentro de su alcance. La tasa de muestra que se puede alcanzar con cada barrido está asociado a la velocidad y precisión que maneja el equipo escáner.

Las principales funciones o aplicaciones de una nube de puntos están relacionadas a la representación digital de un entorno, inspecciones y controles, identificación de interferencias, mejoras o rediseños de ingenierías de detalle, entre otras.

Imagen 16 Nube de Puntos de Planta Industrial



5 METODOLOGIA

5.1 VARIABLES SIGNIFICATIVAS PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN UN AMBIENTE DIGITALIZADO O EN TRANSICIÓN

Para realizar un análisis y clasificación de las variables más importantes dentro de la gestión de mantenimiento en un ambiente digitalizado o en transición es necesario tener en cuenta una serie de elementos, planes, tecnologías, estrategias, herramientas y pilares fundamentales que permiten una implementación más asertiva de las herramientas digitales, herramientas de gestión de información, modelos digitales, etc. dentro de la gestión del mantenimiento.

Las variables significativas para tener en cuenta son aquellas que de una manera directa o indirectamente se necesitan tener en cuenta al momento de generar una transición o digitalización y a continuación se describen las siguientes:

5.1.1 Gestión de Activos físicos. La gestión de activos es una estrategia que con el paso del tiempo ha tomado mayor relevancia dentro del sector industrial y aun mas con la aparición de las nuevas tecnologías emergentes. Un buen plan de gestión de activos trae consigo a una organización mejoras dentro de su proceso de producción, gestión y planes de mantenimiento, gestión del ciclo de vida y aprovechamiento de activos, tomas de decisiones, competitividad operacional y de talento humano etc.

A nivel competitivo dentro de la industria en general contar con un plan de gestión de activos detallado, concreto y efectivo garantiza un posicionamiento, eficiencia y eficacia en el mantenimiento, los procesos, se entrega un valor agregando a la organización, fomenta el crecimiento del talento humano, entre otras. Por estas razones una de las variables de mayor impacto para tener en cuenta dentro de un ambiente de digitalización o transición es la gestión de activos al implicar tantas variables dentro de una organización.

5.1.2 Ciclo de Vida de Activos Físicos. El garantizar un correcto ciclo de vida de un activo dentro de una organización es aportar de manera positiva dentro de esta, ya que gestionando este ciclo de manera acertada se evita entrar en la zona de sobrecostos por deterioro, mantenimientos correctivos, revamping, ingenierías adicionales y se tiene como uno de los objetivos primordiales la maximización de las ganancias y la tasa de retorno sobre la inversión dentro de la organización.

Con la planificación y gestión adecuada de este ciclo de vida de los activos dentro de una organización se garantiza que todos los activos cumplan con el número de horas de trabajo y objetivo para el que fue adquirido.

5.1.3 Planeación de mantenimiento. Dentro del sector La planeación es la herramienta fundamental para el mantenimiento y la gestión en la organización, ya sea mantenimiento día a día, menor, mayor o parada de planta en general tiene una serie de pasos y procesos que se necesitan controlar para realizar satisfactoriamente. Según el tipo de mantenimiento a realizar tiene un tiempo determinado para la planeación donde se define el alcance de este, tiempos de intervención, personal requerido, materiales, repuestos, equipos, etc.

Con una planeación correcta desde el inicio se logra maximizar los resultados que se esperan con el trabajo a realizar, el cumplimiento de los tiempos pactados y la gestión de manera efectiva los recursos asignados, como también permite analizar todos los puntos críticos y planes de contingencia para imprevistos o contratiempos

5.1.4 Planes y estrategias de mantenimiento. Para la industria oil and gas en el sector downstream se tiene diferentes tipos de planes y estrategias de mantenimiento que se implementan dependiendo de la necesidad y del escenario que se presenta dentro de la organización. Los planes comúnmente más implementados son el RCM, PM, TPM, CBM, preventivos o correctivos.

Cada programa trae consigo dentro de la organización una responsabilidad e importancia al tener impacto directamente en la operación con la finalidad de

garantizar la confiabilidad, disponibilidad, eficiencia y eficacia de todos los activos físicos implicados dentro de los procesos que generan el valor a la organización.

5.1.5 Costos y Presupuesto. El área de mantenimiento la ideología es buscar la reducción de costos ocasionados por los imprevistos o mantenimientos correctivos que se ejecutan dentro de la organización para maximizar la rentabilidad que aportan los activos a la organización. El área de mantenimiento frecuentemente los presupuestos son los más reducidos y los primeros en modificarse cuando se genera algún tipo de recorte.

5.1.6 Ambiente digitalizado o en Transición. La selección del ambiente digitalizado que se va a implementar o se implementara en cualquier organización está directamente relacionado con el tamaño y complejidad de la organización. En el sector de Oil and Gas existen diferentes herramientas para la gestión de cada uno de los departamentos involucrados, esta selección depende de la visión y alcance que se proyecte con la implementación de este ambiente dentro de la organización.

5.2 BENEFICIOS CON EL USO DE MODELOS DIGITALES

Con el uso de los modelos digitales dentro de la gestión del mantenimiento se obtienen beneficios muy importantes para la organización que adopte estas herramientas en el mantenimiento. Con esta adaptación se genera una mejora en el nivel operacional entregado valor agregado a todos los procesos dentro de la organización, competitividad en el talento humano, la gestión acertada de los recursos económicos y productivos, control sobre la gestión documental, establecimiento de programas de mantenimiento de los activos fijos de la organización. El nivel de adaptabilidad de los sistemas de producción aumenta considerablemente, facilitando la programación de las actividades de mantenimiento para adaptarse a los requisitos cambiantes de producción.

Imagen 17 Modelo Digital de Refinería Petrolera



Los modelos digitales crean dentro de la organización una cultura digital de fallar rápido y aprender rápido, al proporcionar el campo de pruebas perfecto para nuevas formas de trabajo innovadoras. Estas formas de trabajo innovadoras permiten gestionar los recursos dentro de la gestión del mantenimiento en todas las áreas implicadas ya que es mucho más eficaz y económico desarrollar, gestionar y evaluar los activos físicos desde una herramienta digital que hacerlo directamente sobre este, además de que se pueden realizar diferentes copias del modelo digital y analizar el comportamiento de este activo bajo diferentes pruebas en un ámbito completamente virtual, anticipando necesidades futuras y evitando fallos en el entorno real.

Con los modelos digitales en tiempo real se puede realizar la toma de información mediante unos sensores y se almacena en una plataforma Big Data, los modelos digitales utilizan se utilizan para obtener información y monitorear continuamente el funcionamiento de las máquinas, así basándose en sus observaciones es posible estimar el estado actual del sistema y predicen cómo se comportará en actuaciones

planificadas de mantenimiento. De esta manera, si hay probabilidades de que la configuración programada o el cambio de un activo provoque una falla, el software del modelo digital localizará el problema, evaluará su criticidad, notificará a los técnicos y podrán replanificar el cambio evitando desastres, también puede recomendar y simular las acciones de mitigación.

Con los modelos digitales dejan de ser necesarias líneas de producción adicionales de respaldo ya que es posible optimizar la confiabilidad del equipo ya que el modelo digital actúa como una versión virtual del activo teniendo un menor desperdicio e infinitas posibilidades de innovación en el sector industrial, los modelos digitales ofrecen mayor rendimiento, menos mantenimiento y la posibilidad de centrar los esfuerzos en cuestiones medioambientales y de innovación que aporten un valor real a la producción.

Imagen 18 Modelo digital con Geotags



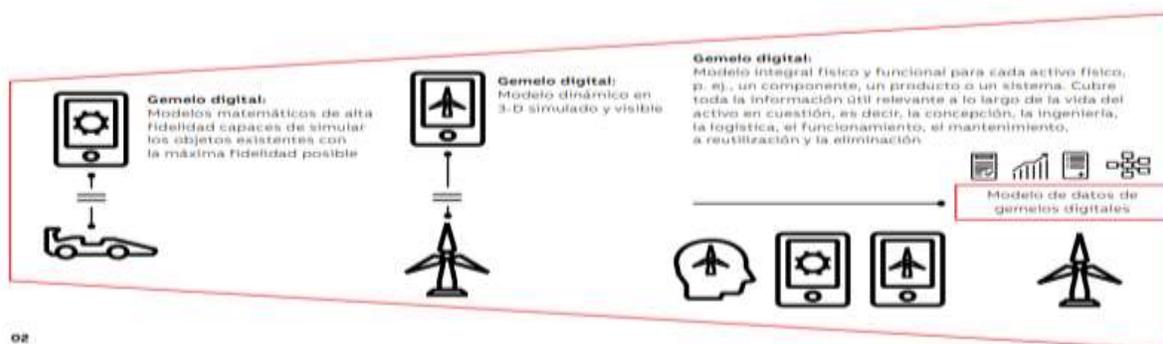
Para la organización que adopte los modelos digitales para la gestión del mantenimiento y el departamento de ingenierías, realizar ingenierías básicas o detalladas, rediseños o cambios de diseño, revamping, modificaciones en general presenta una mejora dentro del proceso al ser posible analizar las posibles modificaciones en todas las simulaciones y pruebas necesarias escenarios reales

permitiendo modificar dentro del modelo antes de entrar a intervenir directamente sobre el o los elementos implicados.

Con la implementación de las herramientas de modelos digitales o también conocido como los gemelos digitales dentro de la gestión del mantenimiento es una de las aplicaciones de mayor impacto, es fácil elaborar un plan de mantenimiento y gestión de los activos físicos basado en el monitoreo en tiempo real o mantenimiento basado en condición CBM con énfasis en el ciclo de vida del activo. Es fundamental contar con una filosofía de detección e interpretación de los signos tempranos de falla o degradación del equipo dentro de los límites permisibles lo cual permita reaccionar y responder a una falla de manera proactiva.

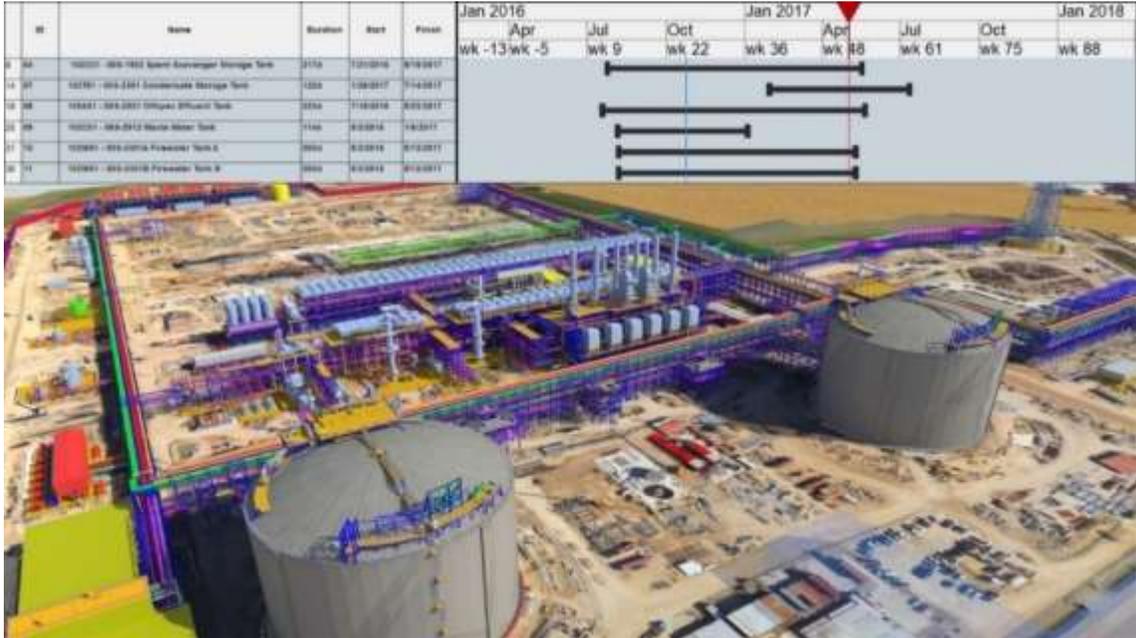
Con estos modelos también se permite gestionar el conocimiento a los mantenedores para poseer las competencias, habilidades y conocimientos necesarios para planificar, implementar y ejecutar las acciones de mantenimientos correctivos necesarios antes de que ocurra la falla del sistema a un costo mucho menor. De esta forma con los gemelos digitales el operador de una máquina también puede determinar el momento óptimo para su mantenimiento, evitando el coste tanto de reparaciones importantes como de mantenimiento prematuro o innecesario.

Imagen 19 Ejemplos de Modelos digitales



Los modelos digitales pueden aplicarse no solo a activos individuales sino también mediante un sistema que permita proporcionar una visión general del estado de las máquinas en tiempo real, la disponibilidad de cada producto o activo, hacer modelos de predicciones, gestionar la toma decisiones de forma autónoma sobre el stock o las entregas de repuesto.

Imagen 20 Gemelo Digital en Operación



Cuando se genera la planeación un mantenimiento ya sea menor o mayor es necesario ciertos equipos especializados para izaje de cargas, plataformas de trabajo, campamentos locativos, entre otros. Para determinar la posición de los equipos, plataformas o campamentos es necesario realizar visitas a campo constantes y toma de medias.

Imagen 21 Etapas de planeación con modelos digitales



Con implementación de modelos digitales en la planeación de estos mantenimientos estas las visitas a campo no serían necesarias porque a través de un software de diseño y herramientas computacionales se realizan la simulación de la ubicación de

los equipos, plataformas y campamentos, etc. buscando el escenario con medidas y ubicaciones reales de todos los equipos, tuberías, tanques, etc. ubicados dentro la planta. Esto generaría una mejora significativa en la optimización de los recursos, reducción de tiempos de planeación y una eficiencia elevada en cuando a la organización de los elementos y personal implicado dentro de la planeación.

Imagen 22 Gemelo digital y Aplicaciones



Con esta implementación se presenta una mejora circunstancial de los niveles de seguridad, salud en el trabajo, riesgos de HSE, entre otros, debido a que a la planta solo se ingresa cuando esta cuando se van a ejecutar las labores del mantenimiento programado, durante la etapa de planeación no es necesario.

Las aplicaciones de los modelos digitales para la seguridad y ciberseguridad tienen un gran aporte en la gestión, almacenamiento y aseguramiento de toda la información técnica, planos generales y de detalle, diagramas de proceso PFD o P&ID's, ingenieras básicas y de detalle, recomendaciones técnicas, entre otros

documentos o planos esenciales para la gestión del mantenimiento. Con un gemelo digital se permite realizar consultas, solicitudes, ver historiales de mantenimientos, hojas de vida, data sheets de los equipos sin necesidad de observar los documentos en físico en el centro de información técnica o biblioteca de la organización, lo cual genera una optimización en los tiempos de consulta evitando los tiempos muertos entre búsquedas.

Tabla 1 Etapas de Desarrollo de Modelo Digital

	PLANIFICACIÓN	CONSTRUCCIÓN	FUNCIONAMIENTO	MANTENIMIENTO
Información sobre ciclo de vida del activo físico	Gestión ciclo vida del activo físico	Gestión ciclo vida del activo físico	Instrucciones de funcionamiento	Registros de servicio
Representación en 3-D	Dibujos de diseño	del Instrucciones de fabricación	de Visualización de la planta	Instrucciones de servicio, realidad aumentada
Modelo	Predicción del comportamiento	del Puesta en servicio virtual	en Rendimiento del control	Diagnóstico
Simulación	Simulación del diseño	del Pruebas “hardware-in-the-loop”	de Estudios con escenarios hipotéticos	Predicción
Modelo de datos	Datos de ingeniería	de Datos de fabricación	de Datos operativos	Datos de servicio
Análisis conectados			KPI operativos	KPI sobre el estado de los activos
Visualización	Herramienta de diseño	de Herramienta de diseño	de Pantalla del estado operativo	Pantalla del estado de salud

5.3 ESQUEMA COMPARATIVO DE LOS RIESGOS ENTRE IMPLEMENTAR Y NO IMPLEMENTAR LOS MODELOS DIGITALES EN EL MANTENIMIENTO Y LA GESTIÓN DE ACTIVOS

Tabla 2 Esquema Comparativo de Riesgo Entre Implementar y No Implementar Modelos Digitales

RIESGOS DE IMPLEMENTAR MODELOS DIGITALES	RIESGOS DE NO IMPLEMENTAR MODELOS DIGITALES
Se requiere una gran capacidad de los sistemas de almacenamiento, gestión y análisis de datos actuales para manejar el volumen requerido por los modelos digitales	Al no tener el recurso de modelos digitales es complejidad tener un programa de gestión de activos eficiente y confiable
La gestión, conservación y aseguramiento documental requiere un programa de ciberseguridad	Es necesario contar con grandes salones para conservar y almacenar los documentos en físico
Digitalizar y monitorear masivamente la gestión del mantenimiento y gestión de activos en la industria exigen una estricta arquitectura de integración y automatización	Genera retraso en la capacidad y competitividad de la compañía, en la gestión de los recursos y planes de mantenimiento
Exige un grupo de talento humano con conocimientos y formación específica	Genera retraso en el desarrollo y las competencias del grupo de talento humano
Son procesos que requieren de tiempo para observar resultados tangibles	Con los procesos de industrialización, el no adoptar esta tecnología generar

	retrasos en la competitividad de la compañía
Los modelos digitales requieren personal calificado y capacitado en áreas específicas	No se fomenta el crecimiento del conocimiento dentro del departamento de talento humano
Requiere altas inversiones de capital debido a la complejidad de las herramientas necesarias para su implementación	Son herramientas que permiten una adecuada gestión del activo y del mantenimiento, permiten la reducción de costos incensarios
Son herramientas que por su complejidad requieren jornadas extensas de capacitaciones para el personal implicado	El proceso de transferencia del conocimiento se vuelve más complejo

5.4 DETERMINAR UN ESTÁNDAR DE VARIABLES MÍNIMAS NECESARIAS PARA IMPLEMENTAR EL USO DE MODELOS DIGITALES PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DENTRO DE LOS ACTIVOS FÍSICOS

Cuando se habla de variables mínimas necesarias para implementar el uso de los modelos digitales dentro de una organización surgen muchas variables de una alta importancia, pero es importante conocer los detalles para así definir este estándar. A continuación, se presenta un estándar de variables mínimas necesarias:

5.4.1 Definir el Alcance. Delimitar y conocer desde un principio el alcance que tendrá un proyecto de implementación de los modelos digitales dentro de la organización, el impacto que tendrá y los beneficios esperados a cada uno de los departamentos implicados son fundamentales para el culminar con éxito desarrollo y puesta en marcha de este.

Con la definición del alcance desde el inicio de este se establece una visión general y se establece el plan de trabajo basado en los objetivos esperados.

5.4.2 Recursos

Tener un plan de gestión de recursos asignado para el desarrollo de la implementación de los modelos digitales dentro de una organización aporta un beneficio a la probabilidad de cumplir con las expectativas y tiempos de este, los recursos necesarios en temas de inversiones de capital, sistemas de almacenamiento, empresas aliadas, personal necesario, herramientas a implementar, entre otras.

5.4.3 Talento humano. Con el equipo de trabajo ideal que cuente con las habilidades, conocimientos, capacidades, experiencia, formación y competencias tanto básicas como específicas se aporta un beneficio al proyecto al ser de fácil adaptabilidad de este personal a los escenarios posibles que se presenten durante el tiempo de desarrollo.

5.4.4 Documentación. Contar con la información actualizada antes de iniciar o elaborar un plan de actualización es fundamental para poder establecer una copia idéntica entre lo físico y lo digital, ya que para garantizar el éxito de esta implementación es necesario garantizar que lo existente de manera digital este de la misma forma de manera física o documental.

5.4.5 Filosofía de mantenimiento. Tener en cuenta que la implementación de los modelos digitales dentro de la organización trae consigo unos cambios en todos los aspectos actuales dentro de la gestión de activos y de mantenimiento, conlleva a tener una adaptabilidad en función de la mejora constante para la gestión del mantenimiento, sus recursos, personal y métodos aplicados.

6 CONCLUSIONES

Una vez culminado este estudio del impacto de la implementación de los modelos digitales dentro de la gestión de activos y gestión del mantenimiento se puede observar y analizar que estas herramientas generan un impacto en todo sentido a nivel positivo dentro de cualquier organización, debido una implementación de estos modelos digitales aporta y genera una serie de cambios, mejoras y crecimiento de esta a nivel industrial.

Al analizar las variables esenciales para un ambiente digitalizado o en transición, estas variables son importantes dentro de la organización. Con la implementación en estas variables se genera un beneficio y crecimiento que a su vez aporta a la compañía dentro de la competitividad a nivel comercial, crecimiento del personal y una gestión adecuada de la transferencia del conocimiento, una gestión adecuada de los recursos físicos, humanos y económicos.

Dentro de la gestión de activos y de mantenimiento esta implementación aporta beneficios que permiten a la organización elevar los niveles confiabilidad operacional, disponibilidad de los equipos, eficiencia y eficacia en los procesos y planes de mantenimiento, una gestión del ciclo de vida de los activos físicos más precisa y detallada. Todo esto es posible porque con estos modelos digitales establecer un monitoreo en tiempo real y un programa más detallado de gestión del mantenimiento adaptable a las necesidades puntales y equipos críticos dentro los procesos garantizan una correcta gestión de todos los factores implicados y permite a la organización la reducción de costos por tareas correctivas o incorrecta gestión de los recursos o activos.

La implementación de estos modelos dentro de una organización aporta una ventaja competitiva para realiza la transición a un ambiente de industrialización automatización en los procesos productivos y operacionales, ya que un modelo digital elaborado correctamente tiene la misma fundamentación, lo cual permite establecer parámetros básicos fundamentales que permiten contar con una transición más eficiente a un ambiente de automatización.

La implementación de un ambiente digital en una compañía requiere altas inversiones de capital, en personal, oficinas y mejoras locativas, pero consigo trae unos beneficios en la reducción de costes por imprevistos o contratiempos dentro de proyectos de ingenierías, una mejor gestión de los planes de mantenimiento, gestión del recurso humano y planes de cambio o gestión de los activos por ciclo de vida. Un ambiente digital correctamente desarrollado por más de que tenga inversiones elevadas en cada fase de desarrollo aporta grandes optimizaciones y reducciones de costes permitiendo un control en la gestión de los recursos y entrega un valor agregado a toda la organización en general.

BIBLIOGRAFIA

AMOR BRAVO, ELÍAS. El Marketing Y La Cuarta Revolución Industrial. Madrid: ESIC Editorial, 2019. Web.

ARATA ANDREANI, ADOLFO, AND FURLANETTO, LUCIANO. Manual De Gestión De Activos Y Mantenimiento. Providencia, Santiago De Chile: RiL Editores, 2005. Web.

BECERRA ACEVEDO, ALVARO BERNARDO, GONZALEZ JAIMES, ISNARDO, PORRAS, JESUS MARCIALES, BUITRAGO REY, LUIS CARLOS, and UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Escuela De Ingeniería Mecánica. Tesis. METODOLOGIA PARA LA IMPLEMENTACION DEL MANTENIMIENTO EN LA GESTION DE ACTIVOS FISICOS [recurso Electrónico]. Bucaramanga: UIS, 2017. Print.

BRUNO SCAGLIONI, GIANNI FERRETTI, Towards digital twins through object-oriented modelling, , Reino Unido, 2018

CREATING DIGITAL Twin Objects with Common Engineering Software, Mika Lohthander, Elodie Garcia, Minna Lanz, Jarno Volotinen, Juhi Ratava, Jarno Kaakkunen, Finlandia, 2018

REFINERÍA DE CARTAGENA DE ECOPETROL Desarrollo De Un Gemelo Digital 3d Para 3 Unidades, Javier L. Salas, Francisco Ascencio, Refinería Ecopetrol Cartagena, 2016

MIXTURE, R. A. KHAKIMOV, N. S. SHCHERBO, Development and creation a model of a digital twin of the cubepart rectification installation for the separation of a binary water-alcohol , Omsk Russia 2017

M. AYANI, M. GANEBACK, AMOS H.C, Digital Twin: Applying emulation for machine reconditioning, , Skovde Suecia, 2018

ROK VRABIC, JONH AHMET ERKOYUNCU, PETER BATULA, RAJKUMAR ROY, Digital Twins: Understanding the added value of integrated models for through-life engineering services, , Reino Unido, 2018

JORGE ADÁN ROMERO GUERRERO, Elaboración de Modelos Electrónicos Tridimensionales Inteligentes usando la tecnología de escaneo láser, , noviembre2015

GARRELL GUIU, ANTONI, AND GUILERA AGÜELLA, LLORENÇ. La Industria 4.0 En La Sociedad Digital. Barcelona: Marge, 2019. Web.

M. SCHAMPS, S. HOEDT, A CLAYES, E.H. AGHEZZAF, J. COTTYN, Impact of virtual twin on commissioning time and quality., Belgica, 2018

MARTÍNEZ AGUILÓ, JAUME, AND JUAN, JORDI. Industria 4.0. Barcelona: Editorial UOC, 2019. Tecnología. Web.

MILLAN VATHOOPAN, MARIA JOHNY, ALOIS ZOLTL, ALOIS KNOOL, Modular fault ascription and corrective maintenance using a digital twin, , Alemaia, 2018

OPPENHEIMER, ANDRÉS. (2014). Crear o morir. Madrid - España. Ediciones debate

ORELLANA-DAUBE, DAVID FRANCISCO. "El Efecto Global De La Actual Revolución Tecnológica 4ª Revolución Industrial Y La Industria 4.0 En Acción." Revista GEON (Gestión, Organizaciones Y Negocios) 7.2 (2020): 1-24. Web.

PFEIFFER, SABINE, LEE, HORAN, AND HELD, MAXIMILIAN. "Implantando La Industria 4.0. Diseno Participativo Desde La Vision De Los Empleados De Ingenieria." Cuadernos De Relaciones Laborales 37.2 (2019): 293. Web.

SOLA ROSIQUE, ANTONIO, AND CRESPO MÁRQUEZ, ADOLFO. Principios Y Marcos De Referencia De La Gestión De Activos. Madrid: AENOR - Asociación Española De Normalización Y Certificación, 2016. Web.

SOUAD RABAH, AHLEM ASSILA, ELIO KHOUN, Towards improving the future of manufacturing through digital twin and and augmenten reality techilogies, , Columbus Ohaio, 2018