



MANUAL DE MANTENIMIENTO REMOTO DE UN EQUIPO PILOTO PARA EL INSTITUTO
COLOMBIANO DE PETROLEO(ICP)

Modalidad: Práctica Empresarial

Anderson Steven Caballero Barbosa
1095948319

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERIAS
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
BUCARAMANGA (03/12/2021)**



MANUAL DE MANTENIMIENTO REMOTO DE UN EQUIPO PILOTO PARA EL INSTITUTO
COLOMBIANO DE PETROLEO(ICP)

Modalidad: Práctica Empresarial

Anderson Steven Caballero Barbosa
1095948319

**Informe de práctica para optar al título de
Ingeniero Electromecánico**

DIRECTOR

Mag. Camilo Leonardo Sandoval Rodríguez

Andrés Felipe Padilla Mantilla

Cargo del delegado: Coinvestigador del convenio

Grupo de Investigación en sistemas de energía, automatización y control-GISEAC

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERIAS
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
BUCARAMANGA (03/12/2021)**

Nota de Aceptación

_____ Aprobado _____



_____ Firma del Evaluador



_____ Firma del Director

DEDICATORIA

A mi madre, abuela, hermano y familia por darme el apoyo de permitirme prepararme profesionalmente, pudiendo llegar a estar instancias de culminar esta etapa académica en mi vida.

Anderson Steven Caballero Barbosa

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Msc. Camilo Leonardo Sandoval Rodríguez por su continua asesoría y disposición a lo largo del proyecto, permitiéndonos llevar a cabo este proyecto, con su ideas y experiencia nos aportó las bases necesarias para investigaciones futuras.

Al Ing. Andres Felipe Padilla Mantilla por orientarnos a largo de este proyecto.

A Ecopetrol y las UTS que me permitieron desarrollar el proyecto, consiguiendo un amplio y nuevo conocimiento para mi vida profesional y personal.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	10
1. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O COMUNIDAD	12
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	12
2.2. JUSTIFICACIÓN DE LA PRÁCTICA	13
2.3. OBJETIVOS	13
2.3.1 OBJETIVO GENERAL	13
2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
2.4. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	14
3. MARCO REFERENCIAL	16
3.1. MARCO HISTORICO	16
3.1.1. INDUSTRIA 4.0	16
3.2. MARCO TEORIO	17
3.2.1. MANTENIMIENTO TRADICIONAL.....	18
3.2.1.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO QUE NORMALMENTE SE EMPLEAN	20
3.2.2. MANTENIMIENTO 4.0 PARA LA INDUSTRIA 4.0	21
3.2.2.1 TENDENCIAS Y EXPLORACIÓN DE HERRAMIENTAS TIC PARA EL MANTENIMIENTO REMOTO	23
3.2.3. NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA EL MANTENIMIENTO 4.0	26
3.2.3.1 REALIDAD AUMENTADA	26
3.2.3.2 REALIDAD VIRTUAL	29
3.2.3.3 REALIDAD MIXTA	30
3.2.3.3.1 APLICACIONES DE LA REALIDAD MIXTA	31
3.2.3.3.2 GAFAS Y DISPOSITIVOS DE REALIDAD MIXTA.....	32
4. DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD.....	36
4.1. FASE 1: DOCUMENTACIÓN	36
4.1.1. ACTIVIDAD 1: RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	36
4.2. FASE 2: APLICACIÓN DE LA INFORMACIÓN	36
4.2.1. ACTIVIDAD 2.1: RECONOCIMIENTO DE LA INFORMACIÓN	36
4.2.2. ACTIVIDAD 2.2: ANTECEDENTES PRÁCTICOS	37
4.2.3. ACTIVIDAD 2.3: DIAGNOSTICAR LA MEJOR OPCIÓN DE LA HERRAMIENTA TIC PARA EL MANUAL DE MANTENIMIENTO REMOTO	40

4.3.	FASE 3: ANÁLISIS DE LA PLATAFORMA Y DISPOSITIVO DE COMUNICACIÓN.....	42
4.3.1.	ACTIVIDAD 3.1: PARTE OPERATIVA DE LA HERRAMIENTA TIC.....	42
4.3.1.1	HOLOLENS 2	42
4.3.1.1.1	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	43
4.3.1.1.2	CASOS DE USOS DE LAS HOLOLENS 2.....	44
4.3.1.1.3	CONTROLES BÁSICOS DE LAS HOLOLENS 2	45
4.3.1.2	DYNAMICS REMOTE ASSIST	47
4.3.1.2.1	CASOS DE USO	47
4.3.1.2.2	BENEFICIOS.....	47
4.3.1.2.3	COMPATIBILIDAD DE DYNAMICS REMOT ASSIST.....	48
4.4.	FASE 4: DOCUMENTAR EL MANUAL E INFORME FINAL.....	48
4.4.1.	ACTIVIDAD 4.1: INICIO DE LA DOCUMENTACIÓN DEL MANUAL E INFORME FINAL	48
4.5.	FASE 5: INFORME FINAL	48
4.5.1.	ENTREGA DEL PROYECTO FINAL Y DEL MANUAL	48
5.	RESULTADOS	49
6.	ESTRATEGIA DE PROTECCIÓN Y DIVULGACIÓN	55
7.	CONCLUSIONES.....	56
8.	RECOMENDACIONES.....	57
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
10.	ANEXOS	60

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. De la industria 1.0 a la 4.0.....	17
Ilustración 2. Etapas de la gestión del mantenimiento tradicional.....	19
Ilustración 3. Ciclo de mantenimiento tradicional.....	19
Ilustración 4. Tipos de mantenimiento que normalmente se usan	20
Ilustración 5. Ciclo de la gestión del mantenimiento 4.0	22
Ilustración 6. Elementos básicos de la Realidad Aumentada	27
Ilustración 7. Tipos seguimiento de la Realidad Aumentada	28
Ilustración 8. Dispositivos para Realidad Aumentada	29
Ilustración 9. Componentes principales de la realidad virtual	30
Ilustración 10. Realidad Mixta	31
Ilustración 11. Gafas y dispositivos de realidad mixta	33
Ilustración 12. Matriz de priorización de Holmes para elegir la tecnología.....	40
Ilustración 13. Matriz de priorización de Holmes para elegir las gafas de realidad Mixta	41
Ilustración 14. HoloLens 2.....	43
Ilustración 15. Software Preinstalados	44
Ilustración 16. Beneficios de Dynamics Remot Assist	47
Ilustración 17. Dispositivos compatibles	48
Ilustración 18. Manual de mantenimiento remoto del Analizador de tamaño de partícula marca Microtrac modelo S3500	50
Ilustración 19. Cascarón de gafas de realidad virtual	52
Ilustración 20. Indicaciones del experto remoto.....	52
Ilustración 21. Realización de la llamada al proveedor remoto.....	53
Ilustración 22. Interacción con el proveedor remoto	54

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tendencias de herramientas TIC para el mantenimiento 4.0	24
Tabla 2. Especificaciones técnicas de algunas gafas de realidad mixta	34
Tabla 3. Antecedentes Prácticos	38
Tabla 4. Especificaciones Técnicas de las HoloLens 2.....	43
Tabla 5. Casos de usos de las HoloLens 2.....	45
Tabla 6. Controles básicos de las HoloLens 2.....	46

INTRODUCCIÓN

La aparición de nuevas tecnologías en la última década, particularmente las herramientas denominadas TICs (Tecnologías de la Información), y su aplicación a los procesos de producción de la industria ha conducido a la aparición de la Industria 4.0 también denominada la cuarta revolución industrial. Esta industria envuelve una nueva era industrial que combina metodologías avanzadas de producción y operaciones industriales, mediante tecnologías inteligentes que permiten integrar empresas, personas, plantas y equipos. De una u otra manera se puede decir que esta industria tiene como objetivo interconectar todos los aspectos de producción para poder adaptarse a las nuevas necesidades y procesos de producción, con el fin de aprovechar mejor sus funcionalidades para ser más eficientes y efectivas.

La inclusión de estas modernas tecnologías a la industria, ha favorecido al mantenimiento industrial permitiéndole tener una gran evolución en los últimos años. Las nuevas tendencias de herramientas tecnológicas para el mantenimiento han permitido adelantarse a los problemas y optimizar procesos y rendimientos productivos mejorando la eficiencia en la reducción de costos que se representan en daños graves, talento humano, reparaciones y pérdidas de producción. Para evitar todas estas consecuencias, es necesario tener un manual o instructivo de operación de mantenimiento, para que el operador o la empresa logre mantener la vida útil de un equipo o planta, con estándares de seguridad y correcto funcionamiento. (Zuluaga Molina, 2011)

En el laboratorio de difracción de rayos X (DRX) del Instituto Colombiano de Petróleo (ICP) se encuentra ubicado el analizador de tamaño de partícula marca Microtrac S3500, este equipo es fundamental para analizar, medir, muestrear e informar de la distribución del tamaño de una partícula en una población determinada de partículas o gotas. Los analizadores de tamaño de partículas son fundamental para la optimización de los procesos, muy importantes durante el desarrollo de los procesos y el control de calidad de las propiedades óptimas de las partículas con el fin de desarrollar procesos eficientes y lograr una alta calidad del producto final. El equipo puede operar bajo dos modos: vía húmeda y vía seca dependiendo para que tipo de aplicación se vaya destinar, por ejemplo: recubrimientos, polímeros, Metales / Polvos metálicos, Alimentos /Bebidas, Químicos, Pigmentos, Investigación geológica, Biotecnología / Farmacéutica, entre otros.

La importancia de la elaboración de este manual de mantenimiento remoto que se hace por medio de una Herramienta TIC de conectividad en tiempo real tiene como fin de garantizar la confiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad y prolongar la vida útil del equipo minimizando los mantenimientos correctivos, del mismo modo

umentando la seguridad tanto del operario como la del equipo para la toma de muestras del laboratorio de DRX.

Para la elaboración de dicho manual se investigó, documento e indago los protocolos, herramientas y métodos de comunicación remota para realizar un mantenimiento y diagnóstico remoto. Se desea implementar como herramienta TIC las gafas de realidad mixta Microsoft HoloLens 2 junto con su plataforma Dynamics 365 asistencia remota, que tiene como fin conectarse con lo proveedor o experto remoto, para la realización del mantenimiento de forma remota de una manera más didáctica permitiéndole al operador de mantenimiento seguir instrucciones con anotaciones e indicaciones en 3D en el espacio donde se encuentra el operador.

Este proyecto tiene como finalidad, contribuir al desarrollo de nuevas metodologías para realizar un mantenimiento en la industria aplicando las nuevas tecnologías que se están desarrollando actualmente, como resultado de este proyecto se espera que los procesos de mantenimiento estén disponibles cuando se necesite realizar una intervención en un equipo sin que el fabricante o la casa matriz del equipo tengan que enviar un experto para darle una solución a una falla que se este presentando, si no poder conectarse y contactar en tiempo real para dar solución al problema que se presente.

1. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O COMUNIDAD

“Ecopetrol S.A. es una Sociedad de Economía Mixta, de carácter comercial, organizada bajo la forma de sociedad anónima, del orden nacional, vinculada al Ministerio de Minas y Energía, es la empresa más grande del país y la principal compañía petrolera en Colombia. Son dueños absolutos o tienen la participación mayoritaria de la infraestructura de transporte y refinación del país, poseen el mayor conocimiento geológico de las diferentes cuencas, cuentan con una respetada política de buena vecindad entre las comunidades donde se realizan actividades de exploración y producción de hidrocarburos, son reconocidos por la gestión ambiental y, tanto en el upstream como en el downstream, hemos establecido negocios con las más importantes petroleras del mundo.

Cuentan con campos de extracción de hidrocarburos en el centro, el sur, el oriente y el norte de Colombia, dos refinерías, puertos para exportación e importación de combustibles y crudos en ambas costas y una red de transporte de 8.500 kilómetros de oleoductos y poliductos a lo largo de toda la geografía nacional.

Cuentan a la disposición de los socios el Instituto Colombiano del Petróleo (ICP), considerado el más completo centro de investigación y laboratorio científico de su género en el país.

En 2003 se convierten en una sociedad pública por acciones y emprende una transformación que les garantiza mayor autonomía financiera y competitividad dentro de la nueva organización del sector de hidrocarburos de Colombia, con la posibilidad de establecer alianzas comerciales fuera del país.” (Ecopetrol, 2014).

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción de la Problemática

Actualmente, en las industrias se destacan por sus procesos productivos, el uso de equipos industriales y la generación de nuevas plantas industriales, para su adecuado funcionamiento se requiere presentar un manual de mantenimiento al operador de manera que se logre mantener la vida útil de un equipo o planta, con estándares de seguridad y correcto funcionamiento.

El desarrollo, la innovación y la mejora continua tecnológica es algo que está presente en todas las industrias, el Instituto Colombiano de Petróleo cuenta con un equipo piloto donde se requiere elaborar un manual de mantenimiento remoto que permita por medio de una plataforma de comunicación establecer una conectividad

en tiempo real, para así evitar la paralización de un proceso, evitar daños al personal e infraestructura de ella, se debe realizar un mantenimiento eficiente que no produzca gastos innecesarios y con la certeza de que esté disponible cuando se necesite.

Todo desarrollo y avance trae la necesidad de conocimiento y por ende el mantenimiento varía en cuanto a componentes de sistemas eléctricos e híbridos o de combustión, mecánicos, entre otros. Por lo tanto, vale explorar, investigar y elaborar un manual de mantenimiento es de vital importancia en la industria, ya que no solamente partes mecánicas intervienen, sino componentes eléctricos y electrónicos estarán presentes en la industria.

Según lo expuesto anteriormente se plantea el siguiente interrogante ¿Que requerimientos, características técnicas del mantenimiento y herramientas TIC son necesarias para elaborar un manual de mantenimiento remoto para un equipo piloto del Instituto Colombiano de Petróleo?

2.2. Justificación de la Práctica

Las nuevas inclinaciones de metodologías de mantenimiento tienen como finalidad la reducción de costos que se representan en fallas graves, talento humano, reemplazo de equipos, reparaciones y pérdidas de producción, lo cual resulta significativo tener tácticas con el fin de brindar y proponer mejoras que contribuyan con innovación a la calidad del producto final, y así disipar todas estas situaciones de mal operación y funcionamiento en las empresas (Zuluaga Molina, 2011).

Este proyecto como parte de un sector productivo e industrial a escala piloto, tiene como objetivo establecer las características técnicas y procedimientos con el fin de brindar una completa claridad a labores del mantenimiento. Siendo este manual una herramienta que servirá de soporte técnico y administrativo al personal que lo requiera, implementándose de manera remota con la finalidad de mejorar las intervenciones del mantenimiento en caso de un fallo o rutina para así reducir daños que perjudiquen la empresa.

2.3. Objetivos

2.3.1 Objetivo General

- Elaborar un manual de mantenimiento remoto mediante una plataforma de conectividad remota para un equipo piloto del Instituto Colombiano de Petróleo (ICP).

2.3.2 Objetivos Específicos

- Describir los procedimientos y tipos de mantenimiento remoto necesarios para un equipo.
- Investigar los protocolos, herramientas y métodos de comunicación remota para realizar un mantenimiento y diagnóstico remota.
- Explorar las características técnicas y procesos asociadas para un correcto mantenimiento remoto.
- Documentar el manual de mantenimiento remoto teniendo en cuenta las características técnicas de los activos que conforman el equipo piloto.

2.4 Antecedentes de la Empresa

“De acuerdo con los Estatutos Sociales, el objeto social de Ecopetrol S.A. es el desarrollo, en Colombia o en el exterior, de actividades comerciales o industriales correspondientes o relacionadas con la exploración, explotación, refinación, transporte, almacenamiento, distribución y comercialización de hidrocarburos, sus derivados y productos.”

“Adicionalmente, forman parte del objeto social de Ecopetrol S.A.

1. La administración y manejo de todos los bienes muebles e inmuebles que revertieron al Estado a la terminación de la antigua Concesión De Mares. Sobre tales bienes tendrá, además, las facultades dispositivas previstas en la ley.
2. La exploración y explotación de hidrocarburos en áreas o campos petroleros que, antes del 1º de enero de 2004:
 - Se encontraban vinculadas a contratos ya suscritos o,
 - Estaban siendo operadas directamente por Ecopetrol S.A.
3. La exploración y explotación de las áreas o campos petroleros que le sean asignadas por la Agencia Nacional de Hidrocarburos.
4. Exploración y explotación de hidrocarburos en el exterior, directamente o a través de contratos celebrados con terceros.
5. Refinación, procesamiento y cualquier otro proceso industrial o petroquímico de los hidrocarburos, sus derivados, productos o afines, en instalaciones propias o de terceros, en el territorio nacional y en el exterior.

6. Compra, venta, importación, exportación, procesamiento, almacenamiento, mezcla, distribución, comercialización, industrialización, y/o venta de hidrocarburos, sus derivados, productos y afines, en Colombia y en el exterior.
7. Transporte y almacenamiento de hidrocarburos, sus derivados, productos y afines, a través de sistemas de transporte o almacenamiento propios o de terceros, en el territorio nacional y en el exterior, con excepción del transporte comercial de gas natural en el territorio nacional.
8. Realizar la investigación, desarrollo y comercialización de fuentes convencionales y alternas de energía.
9. Realizar la producción, mezcla, almacenamiento, transporte y comercialización de componentes oxigenantes y biocombustibles.
10. Realizar la operación portuaria.
11. Realizar cualquier actividad complementaria, conexas o útil para el desarrollo de las anteriores.
12. Garantizar obligaciones ajenas cuando ello sea estrictamente necesario dentro del giro de sus negocios y en el marco de su objeto social, previa autorización de su Junta Directiva” (Ecopetrol S.A., 2021).

3. MARCO REFERENCIAL

3.1. MARCO HISTORICO

3.1.1. Industria 4.0

El progreso experimentado por la industria -entendida como el conjunto de procesos y actividades que acceden convertir materias primas en productos elaborados o semielaborados-, se vió afectada por el surgimiento de adelantos tecnológicos (invención de maquinarias, medios de transporte, técnicas y novedosas fuentes de energía) que han marcado un antes y un después en la historia.

Estos hitos se nombran “Revolución Industrial”, la cual podría definirse como aquella sucesión de cambios, especializados por su profundidad y rapidez, que afectan al de una sociedad. Estos cambios abarcan desde los métodos de producción hasta la organización de la población, las relaciones entre comunicaciones, personas, y esquemas de vida; es decir, que sus efectos y consecuencias alcanzan a todos los sectores de la realidad económica y social (Castresana Sáenz, 2016).

A lo largo de los años, la industria ha seguido desarrollándose y se han logrado avances en el proceso de fabricación y ejecución. A mediados del siglo XVIII, con la llegada de la máquina de vapor, nació la primera revolución industrial en Inglaterra. En este cambio, se pasó del trabajo manual a empezar a utilizar maquinaria.

A mediados del siglo XIX, comenzó la segunda revolución industrial. El gran invento en esta época es la cinta transportadora, que permitió el inicio de la producción en masa. La tercera revolución industrial o revolución científica y tecnológica es un término aprobado por el Parlamento Europeo en febrero de 2007. Este proceso se basa en diferentes factores, de los cuales hay principalmente cinco:

- Innovaciones en el almacenamiento de energía.
- Expansión de las energías renovables.
- Formas de transporte más eficientes y menos contaminantes.
- Conversión de edificios en plantas de energía.
- Tecnología Smart Grid

La cuarta revolución, está marcada por tecnologías como la Inteligencia Artificial, Internet de las Cosas (IOT), computación cuántica o nanotecnología entre otras. La fusión de todas estas tecnologías con el mundo biológico, digital y físico, en conjunto con su impacto en todas las disciplinas, es lo que denominamos como Cuarta Revolución Industrial (Coloma Bravo, 2019).

Ilustración 1. De la industria 1.0 a la 4.0



Fuente: (Coloma Bravo, 2019)

Las tres revoluciones industriales siguen un patrón de eventos: en los últimos 250 años ha habido una fuerza fuerte para impulsar la industria hacia adelante, para producir más y mejor. Esto ha llevado a la aparición de descubrimientos y desarrollos tecnológicos que han provocado cambios notables en el ritmo de la innovación en el campo de la innovación, y su mayor aplicación (en términos de cantidad y profundidad) ha aumentado la productividad, ahorrado tiempo de producción, mejorado la eficiencia. y mayores ganancias. Estos cambios llevaron al desarrollo del comercio y las ciudades, lo que a su vez facilitó la mejora del nivel de vida de las personas.

El siglo XXI está llevando a la industria hacia otro cambio de paradigma. Trae consigo la Cuarta Revolución Industrial y todo indica que seguirá el mismo patrón que sus antecesoras. Recientemente, se ha desarrollado un nuevo concepto de industria, abierta y conectada (Industria 4.0), impulsado por la aparición de nuevas tecnologías, materiales y software, cuya convergencia permitirá la comunicación e interacción entre sistemas, transformando la producción, los productos y los servicios a medida que avanzamos tal como actualmente lo entendemos (Castresana Sáenz, 2016).

3.2. MARCO TEORIO

Se está gestionando una nueva era. Casi no se notó, el desarrollo de la tecnología a lo largo del tiempo ha creado un entorno donde los adelantos tecnológicos están a la mano, en todas las áreas de la vida diaria.

El concepto de Industrial 4.0 es relativamente nuevo y hace referencia a la cuarta revolución industrial, entendida como un proceso caracterizado por la fusión del

mundo digital, biológico y físico y utiliza nuevas tecnologías, como la inteligencia artificial, la informática en las nubes, la robótica y el internet de las cosas. Estas tecnologías permiten que los dispositivos y sistemas de diferentes compañías y organizaciones puedan comunicarse y cooperar entre sí, para diseñar y desarrollar productos.

Ciertos sectores de la economía y diferentes industrias, como el comercio, la logística, la energía entre otros, se están adaptando a esta transformación integrando nuevas tecnologías, físicamente y digitalmente sus sistemas, infraestructura y equipos. En este panorama cambiante hacia la Industria 4.0, el mantenimiento se perfila como un desarrollo necesario para garantizar la disponibilidad y el funcionamiento normal de los equipos, maquinaria y sistemas, así como para asegurar la operatividad operacional eficaz.

3.2.1. Mantenimiento Tradicional

El mantenimiento toma un papel sobresaliente en esta cuarta revolución industrial, a lo largo del tiempo, iniciando desde la primera revolución industrial donde sus inicios fueron mecanizando los procesos de producción, convirtiendo la economía agraria y artesanal en otra, conllevando a una producción en serie, así mismo con la aparición de líneas de montaje y fábricas que permitieron fabricar productos a mayor escala por el gran consumo. El inicio de nuevas épocas y necesidades conllevan a una nueva transformación con un despliegue de la electrónica y la informática para la industria, permitió el inicio de la automatización de líneas de procesos.

Avances significativos en la tecnología de internet han generado un impacto drástico en la sociedad y en la economía mundial. La concurrencia de las nuevas tecnologías de la información con la sensorial y la robótica están transformado la internet tradicional, con la actual tendencia del internet de las cosas (IoT), inteligencia artificial, computación en la nube, sensores inalámbricos, el aprendizaje automático y el Big data (VALUEKEEP, s.f.).

El objetivo de la gestión de mantenimiento es mantener los equipos e instalaciones (activos) en funcionamiento y devolverlos a las condiciones de funcionamiento predeterminadas, de forma eficiente y eficaz, para alcanzar la máxima productividad y funcionamiento continuo.

La Gestión del Mantenimiento tradicional se puede dividir en dos etapas:

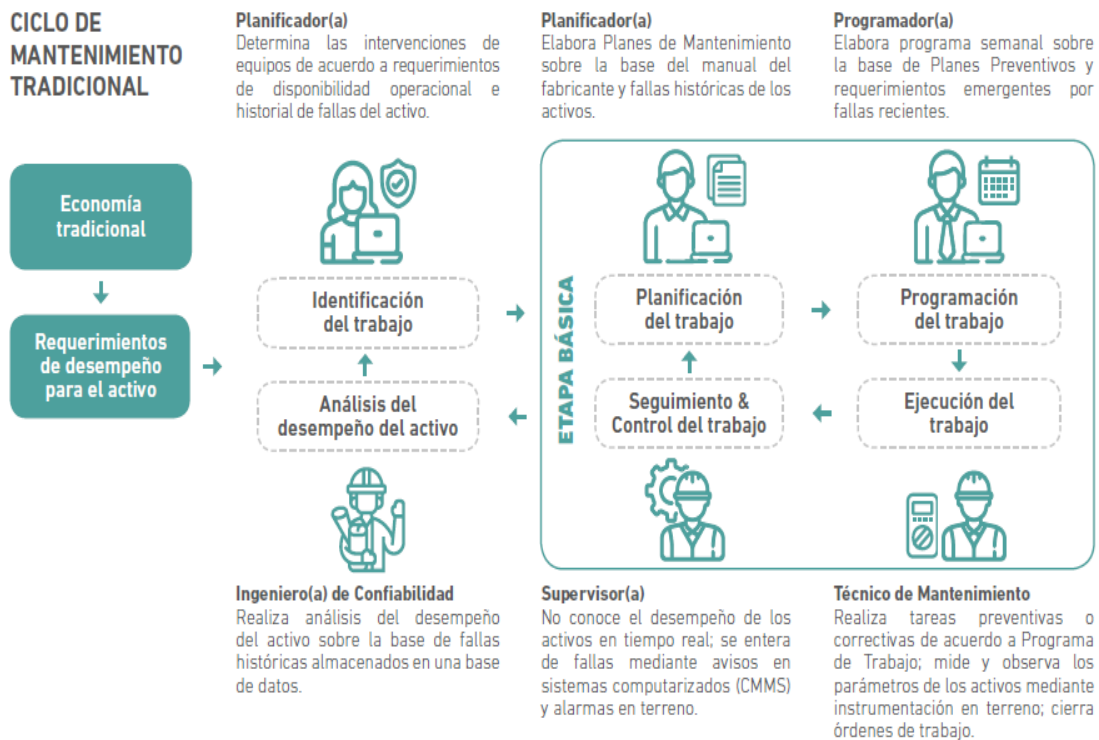
Ilustración 2. Etapas de la gestión del mantenimiento tradicional



Fuente: Autor

Para entender un poco más a fondo sobre la gestión de mantenimiento tradicional se mostrará en la siguiente ilustración el ciclo de mantenimiento tradicional:

Ilustración 3. Ciclo de mantenimiento tradicional



Fuente: (Centro de Desarrollo Humano de Fundación Chile, 2021)

3.2.1.1 Tipos de mantenimiento que normalmente se emplean

La función más común en la gestión del mantenimiento es la función de los planificadores, que son responsables de preparar los planes y programas de mantenimiento; de técnicos de mantenimiento, que realizan operaciones programadas con instrucciones o procedimientos de trabajo y de supervisores, que son personas que monitorean y controlan el trabajo, y reportan condiciones subestándares (inseguras) de los equipos. También hay funciones que realiza un ingeniero de confiabilidad (a veces llamado ingeniero de mantenimiento), se encuentra más en común en empresas mineras, petroleras, energía, entre otras y grandes empresas con procesos continuos donde las fallas graves de sus activos pueden generar pérdidas económicas importantes, por lo cual habitualmente se implementan los siguientes tipos de mantenimiento:

Ilustración 4. Tipos de mantenimiento que normalmente se usan



Fuente: Autor tomada de (Centro de Desarrollo Humano de Fundación Chile, 2021)

Uno de los retos a los que se enfrenta la gestión del mantenimiento, se debe a que no se conoce el estado del equipo o activo de forma actualizada, es decir, cuando

el tipo de falla y sus características se presentan en el momento en que un técnico o ingeniero de mantenimiento acude directamente a campo. Esto crea retrasos entre el descubrimiento del problema, su análisis y la decisión de intervenir por el equipo afectado. Esta dependencia de la presencia física del encargado de mantenimiento u operador promueve y mejora las tácticas de mantenimiento predictivo con técnicas de monitoreo y detección temprana de fallas de forma remota.

Como se sabe que el mantenimiento predictivo, es una de las mejores estrategias de poder anticiparse a fallas o incidentes de los equipos y para la continuidad operativa del proceso de producción. Se puede resumir en los siguientes aspectos relevante la importancia del mantenimiento preventivo:

- Conocer las causas de cada falla para evitar otras fallas o incidencias similares, intentando mitigar las causas que lo provocan.
- Detección de defectos a corto plazo mediante la monitorización de los parámetros del equipo en tiempo real
- Uso de base de datos para predecir a largo, mediano plazo fallas o averías importantes

Como consecuencia del mantenimiento predictivo, también existe el mantenimiento proactivo, que no solo predice la ocurrencia de fallas, sino que también busca averiguar la causa de las mismas. Anticipar y analizar las fallas de la propiedad o del equipo en una etapa temprana, además de garantizar una intervención rápida, también reduce los costos como resultado.

Creando mayor eficiencia en la empresa, especialmente si existe una buena coordinación y comunicación con las áreas operativas (Centro de Desarrollo Humano de Fundación Chile, 2021).

3.2.2. Mantenimiento 4.0 para la industria 4.0

La expresión mantenimiento remoto industrial, indica que un sistema apartado localmente puede utilizarse para el mantenimiento industrial remoto, ayudando a minimizar los costos generales de mantenimiento, por ejemplo, el mantenimiento preventivo es un mantenimiento donde los fallos se predicen con él, eludir las paradas de la maquinaria por fallas, las pérdidas económicas generadas por estas paradas imprevistas de la producción, y se respalda no solo el movimiento continuo de la producción, sino el de la economía.

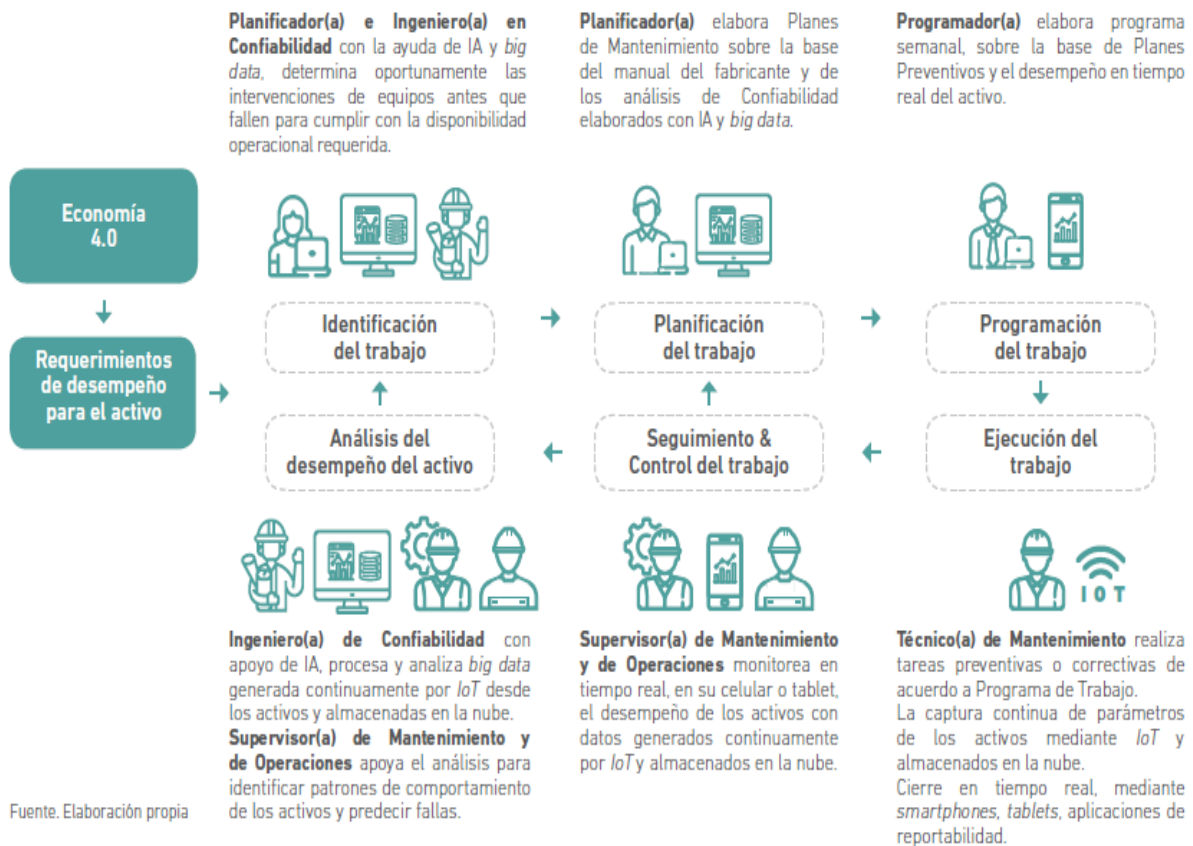
El mantenimiento remoto permite percibir o cambiar los parámetros de sistemas, redes, plantas, máquinas, asistencia remota y una buena guía de variedades para el buen funcionamiento de un equipo y de los procesos industriales. Esta es la razón por la que ha tomado mayor fuerza y de gran importancia en la industria tecnológica y específicamente, en la gestión del mantenimiento, ya que permite al técnico o

ingeniero poder operar la maquinaria de manera remota y tomar contramedidas rápidas en caso de fallas (SALISMEY, 2020).

El impacto de las transiciones tecnológicas en las diferentes fases del ciclo de gestión del mantenimiento, principalmente en la integración del personal de operaciones y el análisis del desempeño de los activos. En los últimos años, ha habido experiencia trabajando ligados entre mantenedores y operadores de planta en actividades rutinarias de mantenimiento de activos tal como sucede en la metodología TPM (Total Productive Maintenance) y ODR (Operator Driven Reliability). Las tecnologías digitales están mejorando estos roles de colaboración y, a medida que los sensores y los sistemas de monitoreo continúen reduciendo costos y aumentando la capacidad de procesamiento, esto se convertirá en una práctica común.

A continuación, en la siguiente ilustración se mostrará el ciclo de la gestión del mantenimiento 4.0

Ilustración 5. Ciclo de la gestión del mantenimiento 4.0



Fuente: (Centro de Desarrollo Humano de Fundación Chile, 2021)

3.2.2.1 Tendencias y exploración de herramientas TIC para el mantenimiento remoto

El avance de la Cuarta Revolución Industrial en varios países se refleja en la forma en que se trabaja en los programas relacionados con la Industria 4.0, a nivel de asociaciones profesionales, instituciones educativas y el sector público, para promover el desarrollo tecnológico, digitalizar empleos y simplificar y digitalizar procedimientos. y controles.

La globalización de los nuevos mercados y procesos industriales a promovido el surgimiento de una economía “sin horas de oficina”, que atiende las necesidades de los usuarios y consumidores en todo momento del día ha puesto de relieve la necesidad de un funcionamiento continuo en algunas empresas, escenario en el que el mantenimiento cobra protagonismo. para asegurar la disponibilidad y el correcto funcionamiento de los equipos, maquinaria y sistemas.

El mantenimiento proactivo y predictivo es útil, a través del seguimiento y análisis en tiempo real de la actividad de los equipos, para detectar oportunamente posibles averías o fallas, pero también para identificar y corregir las causas originales, mediante el uso de tecnología de la Industria 4.0.

El concepto de Mantenimiento 4.0 o remoto, se abarcan diferentes técnicas y nuevas tecnologías que permiten a las empresas dar un paso importante en la mejora de la gestión del mantenimiento, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1. Tendencias de herramientas TIC para el mantenimiento 4.0

	TECNOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	CASOS APLICADOS MANTENIMIENTO	CICLO DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO
1	Equipamiento Tradicional Mantenimiento Predictivo	Dispositivos que mediante sensores y transductores generan una medida en relación a un parámetro físico del equipo.	<ul style="list-style-type: none"> Medición de parámetros de corriente eléctrica, voltaje, temperatura. Medición y análisis de vibraciones. Detección de fisuras. Medición de espesores. 	<ul style="list-style-type: none"> Ejecución del trabajo.
2	Internet de las Cosas (IoT)	Se refiere al conjunto de sensores, dispositivos y redes que conectan objetos con sistemas de computación. De esta manera, los objetos pueden generar información sobre sí mismos y el entorno en el que se encuentran.	<ul style="list-style-type: none"> Monitoreo y alarma en tiempo real de máquinas rotatorias. Monitoreo y alarma en tiempo real de reductores mecánicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Ejecución del trabajo. Seguimiento y control del trabajo. Análisis del desempeño del activo.
3	Nube (Cloud Computing)	Conjunto de tecnologías que permiten el acceso remoto a software, sistemas de almacenamiento de archivos y a procesamiento de datos por medio de una conexión, generalmente a internet, aunque también puede tratarse de servicios internos de empresas.	<ul style="list-style-type: none"> Sistema de gestión de Mantenimiento Smartenance de la empresa FESTO basado en la nube y no es específico de ningún fabricante. Sistema Siemens Industrial Edge ofrece a los usuarios la posibilidad de ejecutar una gama de aplicaciones analíticas descriptivas, de diagnóstico, predictivas y prescriptivas. 	<ul style="list-style-type: none"> Identificación del trabajo. Planificación del trabajo. Programación del trabajo. Ejecución del trabajo. Seguimiento y control del trabajo. Análisis del desempeño del activo.
4	Simulación	Se relaciona con replicar comportamiento de equipos y dispositivos bajo ciertos escenarios. Con ayuda de una computadora, los profesionales pueden realizar diferentes análisis, tales como análisis estáticos, dinámicos, de fluidos, térmicos, electromagnéticos y acústicos entre otros.	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de vibraciones en Harnero minero mediante programas CAD, ANSYS y ROCKY. Simulación de proceso productivo minero para disminuir detenciones imprevistas. 	<ul style="list-style-type: none"> Identificación del trabajo. Análisis del desempeño del activo.
5	Big data	Se refiere a la capacidad de procesar bases de datos muy extensas, a fin de encontrar patrones entre los datos, como correlaciones o relaciones de causalidad de potenciales fallas.	<ul style="list-style-type: none"> Smart Mining Coach de la empresa chilena INDIMIN permite análisis y mejora de desempeño operacional flota de camiones mineros. Compañía de energía CEPESA de España se apoya en la big data para el Mantenimiento Predictivo de sus instalaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> Identificación del trabajo. Análisis del desempeño del activo.
6	Inteligencia artificial	Machine Learning es una aplicación de inteligencia artificial que, mediante determinados algoritmos, permite que un ordenador aprenda rutinas sin estar necesariamente preprogramadas. A medida que los algoritmos son aplicados en el análisis de información, van "aprendiendo" y cambiando su comportamiento.	<ul style="list-style-type: none"> Detección autónoma de fallas de bombas de inyección de agua mediante aprendizaje profundo. Estimativa automática de la temperatura en imágenes térmicas en base a Transfer Learning. 	<ul style="list-style-type: none"> Identificación del trabajo. Análisis del desempeño del activo

7	Robots / Cobots	Los robots colaborativos (cobots) pueden trabajar junto a los humanos para realizar tareas específicas. Están equipados con funciones de seguridad que les permiten detenerse o ralentizar su velocidad cuando hay un humano cerca, lo que reduce el riesgo de colisión o peligro para la seguridad.	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema modular IPEK Rower para inspección visual de conducciones en redes de saneamiento. • RoboGasInspector, para la localización remotas de fugas de gas en instalaciones técnicas. • Uso de robot acuático ROV para inspección cavernas de agua central hidroeléctrica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecución del trabajo. • Seguimiento y control del trabajo. • Análisis del desempeño del activo.
8	Drones	Si bien no es una tecnología específica de la Industria 4.0, bajo el concepto de Mantenimiento 4.0, el uso de equipos aéreos no tripulados es una tecnología madura que se ha ido incorporado de forma habitual en el apoyo de las actividades de inspección de ductos, torres de transmisión eléctrica o edificios.	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección de torres aerogeneradores en centrales de generación eléctrica eólicas por empresa Iberdrola, España. • Inspección torres de transmisión compañía eléctrica CGE, Chile. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecución del trabajo. • Seguimiento y Control del trabajo. • Análisis del desempeño del activo.
9	Gemelos Digitales	Representación digital de un sistema físico siguiendo la máxima fidelidad posible. Puede ser utilizado con varios propósitos, aprovechando la sincronización en tiempo real de los datos recolectados originados en el sistema físico. De esta manera, el gemelo digital puede tomar decisiones sobre un conjunto de acciones, con el objetivo de estructurar y asegurar el funcionamiento del conjunto del sistema de una forma óptima.	Empresa ACCIONA aplica Integración BIM + Simulación de Planta Desaladora para analizar puesta en marcha y capacitación de Operadores de Planta.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación del trabajo. • Planificación del trabajo.
10	Realidad Virtual (RV)	Refiere a un entorno generado mediante tecnología informática, que crea en el usuario la sensación de estar inmerso en él. Dicho entorno es contemplado por el usuario a través de un dispositivo conocido como gafas o casco de realidad virtual.	<ul style="list-style-type: none"> • Instituto AIEP – Simulador Virtual usado en la carrera técnico Mantenimiento mecánico. • Entrenamiento y capacitación mediante simulación virtual de lugares de trabajo y máquinas a mantener. 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrenamiento y Capacitación.
11	Realidad Aumentada (RA)	Convierte el entorno en una interfaz digital, colocando objetos virtuales en el mundo real y a tiempo real. Un plus de información virtual que mejora la experiencia con el objeto físico. Interactuamos con el entorno y recibimos estímulos que crean una realidad más rica y permite ir un paso más allá.	<ul style="list-style-type: none"> • Emerson es una aplicación en celular para desplegar información de equipos en planta Plantweb Optics. • Uso de RA para procedimiento de bloqueo de seguridad LOTO en Chile. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecución del trabajo
12	Centros Integrados de Operaciones	Busca monitorear en tiempo real desde un solo sitio los activos de la planta, tanto en los aspectos Operacionales como de Mantenimiento para una toma eficiente de decisiones. Los análisis se hacen en conjunto entre personal de Operaciones y Mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Metso Performance Center brinda análisis predictivo desde sus oficinas en Santiago de Chile a equipos críticos de planta. • Proyecto "Control por Señalización Virtual -CSV", para el monitoreo y control en tiempo real de flota de trenes de EFE, Chile. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecución del trabajo. • Seguimiento y Control del trabajo. • Análisis del desempeño del activo.

Fuente: (Centro de Desarrollo Humano de Fundación Chile, 2021)

3.2.3. Nuevas tecnologías para el Mantenimiento 4.0

Los avances tecnológicos han permitido generar nuevas herramientas, con el fin de mejorar la gestión del mantenimiento presentando: herramientas, software, dispositivos, entre otros, entre ellas se destaca una herramienta que ha venido tomando un gran auge para el sector industrial, es la realidad mixta que consiste en crear una tecnología que sea una composición de la VR (realidad virtual) y la AR (realidad aumentada), donde la realidad virtual envuelve la creación de una realidad alternativa a la que se ingresa por medio de un dispositivo que aísla al usuario de su ámbito físico, mientras, la realidad aumentada supone la visualización, a través de una pantalla de objetos u otras capas de información al entorno físico en que vivimos.

Entonces el concepto de realidad mixta consiste en llevar el entorno real al mundo virtual. La iniciativa es generar un modelo 3D de la realidad sobre él y superponer información virtual. De esta manera, se podrán unir ambas realidades de lleno en un entorno real, con el valor agregado de poder interactuar con los elementos virtuales.” (EDITECA, s.f.)

En esta sección se hablara sobre los conceptos básicos a tener en cuenta sobre la realidad aumentada, realidad virtual y realidad mixta, así como el impacto de estas tecnologías han tenido en muchos sectores de la industria.

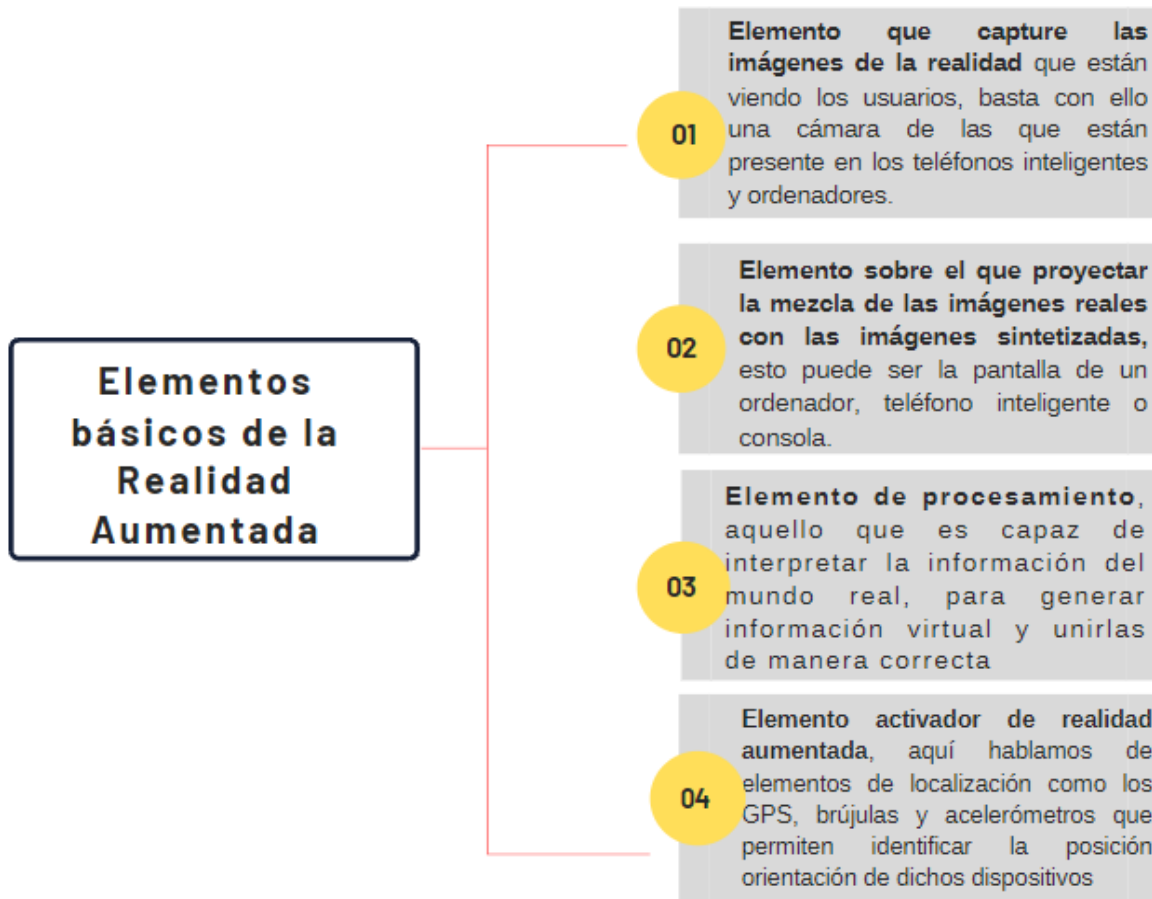
3.2.3.1 Realidad Aumentada

La expresión realidad aumentada (RA) se usa para definir la tecnología que nos permite superponer capas de información al mundo real en tiempo real; Ya sea con imágenes, marcadores e información generada virtualmente, lo cual enriquece nuestra percepción de la realidad.

Se crea de esta manera un entorno donde coexisten los objetos virtuales con la realidad misma, ofreciendo así una experiencia tal que incluso un usuario puede llegar a percibir los objetos virtuales parte de su realidad cotidiana. (Arribasplata Huaman)

Para dar un concepto más claro sobre la realidad aumentada, se puede definir como un servicio compuesto por 4 elementos básicos:

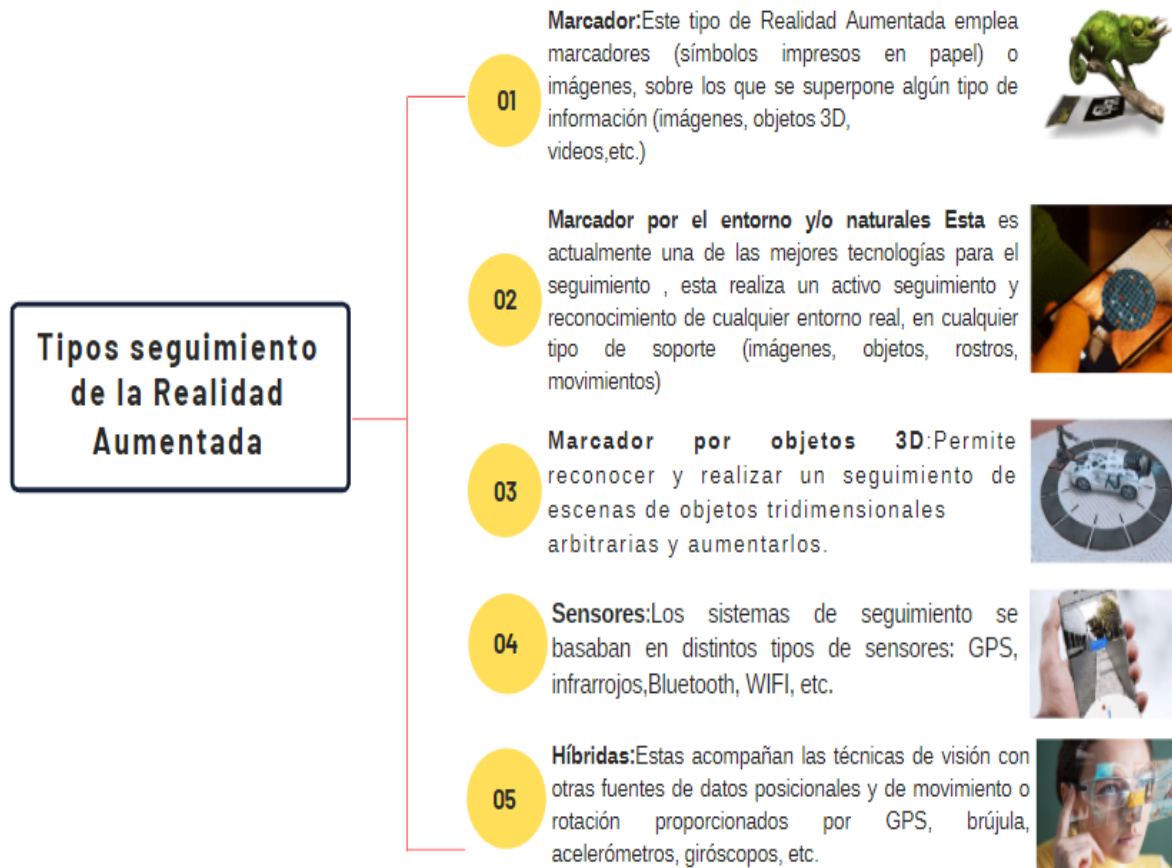
Ilustración 6. Elementos básicos de la Realidad Aumentada



Fuente: Autor

En la realidad aumentada, se pueden distinguir cinco tipos de seguimiento o niveles en este momento: Este es uno de los ámbitos en los que se ha avanzado más en los últimos años, gracias a la proliferación de dispositivos con sensores y la mejora continua de la calidad del video y de la cámara de los dispositivos. Esta clasificación se puede entender como una posible forma de medir dichas aplicaciones por el elemento que activa la experiencia en RA de la aplicación:

Ilustración 7. Tipos seguimiento de la Realidad Aumentada



Fuente: Autor

Como se mencionó anteriormente, para superponer los elementos en los que se basa la realidad aumentada se necesita un dispositivo que permita utilizar la tecnología. Estos son los diferentes tipos de dispositivos del mercado que pueden utilizar esta tecnología:

Ilustración 8. Dispositivos para Realidad Aumentada



Fuente: Autor

3.2.3.2 Realidad Virtual

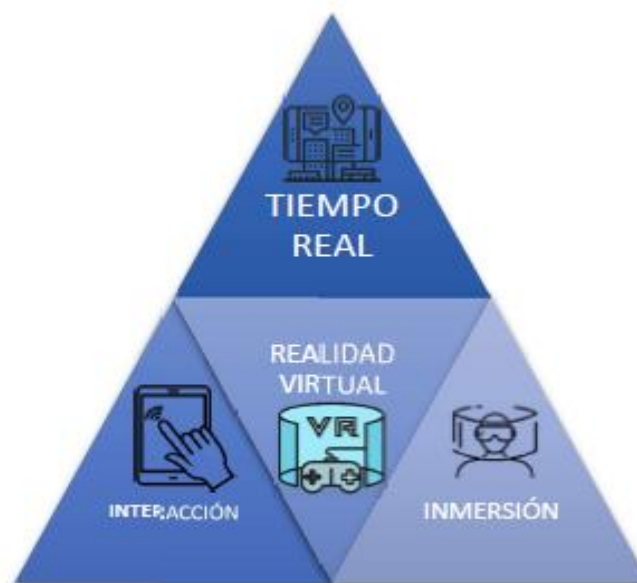
“El objetivo de la realidad virtual es una inmersión verdadera o total: la sensación de estar en otro lugar sin estar físicamente allí, en tanto que nos permite recrear virtualmente cualquier tipo de espacio en tres dimensiones y situarlo en cualquier época, incluso en el futuro, con un grado de realismo completamente creíble.” (Henning, 2017)

La realidad virtual en sí misma puede considerarse como una forma de comunicación, en el futuro, se permitirá que todo el cuerpo participe en el mismo espacio.

Son tres características primordiales que definen la RV frente a las animaciones 3D tradicionales son:

- **Posibilidad de tiempo real en el punto de vista:** permite elegir la dirección hacia dónde moverse en el interior del escenario o hacia dónde dirigir la mirada.
- **Inmersión completa por el interior del mismo:** lo que supone perder contacto con la realidad exterior, es decir, sustitución de la percepción sensorial del mundo real por una estimulación equivalente al proveniente del mundo virtual.
- **Interacción con los elementos que lo conforman:** que permite interactuar con el mundo virtual a través de diversos dispositivos de entrada, como: joysticks, guantes de datos, etc.

Ilustración 9.Componentes principales de la realidad virtual



Fuente: (Henning, 2017)

3.2.3.3 Realidad Mixta

La realidad mixta es el resultado de mezclar el mundo físico con el mundo digital, es decir, es una mezcla entre la realidad virtual y la realidad aumentada. Para entender a profundidad el concepto de realidad mixta se presentará en la siguiente ilustración más detalladamente:

Ilustración 10. Realidad Mixta



Fuente: (Henning, 2017)

El conjunto de la realidad virtual y la realidad aumentada da lugar a la realidad mixta, abarca un vasto rango, moviéndose desde un extremo, en el cual hay solamente objetos reales hasta el otro, donde se ubican únicamente elementos digitales. La realidad mixta admite aportar una gran cantidad de objetos virtuales como reales, el rango presentando anteriormente en la ilustración se le conoce como el continuo de virtualidad.

Por lo tanto, las diferencias entre ellas son que: la realidad virtual proporciona una interacción de elementos virtuales en entorno virtual; la realidad aumentada permite la interacción de elementos virtuales con el entorno real y la realidad mixta proporciona una interacción de elementos tanto reales como virtuales con un entorno que puede ser también virtual o real.

Para el desarrollo de ambas, realidad aumentada y mixta, es necesario un análisis del entorno en el que se encuentra ubicado. Para esto los equipos manejados deberán disponer de cámaras que vayan detectando tanto los límites del espacio, como los diversos objetos que se encuentra en él (Martin Garcia, 2019).

3.2.3.3.1 Aplicaciones de la realidad mixta

La diversidad de aplicaciones de realidad virtual, aumentada y mixta son cada vez más numerosos en diferentes sectores, abarcan todo tipo de entornos, desde sociales hasta profesionales donde los principales desarrolladores se están concentrado en una gran variedad de sectores industriales, donde podemos encontrar:

1. Diseño de nuevos productos

- 1.1. **Generar prototipos:** a través de la realidad mixta, los ingenieros tienen la posibilidad de hacer prototipos virtuales de manera eficaz y económica para llevar a cabo los cambios y pruebas necesarios antes de crear la edición física.
- 1.2. **Diseño de instalaciones industriales:** facilita ver el espacio con sus dimensiones reales y elementos que la conforman.

2. Productividad de los expertos

- 2.1. **Acceso a información:** los operarios tienen la posibilidad de averiguar pautas y manuales, se tienen la posibilidad de ver de manera virtual, dando permiso tener independencia en las manos y continuar con otra operación de manera conjunta.
- 2.2. **Aprendizaje más simple y accesible:** la preparación de ámbitos virtuales donde ver e interactuar con las máquinas reales posibilita a los técnicos un estudio verdaderamente efectivo de todos los sistemas.
- 2.3. **Ajuste de las condiciones de trabajo:** se pueden monitorizar los movimientos y los procedimientos de los empleados para cambiar los escenarios de trabajo.

3. Mantenimiento ágil y efectivo

- 3.1. **Observación en tiempo real:** facilita detectar la incidencia y sugerir resoluciones al operario para arreglar el fallo.
- 3.2. **Pronóstico de averías:** situar el ingreso a datos primordiales sobre el funcionamiento del equipo, permite detectar posibles fallos antes de que se ocasionen (Prowareblog, 2019).

3.2.3.3.2 Gafas y dispositivos de realidad mixta

En la actualidad, se pueden mencionar 3 empresas que están apostando fuerte por la realidad mixta: Microsoft, Magic Leap y MetaVision.

Microsoft lleva mucho tiempo trabajando tanto en el ámbito del hardware como en el del software necesario para poder aprovecharse del uso de la MR en el día a día. Su proyecto de gafas HoloLens 2 y Windows Mixed Reality y sus plataformas de Dynamics 365 son antecedentes del gran avances que han realizado.

Otro importante agente en la MR es Magic Leap. Cuentan con un avance tecnológico que proporcionara una mejor sensación de fusión entre los mundos

físico y virtual: la tecnología de campo de luz. Este avance permite proyectar una imagen 3D íntegra de forma que la retina el enfoque de la misma manera que un objeto real consiguiendo un mayor realismo.

Por último, MetaVision está apostando por llevar la realidad mixta al usuario final a través de la comercialización de un dispositivo más económico (Merino).

Ilustración 11. Gafas y dispositivos de realidad mixta



Fuente: Autor

A continuación, en la siguiente tabla se mostrará algunas especificaciones técnicas de las gafas mencionadas anteriormente.

Tabla 2. Especificaciones técnicas de algunas gafas de realidad mixta

	HoloLens 2	Meta 2	Magic Leap One	DAQRI Smart Glasses	ODG R9
Óptica	Lentes holográficas transparentes (guías de onda) 2x HD 16:9 motores Ligeros 2k, Calibración automática de la distancia pupilar	Campo de visión de 90°, Resolución 2.5K, 60 FPS	FOV a 40°, resolución de 1280 x 960 por ojo	Pantallas ópticas LCoS duales, FOV a 44° Diagonal, Resolución: 1360 X 768, 90 FPS	Dual 1080p Estereoscópica See-Thru, Muestra hasta 60 FPS, Campo de visio ´n de 50°
Batería	2-3 horas de duración de la batería de uso activo, 2 semanas en espera, refrigeración pasiva	Cable de 9 pies (2,7 m) para video, datos y energía	Batería recargable de iones de litio incorporada. Hasta 3 horas de uso continuo.	Batería integrada en la batería de iones de litio recargable de 5800 mAh	Baterías de polímero de litio de 1400mAh (2 x 700mAh)
Conectividad	Wi-Fi 5.0, Bluetooth 5.0 LE, Micro-USB C		Bluetooth 4.2, Wi-Fi 802.11ac/b/g/n, USB-C	WiFi 802.11 A / B / G / N / AC 2.4 / 5 GHz, Bluetooth	Bluetooth 5.0, WiFi 802.11ac
Sensores	Unidad de medición inercial de sensores, 4x cámaras de comprensión del entorno, captura de realidad mixta, micrófonos 4x, sensor de luz ambiental	Interacción de manos y sensores de seguimiento posicional	6DoF (posición y orientación), Dispositivo háptico LRA, Registro visual, sensor de profundidad	Sensor de profundidad	Unidad de medida inercial múltiple integrada, acelerómetro, giroscopio, magnetometro, sensor de altitud, sensor de humedad, sensor de luz ambiental
Cámara	Cámara de fotos de 8 MP, video 1080 HD	Cámara RGB frontal de 720p		Cámara a color RGB 1080p HD Cámara, 30 FPS	Cámara de enfoque automático de 13 megapíxeles, (1080p a 120 FPS, 4K a 60 FPS)

Audio	5 altavoces externos, conector de audio de 3.5 mm	4 altavoces de sonido envolvente, 3 microfófonos	TTS, altavoces y conector de 3.5 mm con procesamiento espacial	2 microfófonos con ruido activo	Dos microfófonos digitales (entorno y usuario)
Procesador	Qualcomm Snapdragon 850 unidad de procesamiento holográfico		NVIDIA Parker SOC; 2 núcleos Denver 2.0 de 64 bits + 4 núcleos ARM Cortex A57 de 64 bits	6ta generación Intel Core m7 (Hasta 3.10 GHz)	Qualcomm Snapdragon 835, Procesador de 8 núcleos a 2,45 GHz
RAM	4 GB		8 GB		6GB Pop LP-DDR-4 RAM
Espacio	64GB		128GB	SSD de 64GB	128GB
Peso	566g	500g	345g	335g	181g
OS	Windows Store Sistema operativo holográfico de Windows Cortana Visor 3D Asistencia remota Dynamics 365 Guías de Dynamics 365		Lumin OS	Daqri Visual OS	ReticleOS
Precio	\$3,000 USD	\$1,495 USD	\$2,295 USD	\$4,995 USD	\$2,199 USD

Fuente: (Merino)

4. DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

El desarrollo de este proyecto y de la practica consta de cinco (5) fases, dentro de cada una de ellas se encuentra una serie de actividades para el cumplimiento de los objetivos propuestos, a continuación, se hace una explicación de cada una de ellas:

4.1. Fase 1: Documentación

4.1.1. Actividad 1: Recopilación de información

En esta fase y actividad se consultó las nuevas metodologías, características de mantenimiento para la nueva industria 4.0, describiendo las nuevas tendencias de mantenimiento y ciclo de gestión de mantenimiento que actualmente se están implementando en la industria.

Así mismo se consultaron las herramientas TIC que actualmente se están usando y experimentando en la industria, con los dispositivos y plataformas que se han venido desarrollando en estas nuevas tecnologías.

Como también se realizaron la solicitud de acceso a la información correspondiente al equipo asignado que se encuentra en el laboratorio de DRX, que tiene como nombre Analizador de tamaño de partículas marca Microtrac modelo S3500 al líder del área, la cual se encontraba en unos discos duros en las oficinas ubicadas en el edificio de Mantenimiento (primer piso) del Centro de Innovación y Tecnología (ICP). Esta información al ser de carácter confidencial tuvo manejo para uso académico.

En la documentación obtenida se revisaron los paquetes tecnológicos pertenecientes al Microtrac modelo S3500 del edificio de mantenimiento del Centro de Innovación y Tecnología (ICP), donde se encontró manual de cuidado básico, manual de usuario del equipo de la casa matriz y Standar JOB.

4.2. Fase 2: Aplicación de la información

4.2.1. Actividad 2.1: Reconocimiento de la información

Como se mencionó en la fase anterior, se investigó, documento de fuentes biobibliográficas para tener conocimiento e información sobre el mantenimiento remoto, así mismo se tuvieron en cuenta los documentos suministrados por el ICP para reconocer y entender el funcionamiento del equipo como sus características técnicas y operacionales.

4.2.2. Actividad 2.2: Antecedentes Prácticos

Los documentos presentados a continuación son estudios relacionados a las nuevas tendencias de metodologías para el mantenimiento y herramientas TIC, a partir de una revisión de fuentes bibliográficas sobre el desarrollo e innovación tecnológica aplicada a los procesos de Mantenimiento, se elaboró un estado de avance, arte y aplicación de tecnologías que están contribuyendo a mejorar la Gestión del Mantenimiento bajo el concepto de Mantenimiento 4.0 o mantenimiento remoto:

Tabla 3. Antecedentes Prácticos

NOMBRE DE LOS AUTORES	TITULO DEL DOCUMENTO	NOMBRE DE LA REVISTA O RESPONSABLE DE LA EDICIÓN	LUGAR Y FECHA DE PUBLICACION	OBJETIVOS DEL TRABAJO	MÉTODOS EMPLEADOS	APORTES IDENTIFICADOS, A SU PROYECTO DE INVESTIGACION
Rogelio Gracia Otálvaro	Aplicación de la realidad aumentada Para el mantenimiento de equipos Industriales	Universidad Pontificia Comillas	Madrid, España- Julio 2020	El objetivo del proyecto es el de crear una herramienta en forma de aplicación de realidad aumentada que sea adaptable y ajustable a la mayoría de entornos industriales o fábricas, que dote al usuario de un apoyo real y útil sobre el que valerse para hacerse un uso correcto y de cuidado de las máquinas de trabajo. Para lograrlo, se marcarán ciertas fases del proyecto que de su correcta consecución deberán de llevar a un buen resultado final del proyecto.	La herramienta base del proyecto es Unity junto con Vuforia que son netamente compatibles donde permitirá llevar la inteligencia artificial que indentifica las imágenes de modelos 2D o 3D del elemento que se pretende reconocer, para así generar un aplicativo generico que se permita usar en dispositivos como PC, MAC, Linux, Android o iOS que tengan una cámara para poder tomar imagen del objeto deseado.	Este aplicativo cuenta con una amplia compatibilidad, permitira crear una base de datos del equipo en imágenes 2D y 3D de forma interactiva y didáctica para la realización del mantenimiento del equipo, así como también se podría implementar y usar en diferentes dispositivos de gafas de realidad mixta siendo el uso mucho más practico.
Antonio Javier Martín García	Aplicación de realidad mixta para la asistencia en tareas de ensamblaje	Universidad Politécnica de Madrid	Madrid, España- Junio 2019	El Objetivo de este proyecto es la implementación de la realidad mixta para asistir de forma guiada a un montaje de un brazo robótico, construyendo así un puente que relacione la industria 4.0 con el ámbito de la enseñanza y el aprendizaje.	<ol style="list-style-type: none"> 1.El escenario se ha desarrollado en la plataforma de desarrollo 3D Unity. 2.Por medio de Vuforia se hace la detección y el seguimiento de herramientas reales con el fin de que los operadores puedan usar objetos reales para interactuar con los virtuales. 3.Se visualiza por medio de las gafas de realidad mixta HoloLens de Microsoft, superponiendo a los elementos del entorno real. 4.Software de dibujo 3D Y ensamblaje para la guía interactiva. 	<ol style="list-style-type: none"> 1.La compatibilidad de las gafas de realidad mixta HoloLens 1 de Microsoft con los diferentes softwares de creación de aplicativos es muy amplio. 2.Se puede evidenciar que la implementación de esta clase de mantenimiento dio buenos resultados en la parte operativa de los procesos. 3.Actualmente en el mercado están las HoloLens 2 , con una gran diversidad de aplicaciones y plataformas incluidas por Microsoft que permiten desarrollar mejor el mantenimiento remoto.
Cynthia Karely García Escobedo	Aplicación de la realidad aumentada al mantenimiento de maquinaria industrial de cinco ejes: una integración tecnológica	Universidad de Montemorelos	Nuevo León, México-Abril 2015	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción a nuevas tecnologías para su uso en investigaciones y proyectos posteriores en la Universidad de Montemorelos. 2. Desarrollo de una herramienta innovadora en el campo de la ingeniería de 3.manufactura avanzada, para la reparación, mantenimiento y entrenamiento en sistemas electromecánicos de alta complejidad como lo son las máquinas Walter. 3. Proporcionar apoyo visual en el entrenamiento de personal técnico por medio del uso de la tecnología que se desarrollará. 4. Prueba de la herramienta y su compatibilidad con dispositivos móviles que se encuentran en el mercado. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. La elección de la librería de realidad aumentada. Esta elección se fundamentó en la metodología implementada por Serrano Mamolar 2. La selección del software para el modelado de objetos 3D y el motor gráfico para el control de las entradas (Vuforia y Metaio). 3. La selección de sistemas operativos para los que se desarrolló la aplicación en una Tablet Samsung Galaxy T800. 4. Se eligió MVC como la arquitectura de la aplicación debido a que ofrece mayores beneficios que otras arquitecturas. 5. Modelado de objetos 3D se hizo a través de Maya y Blender 6. La implementación de la base de datos Sqlite por ser una BD embebida para dispositivos móviles. 7. La herramienta para escenario grafico fue Unity 	<ol style="list-style-type: none"> 1.Con la utilización del motor grafico escogido y la herramienta de escenario grafico se puede implementar en diferentes gafas de realidad mixta. 2.La utilización de códigos QR son un método mas sencillo de acceder al modelo de cada equipo o elemento, donde estará almacenado en la nube cuando se requiera.
Carlos Álvarez Verretera	Uso de la realidad virtual para el entrenamiento del Personal de operación y mantenimiento: aplicación a La minifábrica ICAI	Universidad Pontificia Comillas	Madrid, España- Junio 2018	El objetivo de este proyecto es que la solución de software desarrollada sea capaz de emplear la tecnología de realidad virtual para el entrenamiento de operarios de plantas industriales, además de la programación de un manipulador robótico.	<ol style="list-style-type: none"> 1.Simulación de la planta en un entorno de realidad virtual, por medio del motor gráfico Unity 5. 2.El funcionamiento y el control de la planta se realizo por un PLC virtual y por RobotStudio. 3.La importación de los modelos 3D del robot ABB IRB 120 la proporciona la empresa. 4.Modelo 2D de la mini fábrica se hizo por medio del software AutoCAD, para su planos en 3D se utilizo el software de modelado 3DS Max 5.Programación y cálculos matemáticos para el adecuado funcionamiento en el aplicativo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1.El uso de software de modelado 3D y 2D permite ver una perspectiva mas amplia del elemento o de la planta, detallando a fondo todos sus componentes de una forma mas didáctica para la realización de un mantenimiento de forma más explicativa. 2.El uso de esta aplicación se podría implementar en gafas de realidad mixta HoloLens 2, ya que permite tener compatibilidad con muchos softwares que están en el mercado.

F-DC-128

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO
EN MODALIDAD DE PRÁCTICA

VERSIÓN: 1.0

NOMBRE DE LOS AUTORES	TÍTULO DEL DOCUMENTO	NOMBRE DE LA REVISTA O RESPONSABLE DE LA EDICIÓN	LUGAR Y FECHA DE PUBLICACION	OBJETIVOS DEL TRABAJO	MÉTODOS EMPLEADOS	APORTES IDENTIFICADOS, A SU PROYECTO DE INVESTIGACION
Oscar de Coss Henning	Realidad aumentada aplicada a la construcción	Universitat Politècnica de Catalunya	Barcelona, España-Mayo de 2017	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estudiar y explorar las posibilidades de la realidad aumentada en el sector de la construcción. Concretamente en cómo puede ayudar a mejorar en temas de repaso de obras y supervisión en obra. 2. Crear una aplicación que nos dé la capacidad de interactuar con elementos virtuales en el mundo real, mientras nos proporciona un conocimiento preciso de la tecnología y sus posibilidades. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Una herramienta de BIM para el modelamiento de las construcciones específicamente se usó Revit 2. Motor gráfico virtual Unity 3. El SDK Vuforia que permite construir aplicaciones basadas en la realidad aumentada 4. La implementación del aplicativo se usó en Tableta y en HoloLens 	<ol style="list-style-type: none"> 1. El uso de la HoloLens es muy amplio y sobre todo nos permite integrar aplicaciones en diferentes sectores industriales pero la versión HoloLens 1 tiene muchas limitaciones como el rango visual que se observan en los objetos 3D y la profundidad de ver el modelo presenta problemas por el tipo de cámara en esa versión.
Microsoft	Inteligencia de realidad mixta	Microsoft e Hypothesis	Estados Unidos- Noviembre 2020	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprender el panorama actual de la realidad mixta, incluida la adopción, los desafíos y los resultados 2. Explore los proyectos actuales de Realidad Mixta, incluyendo cómo es la Realidad Mixta ser utilizado dentro de industrias clave e historias de clientes 3. Cuantificar las expectativas de decisión del REY creadores y demostrar cómo El ROI se realiza a través de historias de clientes 4. Descubre las formas en que la Realidad Mixta puede evolucionar en el futuro 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Airbus construyó 10.000 aviones en sus primeros 40 años y tiene como objetivo construir 20.000 más en los próximos 20. Para ello, la empresa necesita desplegar herramientas y tecnologías de vanguardia para acelerar la producción y encontrar nuevas formas de trabajar. Airbus utiliza Microsoft Azure Mixed Reality y servicios como Azure Spatial Anchors y Azure Remote Rendering con HoloLens 2 para acelerar el diseño y la fabricación de aeronaves 	<ol style="list-style-type: none"> 1. El uso de las HoloLens 2 tiene resultados significativos en montaje, aumentar la velocidad de producción al mismo tiempo priorizando la calidad y la seguridad, a su vez en asistencia del mantenimiento en guías y tareas que requieran.
Microsoft	Inteligencia de realidad mixta	Microsoft e Hypothesis	Estados Unidos- Noviembre 2020	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprender el panorama actual de la realidad mixta, incluida la adopción, los desafíos y los resultados 2. Explore los proyectos actuales de Realidad Mixta, incluyendo cómo es la Realidad Mixta ser utilizado dentro de industrias clave e historias de clientes 3. Cuantificar las expectativas de decisión del REY creadores y demostrar cómo El ROI se realiza a través de historias de clientes 4. Descubre las formas en que la Realidad Mixta puede evolucionar en el futuro 	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'Oréal está aprovechando Dynamics 365 Remote Assist a través de HoloLens 2 para conectar a expertos remotos con técnicos de campo desde varias ubicaciones. Cuando una pieza se descompone en una máquina, se debe instalar un nuevo equipo o se debe realizar una auditoría. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. La capacidad de la Asistencia Remota para transmitir conocimientos a través del espacio y el tiempo con la misma precisión que la asistencia remota ha demostrado ser un activo increíble. Además, la Asistencia Remota tiene beneficios que se extienden más allá del ahorro de tiempo y la conveniencia. Menos viajes significa menos fatiga de los empleados y menores emisiones de CO2, y la comunicación entre sitios se puede optimizar para compartir las mejores prácticas más fácilmente y conectarse con los mejores expertos.
Microsoft	Ferrol innova en el mundo del aire acondicionado y la calefacción con la nube y la Realidad Mixta de Microsoft	Microsoft Prensa	Estados Unidos- Octubre 2020	<p>El objetivo del proyecto MixedReality@Ferrol es una experiencia más atractiva y participativa, permitiendo, entre otras funciones, superponer un elemento holográfico -el equipamiento a instalar-, sobre un espacio físico real para evaluar con total precisión cuál será el resultado final.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. La plataforma cloud Microsoft Azure y a las gafas de realidad mixta HoloLens 2 la multinacional Ferrol ha desarrollado su nueva Mixed Reality Store. 	<p>El uso de HoloLens 2 hace posible también la realización de consultas a personal experto en remoto, optimizando así las actividades de mantenimiento, tanto las más rutinarias como aquellas más complejas y excepcionales.</p>

Fuente: Autor

4.2.3. Actividad 2.3: Diagnosticar la mejor opción de la Herramienta TIC para el manual de mantenimiento remoto

De acuerdo a la búsqueda bibliográfica y a la documentación se encontraron varias herramientas y dispositivos para realizar mantenimiento de manera remota, estas nuevas tendencias de metodologías de mantenimiento tienen como fin de evitar la paralización de un proceso, evitar daños al personal e infraestructura de ella, para así realizar un mantenimiento eficiente que no le produzca gastos innecesarios y con la certeza de que esté disponible cuando sea requerido.

Por medio de la matriz de Holmes, se basó en ella para realizar la priorización y la elección de la herramienta TIC que se va implementar en el mantenimiento remoto del equipo, teniendo en cuenta los siguientes aspectos se realiza la elección:

- La tecnología que actualmente se esta implementando para un mantenimiento remoto
- La herramienta TIC que mejor desarrollo tecnológicos tiene para implementarla en un mantenimiento remoto

Aplicación de la matriz de priorización Holmes para elegir la tecnología

Ilustración 12. Matriz de priorización de Holmes para elegir la tecnología

¿Que tipo de realidad tecnologica permite realizar un mantanimiento remoto a un equipo industrial de manera eficiente y en tiempo real?	Realidad mixta	Realidad aumentada	Realidad virtual	Total	Peso ponderado definido	Orden
Realidad mixta		1	1	2	0.67	Primero
Realidad aumentada	0		1	1	0.33	segundo
Realidad virtual	0	0		0	0	Tercero
TOTAL				3	1	

Criterios de puntuación	
Si es mejor que otro tipo de realidad	1
Si es igual	0.5
Si es peor	0

Fuente: Autor

Aplicación de la matriz de priorización de Holmes para elegir las gafas de realidad Mixta

Esta matriz de priorización se basó en la documentación de la tabal N° 2 teniendo en cuenta sus características técnicas y sus aplicaciones en la industria.

Ilustración 13. Matriz de priorización de Holmes para elegir las gafas de realidad Mixta

¿Cuáles son las gafas de realidad mixta ideales para implementar en un mantenimiento remoto industrial ?	HoloLens 2	Meta 2	DAQRI Smart Glasses	ODG R9	Magic Leap One	Total	Peso ponderado definido	Orden
HoloLens 2	1	0	0	0	0	1	0.1	Primero
Meta 2	0	1	0.5	0.5	1	2	0.2	Segundo
DAQRI Smart	0	0.5	1	0	0.5	1	0.1	Tercero
ODG R9	0	0.5	1	1	0.5	2	0.2	Segundo
Magic Leap One	0	0	0.5	0.5	1	1	0.1	Tercero
TOTAL						10	1	

Criterios de puntuación	
Si es mejor que otro tipo de realidad	1
Si es igual	0.5
Si es peor	0

Fuente: Autor

Microsoft HoloLens 2 es el mejor ejemplo para realizar un mantenimiento remoto por medio de la realidad mixta, es el dispositivo de Realidad Aumentada diseñado para el sector empresarial, permitiendo a todo tipo de empresas incorporar las capacidades y beneficios de las soluciones basadas en realidad aumentada y que pueden enriquecerse mediante capacidades basadas en el cloud y la Inteligencia Artificial, con el fin crear escenarios de soporte remoto para crear una comunicación directa entre el experto y los miembros del personal de campo, permitiendo así conectar varios usuarios al mismo tiempo, y gracias a Microsoft Teams, se pueden realizar videoconferencias para poner al experto al frente del evento, para que pueda indicar cómo solucionar el problema y avería mediante anotaciones gráficas.

No hay duda de que el proyecto HoloLens 2 de Microsoft, consiste en unas gafas espaciales que muestran hologramas en el entorno físico del usuario. Su misión es promover el trabajo de educadores y diseñadores y abrir nuevos horizontes en el mundo de los videojuegos. El dispositivo proyecta la imagen sobre el cristal, adaptándola al entorno y permitiendo que el sujeto interactúe con el resultado. Posteriormente, a través de las aplicaciones, nos daremos cuenta de que estos

dispositivos se están utilizando en la actualidad para solucionar problemas en el sector industrial.

HoloLens 2 no solo actualiza su entorno de trabajo inmediato, sino que también facilita la colaboración entre ubicaciones, perfecta para el trabajo en oficinas (arquitectos, diseñadores, ingenieros) el sector industrial (sobre todo en el ensamblaje de equipo o elementos y la construcción), el sector sanitario y el militar, por medio Dynamics 365 Remote Assist permite compartir datos visuales con manos libres, para que pueda resolver problemas de forma rápida y colectiva para un trabajo en equipo a la distancia. Gracias a su función de asistente remoto, promueven la colaboración entre usuarios a través de videollamadas en tiempo real, pudiendo compartir instantáneamente anotaciones generadas en realidad aumentada con alta resolución. Los colaboradores remotos pueden ayudar a resolver cualquier problema a través de las HoloLens sin necesidad de viajar o desplazarse, también es posible usar esta plataforma en dispositivos Android o iOS (computadores, celulares, tablets).

4.3. Fase 3: Análisis de la plataforma y dispositivo de comunicación

4.3.1. Actividad 3.1: Parte operativa de la Herramienta TIC

Como se mencionó anteriormente, la herramienta TIC que se va implementar va hacer las gafas de realidad mixta HoloLens 2 de Microsoft y su plataforma de Dynamics 365 Asistencia Remota.

4.3.1.1 HoloLens 2

Las gafas HoloLens 2 como se muestra en la siguiente ilustración, son unas gafas de realidad mixta holográficas autónomas ergonómicas y sin ataduras con aplicaciones preparadas para la empresa para aumentar la precisión y la producción del usuario. Este dispositivo HMD de realidad aumentada y mixta permiten tanto la visión del mundo real como el virtual, proyectando a través de su pantalla de alta definición imágenes multidimensionales a color.

Ilustración 14. HoloLens 2



Fuente: (Microsoft, 2020)

4.3.1.1 Especificaciones Técnicas

Tabla 4. Especificaciones Técnicas de las HoloLens 2

HoloLens 2	HoloLens 2
Empresa: Microsoft	Procesador: plataforma informática Qualcomm Snapdragon 850. Unidad de procesamiento holográfico a medida de segunda generación
Visualización: Tiempo real y Realidad mixta	Batería: 2-3 Horas Con carga USB tipo Carga Rápida
Sistema Operativo: Microsoft y las plataformas Dynamics 365 Layout , Dynamics 365 Guides , Microsoft mesh y Dynamics 365 Remote Assist	Seguimiento de manos: Modelo a dos manos totalmente articulado, manipulación directa
Cámara: 8 MP - Still 1080p30 video Seguimiento ocular : 2 cámaras IR Seguimiento de la cabeza: 4 cámaras de luz visible	Peso: 566 g
Memoria : DRAM de sistema LPDDR4x de 4 GB	Comprensión del medio ambiente: seguimiento posicional a escala mundial Mapeo espacial: malla de entorno en tiempo real
Almacenamiento: 64 GB	Captura de realidad mixta: fotos y vídeos de hologramas y entornos físicos mixtos
Conectividad: Wifi	

Fuente: Autor

Para empezar a interactuar con las HoloLens 2 hay que proceder hacer la configuración necesaria que viene como cualquier dispositivo recién adquirido como lo es: definir el país, idioma, inicio de cuenta de Office 365, Conectividad Wifi, términos de licencia, entre otros necesario para empezar a usar el dispositivo. Las gafas cuentan con una serie de aplicaciones ya instaladas para empezar a usar y son las siguientes:

Ilustración 15. Software Preinstalados



Fuente: Autor

4.3.1.1.2 Casos de usos de las HoloLens 2

Tabla 5. Casos de usos de las HoloLens 2

Que puede hacer	Solucion	Descripción
Colabora en tiempo real con empleados remotos	Asistencia remota de Dynamics 365	Utilice videollamadas de heads-up en HoloLens 2 para compartir vistas en tiempo real y recibir orientación instantánea en contexto con colaboradores remotos que usan Remote Assist o Microsoft Teams.
Crear instrucciones de trabajo visuales paso a paso	Guías de Dynamics 365	Los empleados pueden crear y aprender con las instrucciones holográficas interactivas que se muestran en sus dispositivos HoloLens 2.
Desarrollar para HoloLens	Empezar	Aprenda a crear y administrar aplicaciones y soluciones para HoloLens 2, accediendo al poder de los servicios de realidad mixta de Azure.
Colaborar digitalmente en tiempo real a través de la realidad mixta	Microsoft Mesh	Microsoft Mesh permite la presencia y las experiencias compartidas desde cualquier lugar, en cualquier dispositivo, a través de aplicaciones de realidad mixta.
Usar aplicaciones de terceros para HoloLens 2	Microsoft Store	HoloLens admite muchas aplicaciones existentes de Microsoft Store y nuevas aplicaciones creadas específicamente para HoloLens.

Fuente: Autor

4.3.1.1.3 Controles básicos de las HoloLens 2

Se mencionan las entradas básicas permitidas por el dispositivo, como la apariencia y los gestos que implementan para el manejo de las gafas.

Tabla 6. Controles básicos de las HoloLens 2

Tipo de gesto	Descripción Grafica
<p>Mirada: HoloLens tiene sensores que pueden ver algunos pies a cada lado de usted. Cuando use sus manos, deberá mantenerlas dentro de ese marco, o HoloLens no las verá.</p>	
<p>Interacción con los hologramas: Para seleccionar algo usando un rayo de mano, siga estos pasos: Utilice un rayo de mano de la palma de su mano para apuntar al objeto. No es necesario que levante todo el brazo, puede mantener el codo bajo y cómodo. Apunte su dedo índice hacia el techo. Para realizar el gesto de toque de aire, junte los dedos pulgar e índice y luego suéltelos rápidamente.</p>	
<p>Gesto de inicio: El gesto Iniciar abre el menú Inicio. Para realizar el gesto de Inicio, extienda la mano con la palma hacia usted. Verás que aparece un icono de Inicio sobre el interior de tu muñeca.</p>	
<p>Mover, cambiar el tamaño y rotar hologramas: puede mover, cambiar el tamaño y rotar ventanas de aplicaciones y objetos 3D usando sus manos, rayos de mano y comandos de voz.</p>	

Fuente: (Microsoft, 2020)

4.3.1.2 Dynamics Remote Assist

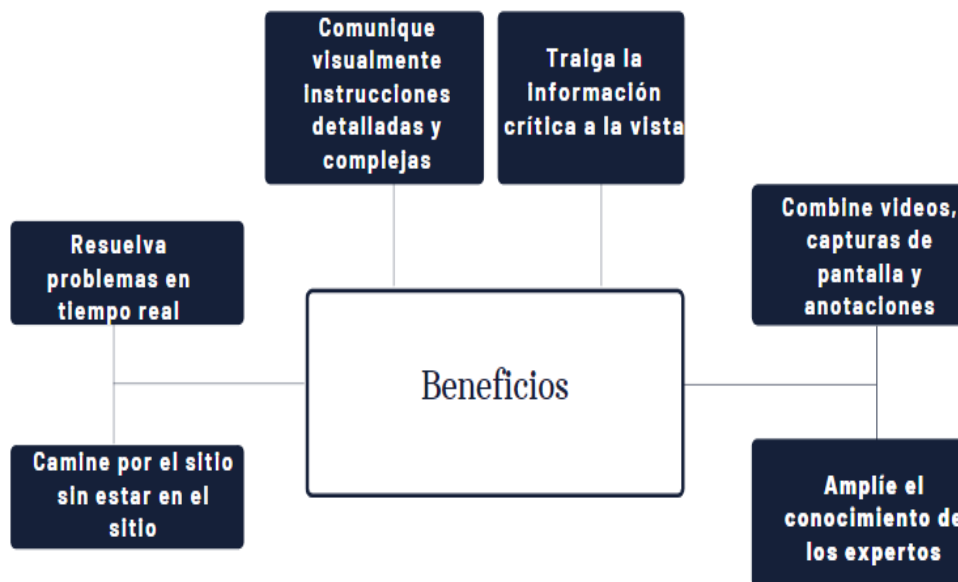
Dynamics 365 Remote Assist es la plataformas en la cual se piensa realizar e interactuar de manera remota para el mantenimiento , esta plataforma proporciona la posibilidad de dar un servicio optimizado al examinar cualquier incidencia sin necesidad de desplazamientos de los técnicos, consultando con expertos conectados a la asistencia en remoto, ofreciendo una asistencia remota colaborativa de calidad, conectando con los equipos en tiempo real, reduciendo costos de desplazamientos en servicios y maximizando la asistencia de soporte técnico online a los clientes.

4.3.1.2.1 Casos de uso

- **Mantenimiento y reparación colaborativos:** capacite a los técnicos para que resuelvan problemas más rápido Mediante el uso de videollamadas, donde los técnicos pueden recibir orientación en contexto de colaboradores remotos.
- **Inspecciones remotas:** permita a los inspectores colaborar con los inspectores remotos para evaluar y documentar la calidad de los activos.
- **Intercambio de conocimientos y capacitación:** documente las reparaciones a través de fotos y videos y compártalas con el resto de su organización.

4.3.1.2.2 Beneficios

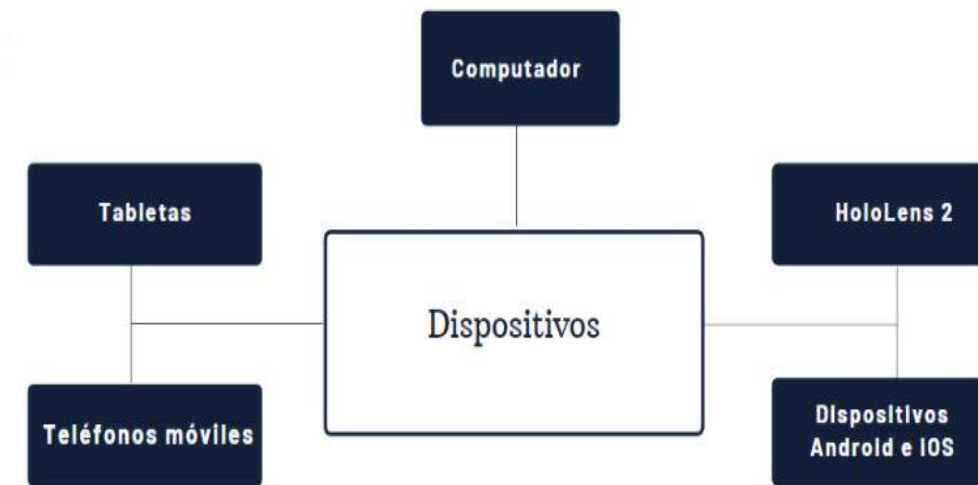
Ilustración 16. Beneficios de Dynamics Remot Assist



Fuente: Autor

4.3.1.2.3 Compatibilidad de Dynamics Remot Assist

Ilustración 17. Dispositivos compatibles



Reservados todos los derechos. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad.

Fuente: Autor

4.4. Fase 4: Documentar el manual e informe final

4.4.1. Actividad 4.1: Inicio de la documentación del manual e informe final

Se toma evidencias (fotos y videos) de las actividades y operación del uso de herramienta TIC.

4.5. Fase 5: Informe final

4.5.1. Entrega del proyecto final y del manual

Con la previa entrega del manual, la investigación documental y el registro de las actividades, se analizó y se organizó dicha información en una plantilla propuesta por Ecopetrol S.A.

5. RESULTADOS

Se entrega un manual operacional de mantenimiento remoto del Analizador de tamaño Partícula Marca Microtrac Modelo S3500, que permitirá a los operarios de mantenimiento apoyarse y guiarse cuando se requiera, implementando las gafas Microsoft HoloLens 2.

Los operarios del laboratorio de DRX y los de mantenimiento tendrán una base sólida de conocimiento acerca de los de los riesgos, insumos, herramientas, descripción del equipo, imágenes del equipo, descripción de la herramienta TIC a usar en el mantenimiento, elementos de protección que se deben usar, procedimientos paso a paso de los mantenimientos preventivos que se le realiza al equipo y una serie sugerencias y condiciones que se deben tener en cuenta para realizar el mantenimiento remoto del equipo

Además de contener la información de procedimientos y procesos realizados en el ICP, el manual contiene información sugerida por el líder de laboratorio de DRX sobre información relevante que debe ir en este manual

Se le entrega al Centro De Innovación Y Tecnología ICP un informe, el manual de mantenimiento remoto del equipo y videos relacionados con la aplicación de las gafas Microsoft HoloLens 2 y Dynamics 365 asistencia remota.

Ilustración 18. Manual de mantenimiento remoto del Analizador de tamaño de partícula marca Microtrac modelo S3500


	Instructivo operacional para mantenimiento remoto del Analizador de tamaño Partícula Marca Microtrac Modelo S3500		
	Tecnología & Innovación Gerencia de Operaciones de Innovación y Tecnología		
	Sigla Proceso-I-XXXX	Elaborado DD/MM/AAAA	Versión: X

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVO	2
2. CONDICIONES GENERALES	2
2.1. Frecuencia de Revisión y de Ciclo de Trabajo.....	2
2.2. Valoración RAM	2
2.3. Peligros, Riesgos y Controles de Seguridad	4
2.3.a Peligros	4
2.3.b Riesgos	5
2.3.c Controles de seguridad	6
2.4. Aspectos, Impactos y Controles Ambientales.....	6
2.5. Referencias	7
2.6. Equipo Personal de Protección.....	7
2.6.a Elementos de protección personal para el área operativa del laboratorio de DRX.....	7
2.6.b Elementos de protección personal para el mantenimiento del analizador de tamaño de partículas Microtrac S3500.....	7
2.7. Recursos Materiales.....	7
2.7.a Insumos y herramientas	7
2.8. Datos de Diseño.....	10
2.8.a Lentes ópticos	10
2.8.b Lente Portacelda	10
Figura 2. Lente Portacelda	10
2.9. Sistemas de Protección	10
2.10. Lazos de Control	11
2.11. Rango de Aplicación	11
2.12. Guías de Control y Ventanas Operativas.....	12
2.12.a Ventanas operativas del Analizador de tamaño de partículas modelo Microtrac S3500.....	12
2.12.b Ventanas operativas de las gafas HoloLens 2 de Microsoft.....	13
2.13. Diagramas y Planos.....	14
2.13.a Componentes y partes del Analizador de tamaño de partícula Microtrac S3500	14
2.13.b Componentes y partes de las Gafas Microsoft HoloLens 2.....	15
2.14. Descripción de Equipos y Sistemas Conectados	15
2.14.a Componentes del Microtrac S3500.....	15
2.14.b Herramienta TIC para el mantenimiento remoto del Microtrac S3500.....	17
2.15. Descripción Básica del Sistema	22
2.16. Requisitos o Precondiciones.....	23
3. DESARROLLO	24
PLAN 1: Agendamiento con el proveedor y conectividad en tiempo real para el mantenimiento	25
PLAN 2: Apagado y desenergización del equipo.....	26
PLAN 3: Realizar limpieza del lente colector	28
PLAN 4: Realizar limpieza de la porta celda de muestra húmeda.	32
PLAN 5: Realizar limpieza de la celda de muestra húmeda.	34
PLAN 6: Realizar limpieza del espejo por vida húmeda.....	37
PLAN 7: Realizar limpieza de las líneas de recirculación del controlador de muestra húmeda.	41
4. CONTINGENCIA	42

Fuente: Autor

Como se mencionó anteriormente, se pudo probar y se logró avanzar en la implementación tanto de la plataforma Dynamics 365 asistencia remota como las gafas Microsoft HoloLens 2, con el objetivo de comprobar y verificar que estas herramientas TIC que se van a implementar en el Centro De Innovación Y Tecnología ICP van funcionar para el mantenimiento remoto de los equipos que se encuentran allí.

Cabe resaltar que las pruebas se hicieron en las Unidades Tecnológicas de Santander, debido a que las gafas Microsoft HoloLens 2 son de la institución y no se pueden usar fuera de las instalaciones de las UTS por normativas ya establecidas.

Por consiguiente, para la realización de los avances se documentó y presento los informes correspondientes, como valor agregado se mostró por video el funcionamiento de estas herramientas TIC implementadas en las UTS. A continuación, se mostrará cómo se implementó Dyamics 365 asistencia remota en un dispositivo móvil (móvil) y en las gafas Microsoft HoloLens 2 para un mantenimiento remoto.

- **Dynamics 365 asistencia remota en el celular**

Durante la investigación se encontró documentación de Dyamics 365 asistencia remota, donde esta plataforma de asistencia remota se puede implementar en varios dispositivos tecnológicos como se mencionó anteriormente.

Esta prueba se hizo en el laboratorio de máquinas eléctricas de las UTS con el acompañamiento de los Ingenieros Jairo Tapias y Andrés Padilla (Docente encargado del convenio) y se implementó por medio del aplicativo móvil de Dynamics 365 asistencia remota que se encuentra y se descarga en la Play Store de todo dispositivo Android. Para implementar este método se usaron un cuerpo o cascaron de gafas de realidad virtual donde se sitúa el celular dentro de ellas, para poder simular unas gafas de realidad mixta, a continuación, se mostrará en las siguientes ilustraciones los procedimientos hecho para realizar dicho mantenimiento.

Ilustración 19. Cascaron de gafas de realidad virtual



Fuente: Autor

Como se observa en la ilustración anterior, la persona que está usando las gafas tiene dentro de ellas un dispositivo móvil Android en este caso un celular, que cuenta con el aplicativo móvil Dynamics 365 asistencia remota, por medio de ese aplicativo Se hace la respectiva video llamada al experto o asesor remoto, donde él le dará las indicaciones para el procedimiento o mantenimiento a realizar. El operario está recibiendo instrucciones desde un computador conectado a la mismo video llamada con Microsoft Teams permitiéndole al experto realizar anotaciones en realidad mixta como se muestra en la siguiente ilustración:

Ilustración 20. Indicaciones del experto remoto



Fuente: Autor

- **Dynamics 365 asistencia remota en las HoloLens 2**

El uso de las gafas Microsoft HoloLens 2 se hizo en las instalaciones de las Unidades Tecnológicas de Santander, para realizar dicha prueba se hizo la configuración de las gafas, que se requiere realizar cuando un dispositivo es usado por primera vez, como lo es: configuración del idioma, región, conectividad al wifi, registro de la cuenta corporativa y la aceptación de los derechos de licencia.

Para realizar la implementación de las gafas, se hizo en el laboratorio de instrumentación con el objetivo de demostrar el uso de este dispositivo en un mantenimiento remoto. En esta prueba se usó la misma plataforma de Dynamics 365 asistencia remota que ya viene instalada en las gafas. Para la realización del mantenimiento remoto, se hizo la respectiva video llamada desde la plataforma de Dynamics 365 asistencia remota, donde el experto o proveedor remoto se conecta desde una computadora recibiendo la llamada por medio de la aplicación de Microsoft Teams, permitiéndole dar instrucciones y anotaciones de realidad mixta al operario que va a realizar el mantenimiento remoto, como se observa en las siguientes ilustraciones:

Ilustración 21. Realización de la llamada al proveedor remoto



Fuente: Autor

Ilustración 22. Interacción con el proveedor remoto



Fuente: Autor

6. ESTRATEGIA DE PROTECCIÓN Y DIVULGACIÓN

La divulgación de este informe y manual presentados es de total confidencialidad, de acuerdo al convenio firmado entre Ecopetrol y las Unidades Tecnológicas de Santander y lo establecido entre el acuerdo y el contrato firmado por lo coinvestigadores. Los documentos se encontrarán en la base de datos del ICP y al igual que el repositorio exclusivo para este tipo de proyectos en las UTS.

7. CONCLUSIONES

Con la elaboración del manual de mantenimiento remoto para el analizador de tamaño de partícula Mircortrac S3500, el personal de mantenimiento tiene este instructivo que le brinda la oportunidad de realizar un mantenimiento seguro y eficiente, para que cuando el equipo se requiera usar, este se encuentre disponible para los operarios del laboratorio de DRX.

Con la ayuda de este manual se podrá comprender y observar las técnicas, procedimientos, insumos, herramientas y peligros relacionados con el mantenimiento remoto de analizador de tamaño de partícula Mircortrac S3500.

Se comprobó que tanto la plataforma Dynamics 365 asistencia remoto como las gafas Microsoft HoloLens 2 son una excelente herramienta TIC para la implementación y realización de un mantenimiento remoto.

Durante el desarrollo de las practicas se mejoró el procedimiento del plan de mantenimiento para entender mejor los mantenimientos preventivos que se le realizan al analizador de tamaño de partícula Mircortrac S3500, con el fin de brindar al operador una información más detallada.

8. RECOMENDACIONES

Debido a la programación ya establecida por parte del área de mantenimiento del ICP, falto hacer la documentación de algunas actividades de mantenimiento del Analizador de tamaño de partícula Microtrac S3500, que consiste en un mantenimiento preventivo general programado del equipo que se realiza cada 6 meses, por ende, se recomienda hacer la respectiva documentación de ese mantenimiento.

El Analizador de partícula marca Microtrac modelo S3500 se puede operar bajo dos modos: vía húmeda y vía seca, en el instructivo de mantenimiento del equipo se documentó el mantenimiento preventivo por vía húmeda, por consiguiente, se recomienda hacer la documentación de sus periféricos y sistemas que operan por modo de vía seca.

Se recomienda que cuando se realice un mantenimiento remoto, el Proveedor o el experto remoto conteste la video llamada desde una computadora o Tablet, para dar las indicaciones, debido a que las anotaciones en realidad mixta desde un celular son más complejas de señalar y anotar por el tamaño del dispositivo.

Para la limpieza de las líneas de recirculación del controlador de muestra húmeda del Microtrac S3500 se documentó el paso a paso que se debe hacer para dicha limpieza, pero para mejor comprensión del operario se recomienda documentar con fotos dichos pasos para tener mejor claridad al realizar esta tarea.

El componente SDC del Microtrac S3500, es un elemento que almacena agua el agua que usa el equipo por ende sufre estancamiento cuando se llena, se recomienda documentar el mantenimiento preventivo para dicho componente.

Las gafas Microsoft HoloLens 2 cuenta con la plataforma Dynamics 365 que a su vez se divide en Dynamics 365 asistencia remota y guías, se recomienda implementar para el mantenimiento la plataforma Dynamics 365 guías, el cual le permitirá crear una guía compuesta por instrucciones paso a paso con imágenes, videos y hologramas en 3D.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez Vereterra, C. (junio de 2018). Uso de la realidad virtual para el entrenamiento del personal de operación y mantenimiento: aplicación a la minifábrica ICAI. *Uso de la realidad virtual para el entrenamiento del personal de operación y mantenimiento: aplicación a la minifábrica ICAI*. Madrid, España: ICAI – Universidad Pontificia Comillas.
- Arribasplata Huaman, G. (s.f.). Realidad Aumentada: Compartir Objetos Virtuales. España: Universidad Politecnica de Catalunya.
- Castresana Sáenz, C. (2016). *INDUSTRIA 4.0*. España: Universidad de La Rioja.
- Centro de Desarrollo Humano de Fundación Chile. (Mayo de 2021). ESTUDIO SOBRE CARACTERÍSTICAS Y EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA. Santiago, Chile.
- Coloma Bravo, D. (Marzo de 2019). APLICACIÓN DE ASISTENCIA BASADA EN REALIDAD AUMENTADA PARA LA INDUSTRIA. *APLICACIÓN DE ASISTENCIA BASADA EN REALIDAD AUMENTADA PARA LA INDUSTRIA*. Valencia, España: Universitat Politècnica de València.
- Ecopetrol. (05 de 2014). *UTS VIRTUAL "Guia-3 Ecopetrol S.A."*. Recuperado el 04 de 08 de 2021, de <https://www.utsvirtual.edu.co/sitio/blogsuts/wp-content/blogs.dir/51/files/2014/05/Guia-3-Ecopetrol-S.A..pdf>
- Ecopetrol S.A. (2021). *Objeto social de Ecopetrol S.A.* Recuperado el 04 de 08 de 2021, de <https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/Home/es/NuestraEmpresa/QuienesSomos/NuestrosObjetivos>
- EDITECA. (s.f.). *EDITECA*. Obtenido de EDITECA: <https://editeca.com/realidad-mixta/>
- García Escobedo, C. K. (04 de 2015). APLICACIÓN DE LA REALIDAD AUMENTADA AL MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA: UNA INTEGRACION TECNOLÓGICA. Recuperado el 10 de 08 de 2021
- Henning, O. (Mayo de 2017). Realidad aumentada aplicada a la construcción. *Realidad aumentada aplicada a la construcción*. Barcelona, España: Universidad Politècnica de Catalunya.
- Martin Garcia, A. J. (Junio de 2019). Aplicación de realidad mixta para la asistencia en tareas de ensamblaje. *Aplicación de realidad mixta para la asistencia en tareas de ensamblaje*. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid.
- Merino, A. (s.f.). Realidad Mixta. Paraguay: Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción.
- Microsoft. (2020). Microsoft HoloLens. *Microsoft HoloLens*. Estados Unidos.
- Prowareblog. (9 de Julio de 2019). *Prowareblog*. Obtenido de <https://blog.prodware.es/beneficios-aplicar-realidad-mixta-a-procesos-fabricacion/#.YRPiv4hKjIU>
- SALISMEY, L. (2 de Octubre de 2020). *ComparaSoftware*. Obtenido de <https://blog.comparasoftware.com/mantenimiento-remoto/>

VALUEKEEP. (s.f.). *¿Qué es el mantenimiento 4.0?* Obtenido de VALUEKEEP:
<https://valuekeep.com/es/recursos/e-books-articulos/mantenimiento-4-0/>
Zuluaga Molina, R. (2011). Modelo para el cuidado básico y rondas estructuradas del equipo eléctrico típico en las áreas de proceso de la gerencia refinería Barrancabermeja Ecopetrol S.A. Bucaramanga, Colombia. Recuperado el 2021 de 08 de 04

10. ANEXOS

Anexo 1: Instructivo operacional para mantenimiento remoto del Analizador de tamaño Partícula Marca Microtrac Modelo S3500. Este documento se encuentra asegurados en el laboratorio de DRX con la profesional Angelica Carreño y en el edificio de Mantenimiento con el Ing. Pablo Enrique Prada Mantilla para iniciar el proceso de montaje a la base de datos del ICP.

Anexo 2: Video de Prueba de la plataforma Dynamics 365 asistencia remota aplicada en un teléfono móvil Android. Este video se encuentra asegurado en el laboratorio de DRX con la profesional Angelica Carreño y en el edificio de Mantenimiento con el Ing. Pablo Enrique Prada Mantilla para iniciar el proceso de montaje a la base de datos del ICP.

Anexo 3: Video de Prueba con las gafas Microsoft HoloLens 2 con la plataforma Dynamics 365 asistencia remota enfocada en un mantenimiento remoto. Este video se encuentra asegurado en el laboratorio de DRX con la profesional Angelica Carreño y en el edificio de Mantenimiento con el Ing. Pablo Enrique Prada Mantilla para iniciar el proceso de montaje a la base de datos del ICP

Anexo 4: Video de Prueba de la plataforma Dynamics 365 asistencia remota aplicada en un teléfono móvil Android para el mantenimiento del Analizador de tamaño Partícula Marca Microtrac Modelo S3500. Este video se encuentra asegurado en el laboratorio de DRX con la profesional Angelica Carreño y en el edificio de Mantenimiento con el Ing. Pablo Enrique Prada Mantilla para iniciar el proceso de montaje a la base de datos del ICP.

Anexo 5: Entregable 1 ACE 02-ANDERSON STEVEN CABALLERO BARBOSA. Este documento se encuentra asegurado en el laboratorio de DRX con la profesional Angelica Carreño y en el edificio de Mantenimiento con el Ing. Pablo Enrique Prada Mantilla para iniciar el proceso de montaje a la base de datos del ICP.

Anexo 6: Entregable 2 ACE 02-ANDERSON STEVEN CABALLERO BARBOSA. Esta presentación se encuentra asegurada en el laboratorio de DRX con la profesional Angelica Carreño y en el edificio de Mantenimiento con el Ing. Pablo Enrique Prada Mantilla para iniciar el proceso de montaje a la base de datos del ICP.