



Universidad del Desarrollo
Facultad de Ingeniería

Implantación de un Sistema de Mantenimiento de Activos en la Industria del Vidrio: Análisis y Percepción del Proceso

JOSE MARIO TAPIA SOTTORFF

PROFESOR GUÍA: HÉCTOR VALDÉS GONZÁLEZ, PhD

PROYECTO DE GRADO PRESENTADO A LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA
UNIVERSIDAD DEL DESARROLLO PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE
MAGÍSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

SANTIAGO – CHILE
2019



Universidad del Desarrollo
Facultad de Ingeniería

Implantación de un Sistema de Mantenimiento de Activos en la Industria del Vidrio: Análisis y Percepción del Proceso

POR: JOSE MARIO TAPIA SOTTORFF

Proyecto de Grado presentado a la Comisión integrada por los profesores:

PROFESOR GUIA: Héctor Valdés González, PhD

PROFESOR INTEGRANTE 1: Mauricio Varas Valdés, PhD.

PROFESOR INTEGRANTE 2: Lorenzo Reyes Bozo, PhD.

PROFESOR INTEGRANTE 3: José Luis Salazar, PhD.

Para completar las exigencias del Grado de Magíster en Ingeniería Industrial y de Sistemas.

octubre, 2019

Santiago, Chile

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Por medio de la presente, declaro que el trabajo titulado: **Implantación de un Sistema de Mantenimiento de Activos en la Industria del Vidrio: Análisis y Percepción del Proceso**, que presento a la Universidad del Desarrollo de Chile, es de mi autoría (o co-autoría) y no ha sido publicado previamente, ni está siendo considerado para publicación bajo otra filiación. En igual sentido, declaro que el trabajo de tesis y su contenido, son originales y que todos los datos y referencias a trabajos ya publicados con anterioridad han sido debidamente identificados, referenciados o citados en el documento, y que estas citas han sido incluidas en las referencias bibliográficas. Afirmo, asimismo, que los materiales presentados no se encuentran protegidos por derechos de autor; y en caso de que así lo estuvieran, me hago responsable de cualquier litigio o reclamo relacionado con la violación de derechos de propiedad intelectual, exonerando de toda responsabilidad a la Universidad del Desarrollo de Chile.

Finalmente, me comprometo a no someter este trabajo (o parte de este), a consideración en ninguna revista o congreso para publicación sin contar con la aprobación y haber pasado el debido proceso de revisión en Universidad del Desarrollo. En caso de que un artículo sea aprobado para su publicación, autorizo a la Universidad del Desarrollo a incluir dicho artículo en sus revistas, y a reproducirlo, editarlo, distribuirlo, exhibirlo y comunicarlo en el país y en el extranjero, por medios impresos, electrónicos, Internet o cualquier otro medio, para propósitos científicos y sin fines de lucro.

JOSÉ MARIO TAPIA SOTTORFF

Firma

*Dedicado a todos los que creyeron y confiaron en
mi. A Solange, a mis hijos María José,
Fernandita y Javier, que fueron mi principal pilar
y quienes nunca dudaron en que llegaría al
final de este gran desafío.
A mis padres Silvia Sottorff y Mario Tapia, quienes
me dieron las herramientas y el amor necesarios
para emprender el rumbo.*

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto no podría haber llegado a su término sin el apoyo que me brindaron muchas personas que fueron pasando durante estos casi dos años, profesores y personal de la Universidad del Desarrollo, especialmente a PhD. Héctor Valdés profesor y director de postgrado y al profesor Gustavo Contesse, así como también a Paulina Garcia coordinadora de postgrado. A mis colegas Ingenieros y compañeros de magíster, especialmente a Alfredo Vega, Eduardo Aprile, Carlos Taucan y Marco Egatz, quienes aportaron desde cada especialidad su punto de vista y experiencia pudiendo enriquecer aún más mis conocimientos.

También deseo agradecer el apoyo de mi empresa, CRISTALERIAS DE CHILE S.A., con quienes pude contar para emprender esta nueva etapa de mi vida y me permitieron desarrollar este trabajo. De la misma forma a todo el personal de la Subgerencia de Mantenimiento quienes supieron entender y apoyarme cuando estaba ausente.

De forma muy especial quiero agradecer el apoyo incondicional de mi familia, amigos y mis queridos y amados hijos María José con quien compartí experiencias, cada uno desde su propia universidad, a Fernandita con su espíritu de superación sin límites quien además me escuchaba atentamente lo aprendido durante mis clases y Javier con su capacidad de hacer sonreír a cualquiera y quienes siempre estuvieron detrás de mí, apoyándome en esas horas que deberían haber sido para disfrutar junto a ellos.

A mis padres, en especial a mi querida y amada madre Silvia Sottorff por su apoyo eterno e incondicional, a mi hermano y amigos, de quienes sólo tuve palabras de apoyo.

A quienes estuvieron ahí, aun cuando sólo fue acompañándome con sus pensamientos, gracias.

Implantación de un Sistema de Mantenimiento de Activos en la Industria del Vidrio: Análisis y Percepción del Proceso

José Mario Tapia Sottorff

Bajo la supervisión del Profesor Héctor Valdés González, PhD, en la Universidad del Desarrollo de Chile

Resumen

El presente trabajo analiza la problemática de implantación existente en muchas empresas, el cual no se enfrenta con la seriedad necesaria por parte del ápice estratégico, pudiendo con este modelo obtener una disminución y control de uno de los principales costos de una compañía. Por consiguiente, el objetivo de esta investigación es analizar las percepciones de la implantación de un sistema de gestión de mantenimiento de activos en una compañía, que mejore su competitividad, baje su tasa de accidentabilidad y disminuya sus costos operativos. Para lograrlo se propone una aproximación cualitativa a las opiniones de directivos, ejecutivos, técnicos y operarios de la empresa, basada en entrevistas semiestructuradas y considerando una muestra por conveniencia, para entender cómo y porqué la empresa debe abordar la gestión de mantenimiento de activos. Los datos muestran que existe la necesidad de centralizar la actividad de mantenimiento a las operaciones, dado que en la actualidad el modelo implantado a nivel compañía se muestra débil en algunas unidades de apoyo, no así en el mantenimiento de periféricos de la planta, el cual se ve fortalecido con la gestión de activos y mantenimiento. Se concluye que la implantación de este proyecto permitirá preparar y adecuar a las personas, disminuyendo la sensación de complejidad, además generar un plan que permita integrar a los diferentes actores, según brechas etarias y abordar la preparación y adecuación de personal que evidencie dominio de las materias.

PALABRAS CLAVE: Mantenimiento predictivo; Sistema Máximo; Programación de mantenimiento; Industria 4.0; Confiabilidad de equipos; Gestión de Activos.

HIGHLIGHTS

Implantación de un Sistema de Mantenimiento de Activos en la Industria del Vidrio: Análisis y Percepción del Proceso

José Mario Tapia Sottorff

- Esta propuesta contribuye y permite facilitar la implantación de un modelo de mantenimiento y gestión de activos.
- Logra el entendimiento frente a incertidumbres culturales durante el proceso de implantación.
- La metodología empleada fue de entrevistas semi-estructuradas, lo que permitió tener una visión clara de la percepción y análisis del modelo.
- Permite tener una visión sobre la problemática de las brechas etarias y cultura dentro de una organización, que desea implantar un sistema.

ÍNDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN.....	9
1.1	IMPLANTACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN DE ACTIVOS: DISMINUCION DE SU COMPLEJIDAD.....	9
1.2	BREVE DISCUSIÓN DE LA LITERATURA	10
1.3	CONTRIBUCIÓN DEL TRABAJO	17
1.4	OBJETIVO GENERAL.....	17
1.4.1	<i>Objetivos específicos</i>	17
1.5	PROPUESTA METODOLÓGICA	18
1.6	ORGANIZACIÓN Y PRESENTACIÓN DE ESTE TRABAJO	22
2	INFORMACIÓN Y RESULTADOS.....	24
2.1	PROCEDIMIENTO DE RECOGIDA Y ANÁLISIS DE DATOS	24
2.2	PROCESO DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN.....	27
2.3	LOS DATOS RECOGIDOS:	27
2.4	ANÁLISIS DE DATOS RECOGIDOS	32
2.5	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	35
2.6	ESTRATEGIAS DE EVIDENCIAS CIENTIFICASS	38
3	ARTÍCULO	39
4	CONCLUSIONES GENERALES	2
4.1	PROPUESTA PARA TRABAJOS FUTUROS	3
5	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	4
6	ANEXOS	5

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1 Artículo	5
Tabla 1: Instrumento de entrevistas	25
Tabla 2: Datos recogidos	26

1 INTRODUCCIÓN

La presente investigación, se enfoca y hace referencia en permitir a numerosos grupos de profesionales, ver por una parte, los importantes beneficios de la implantación de un modelo mantenimiento y gestión de activos, para este caso en la industria del vidrio, con una visión estratégica del mantenimiento la cual tiene que estar alineada con la del negocio de la compañía, no viendo de esta forma al mantenimiento como una fuente generadora de costos sino por el contrario un generador de múltiples beneficios, por otro lado, las aristas que podrían provocar obstáculos durante la implantación, su análisis y percepción y de forma general, las variables que acompañan todo este proceso. La dimensión del mantenimiento a nivel mundial se ha hecho muy atractivo para las compañías y sus operaciones forjando beneficios sinérgicos. Los datos muestran que el mantenimiento constituye el 9% del producto geográfico bruto mundial, lo que son cerca de \$2.700 billones de dólares cada año. Algunos expertos señalan que es viable una reducción de estos gastos en un orden de magnitud del 15%. Peter Drucker ha señalado que la gestión de equipos y el conocimiento de los trabajadores, podría ser el mayor cambio en la industria durante el presente siglo. (Nilo, 2005).

Se hace necesario de la misma forma, lograr el entendimiento frente a incertidumbres culturales y etarias y por sobre todo la importancia que tiene el compromiso de la alta dirección durante este proceso. Las fabricas cuentan con sistemas de mantenimiento, muchos de ellos consolidados en información histórica agrupada en libros, planillas Excel o en sistemas formales que conviven paralelamente con estas planillas, la importancia de esta data sobre el comportamiento de las máquinas, no puede ser pasada por alto, siendo de vital importancia poder concentrar esta información en un sistema robusto de mantenimiento.

No se puede dejar de señalar la constante preocupación por la tasa de accidentabilidad de las personas, en donde el mantenimiento juega un rol fundamental.

Lograr la implantación de un modelo considera distintas etapas, desde investigar y analizar qué modelo será el correcto para la compañía, lo que conllevará a generar alianzas y visitar algunas compañías (benchmarking) que puedan tener operando uno de estos sistemas, para luego pasar a las etapas de desarrollo, capacitación, comunicación y puesta en marcha, hasta llegar a la funcionalidad del sistema. Es acá en donde se define finalmente el éxito o fracaso de esta inversión.

En concordancia con lo anterior, esta investigación se ha diseñado en forma cualitativa, bajo un instrumento que permita identificar factores de éxito y riesgos, a través de la recolección y análisis de datos sobre el escenario de operación de una empresa del rubro de fabricación de envases de vidrio.

Este instrumento abarca entrevistas que cubren aspectos sobre la comprensión de su realidad, propuestas de alto impacto y alerta en las transformaciones.

Cabe destacar que principalmente estos factores permiten reconocer a partir de las percepciones en las entrevistas, si el grado de compromiso y preparación del personal en ambas plantas es considerado suficiente. Otro de los factores, apunta a recoger aspectos que rodean a la capacitación de personal con mayor trayectoria dentro de la compañía y la preocupación sobre la sensibilidad de aceptación del modelo. Analizar estos factores, permitirían a la empresa, por ejemplo, determinar si los esfuerzos para mantener y prolongar el aprovechamiento del sistema de mantenimiento serán correctamente invertidos, o si es necesario rediseñar los procesos para adoptar nuevas directrices durante la implantación, con el único objetivo de abordar soluciones ante problemáticas que pongan en riesgo la adopción del modelo, permitiendo mejorar su competitividad, bajar su tasa de accidentabilidad y disminuir sus costos operativos.

1.1 Implantación de un modelo de gestión de activos: disminución de su complejidad

Revisada la discusión expuesta anteriormente, es posible plantearse la siguiente interrogante de contexto: ¿Es posible implantar un sistema de gestión de mantenimiento de activos en un contexto organizacional receptivo?

En efecto, lo anterior, es válido para Cristalerías de Chile, dado que cuenta con la experiencia de haber implementado varios cambios durante su trayectoria, que han marcado y contribuido de forma positiva dentro de la organización. Luego la respuesta a la pregunta de investigación aportará a mantener el posicionamiento y liderazgo en la industria del vidrio, rol que posee por más de 110 años a la fecha.

1.2 Breve discusión de la literatura

El mantenimiento al igual que otras áreas o ramas de la ingeniería ha evolucionado a gran escala con el paso del tiempo, los actuales cambios en el mundo industrial han traído consigo

nuevos desafíos tanto para los ingenieros como para los profesionales que se desempeñan en las áreas de mantenimiento y para las empresas que desean ser de clase mundial. (Suzuki, 1996).

En este sentido, en el proceso de planificación hasta la puesta en marcha de un sistema de mantenimiento, es aconsejable sumar una herramienta que tiene sus raíces en Japón conocida como TPM (Mantenimiento Productivo Total). Se propone dar una solución inicial o intermedia a compañías que se encuentran en busca de un sistema similar o que están en proceso de implantación. Mostrar este proceso permite, por un lado, alinear no tan solo las habilidades duras dentro de la ingeniería, sino también demostrar que las habilidades blandas son un factor preponderante dentro de este proceso de planificación.

Por otra parte, esta propuesta permitirá tener una clara visión sobre lo que enfrentamos, al no contar con un sistema como este en grandes empresas e inclusive medianas compañías.

En la actualidad el uso de metodologías, herramientas y gestión como un todo en el área de mantenimiento se traducen en un costo significativo para las compañías, principalmente esta es un área que no muestra resultados de forma inmediata al momento de implementar un sistema de gestión de mantenimiento, esto si lo comparamos con el área productiva en donde la inversión sobre un activo o máquina puede comenzar a rentar en el mediano o corto plazo. Esta visión muchas veces es poco clara por parte del ápice estratégico, lo que trae grandes consecuencias sino es bien gerenciada o no se incluye en las etapas de un proyecto, se calcula que el 80% de los costos de mantenimiento se definen durante la ingeniería básica de un proyecto.

Actualmente se entrega mayor atención a las actividades de tipo económico-financiero, sin embargo, el éxito no se reduce solo a la inversión en nuevas plantas de producción y a la inyección de nuevas tecnologías, sino que es imprescindible maximizar las instalaciones existentes, donde uno de los requisitos primordiales es establecer un servicio integral de mantenimiento a los clientes internos, que sea confiable, seguro y por sobre todo practico. Ante este panorama, los principios de la “Gestión de Activos basada en Ingeniería de la Confiabilidad Operacional”, representan la única vía efectiva que permite a las empresas, enfrentar de forma eficiente los constante retos a los cuales están sometidas las organizaciones hoy en día. (García, 2019). En este nuevo milenio el área de mantenimiento ha sufrido grandes transformaciones en donde ha dejado de ser vista como un centro de

costos, pasando a ser un proceso integral que contribuye a la generación de utilidades industriales de la compañía, y es responsable de la sobrevivencia de la empresa. El mantenimiento actual posee un rol destacado dentro de la confiabilidad operacional por su importante contribución a la seguridad, respeto al medio ambiente, productividad y rentabilidad industrial, garantizando una alta disponibilidad y confiabilidad de los activos. Lo anterior con el único fin de sacar el máximo provecho de las ventajas disponibles en la gestión de activos y de garantizar su gerencia responsable, para esto es necesario trabajar sobre tres principios básicos. (Amendola, 2002).

- Utilizar “Talento Humano” idóneo
- Gestionar el conocimiento pertinente
- Tomar las decisiones en forma correcta

Las empresas en la actualidad se encuentran bajo un ambiente constante de competitividad, en un sistema globalizado, en donde aumentar la productividad al mínimo costo sumado a altos estándares de calidad son cruciales para poder seguir vigentes en el mercado, una buena calidad de un producto se encuentra hoy en día directamente relacionado con la mantenibilidad de los activos. Por otro lado, la seguridad de las personas y las tasas de accidentabilidad se encuentran estrechamente relacionadas con el mantenimiento, una gran cantidad de accidentes laborales son causados por un equipo o activo que no fue sometido a su mantenimiento preventivo.

Las empresas deben hacer esfuerzos para no dejar de ser competitivas. Las industrias de los commodities que cuentan con una gran cantidad de activos físicos y su competitividad está dada por la productividad de su costo de capital, por lo que debe saber enfrentar cómo disminuir continuamente los costos globales como lo son el CAPEX, que corresponde a los gastos e inversiones en bienes físicos y OPEX que son los gastos de operación. Además de forma permanentemente maximizar la capacidad productiva de sus instalaciones con el objetivo de reducir las pérdidas generadas al negocio por detenciones no programadas de los equipos. (Arata, 2015).

Estrategias de mantención

La función de mantenimiento ha permitido incrementar el impacto en los costos y resultados operacionales de las compañías. Se ha investigado que, en la industria del Reino Unido, el

gasto tan solo en mantenimiento es de un 12% a un 23% de los costos operacionales totales. (Cross, 1988).

En refinerías, las áreas de mantenimiento y operación son las que lideran en personas con un 30% del total (Dekker, 1996)

La ingeniería de Mantenimiento es un proceso que requiere de competencia que no están solo relacionadas con la función de mantener, sino que también con otras áreas del conocimiento de la ingeniería, como lo son la gestión de activos y la optimización, dado esto necesita atender equipos de profesionales multidisciplinarios y con un alto nivel de especialización. Muchas veces los altos costos que involucra contar con este tipo de equipos independiente de los beneficios que aporten, hace que las empresas opten por postergar la creación de un área sólida de Ingeniería de Mantenimiento. (Arata, 2005).

Oportunidad para mejorar

La forma en que hoy se determina el presupuesto crea una discusión permanente entre el área de finanzas y el área de operaciones, en donde el primero tiende a disminuir el presupuesto, mientras que el segundo, por el contrario, tiende a aumentarlo, y esta negociación determina el presupuesto para el siguiente año. A partir de este instante, se tiene una medición muy local de la gestión del mantenimiento, sin tomar en consideración los costos de indisponibilidad y sin que se identifiquen o importen, entre las distintas causas de las pérdidas que lesionan la disponibilidad de las máquinas, las pérdidas técnicas imputables a la responsabilidad directa de la mantención. De la misma forma este escenario no permite una planificación correcta del mantenimiento, ni siquiera a mediano plazo, dado que el área de operaciones se ha visto reducido muchas veces a “apagar incendios”, ejecutando operaciones solo correctivas o de restauración. (Arata y Johns, 2005)

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo nace como respuesta para poder superar todas las carencias del mantenimiento correctivo. Su principal objetivo es disminuir la probabilidad de ocurrencia de falla y con esto evitar detenciones imprevistas en la producción. Esta estrategia o actividad posee una serie de herramientas para la definición de tareas de mantenimiento y también el reemplazo de equipos que se encuentran basados en el tiempo de operación o también llamada “ciclo de vida de un activo”. Las técnicas del mantenimiento preventivo se

encuadran dentro del mantenimiento centrado en la confiabilidad, siendo las más acreditadas el análisis de Modo de Falla y Elementos Críticos y otras basadas en el Costo de Ciclo de Vida (*Life Cycle Cost*) como mantenimiento basado en el tiempo y descarte basado en el tiempo. (Arata y Furlanetto, 2005)

Cuarta revolución industrial

La evolución dentro de las plantas de producción ha traído consigo nuevas tecnologías, equipos y plantas mucho más complejas, hoy en día dentro del área de mantenimiento, podemos observar claramente que este cambio ha hecho que el mantenimiento mecánico disminuya, dando paso principalmente al mantenimiento electrónico preventivo y predictivo, esto se debe al inminente cambio tecnológico antes mencionado y que guarda relación con la actual revolución industrial también conocida como industria 4.0. Lo anterior debe ir de la mano con el perfeccionamiento de los profesionales a cargo de los mantenimientos, el mecánico deberá transformar su forma de mirar el mantenimiento preventivo, dando paso a la utilización y capacitación de tecnologías predictivas, me refiero a la Metrología Industrial. (termografía, análisis de vibraciones, instalación y monitoreo de flujómetros y puntos de rocío en línea, entre otros). Lo anterior es el inicio de un cambio fundamental en la forma de trabajar y relacionarnos con otros, en cuanto a escala, alcance y complejidad, la industria 4.0, no se parece a nada que la humanidad haya experimentado anteriormente, el protagonismo tecnológico y la confluencia de los avances tecnológicos que considera tales como la robótica, el internet de las cosas, la ciencia de los materiales, el manejo y almacenamiento de energía, entre otras tantas variables más. (Joyanes y Schwab, 2018)

Confiabilidad de los equipos

El concepto de confiabilidad nace durante los años '50 figura como a la vanguardia de herramientas de optimización para el negocio de mantenimiento. La Confiabilidad como Calidad presentan variables comunes. Sin embargo, ambos términos se confunden sin aplicaciones que permitan la implementación efectiva en los negocios de mantenimiento. Para muchos gerentes de mantenimiento el aumento de la confiabilidad es un deseo de intenciones, muchos conceptos de confiabilidad y calidad sin planes y metodologías que

incluyan los procesos de cambios culturales, parecen ser uno de los factores claves cuando se tienen que evaluar todas las dificultades para obtener beneficios. (Nilo, 2005)

Para algunos autores, la confiabilidad se entiende o define en términos probabilísticos, es decir, como la probabilidad de que un elemento funcione adecuadamente sin fallar durante un período de tiempo determinado, bajo condiciones operacionales, ambientales y de entorno preestablecidos. (Arata y Stegmaier, 2005).

De forma más explícita esta forma de definir la confiabilidad nos indica que un activo o equipo, puede encontrarse en 2 tipos de estado, operativo o en modo falla. Es importante saber que la identificación de estos estados no siempre es fácil de distinguir, por el lado electrónico es menos complejo, dada sus características binarias (0-1; on-off), por otra parte, en los equipos mayoritariamente mecánicos esto se vuelve más complejo, dado que existen puntos intermedios sintomáticos, en donde el mantenimiento predictivo juega un rol fundamental.

En contexto global, una de las principales tareas u objetivos de los profesionales de las áreas de Mantenimiento de una compañía, es aumentar la confiabilidad de los equipos, otorgando confiabilidad básica por parte de los usuarios y clientes internos, lo anterior tiene como principio que este sea al menor costo posible (Arata y Stegmaier, 2005). Se debe considerar que hoy en día una de las grandes diferenciaciones en empresas líderes en mantenimiento y con un ápice estratégico comprometido, lo hacen aquellas empresas en que la confiabilidad no es solo el resultado simple de una reparación, estas empresas están convencidas de que la eliminación de fallas crónicas son su principal misión. El entendimiento de este objetivo con la organización deberá estar muy claro, si la organización no está convencida de que la confiabilidad de las operaciones es su principal aliado, tendrá como resultado, desmotivación de las áreas involucradas y resultados mediocres en el funcionamiento de la gestión del mantenimiento y las operaciones, afectando como ya se mencionó la calidad y la seguridad de las personas.

Refuerza lo expuesto (Viveros, Stegmaier, Kristjanpoller, Barbera, Crespo, Arata, 2013.) las organizaciones con alta dotación de activos, mantienen que las necesidades de mantenimiento han ido aumentando durante los últimos años, ante lo cual es conveniente que la evaluación de estrategias de mantenimiento, la selección de tareas y la gestión global del mantenimiento en la organización se deba manejar de manera formal y responsable,

dejando de lado la improvisación y aleatoriedades. Además, las áreas encargadas de realizar la gestión del mantenimiento se determinarán y serán dependientes del plan estratégico y de negocio de la compañía. Las estrategias de mantenimiento deben estar siempre alineadas con los planes de negocio de la empresa ya que de esto depende el total cumplimiento de los objetivos del mantenimiento y, también, los planes de negocio de la organización.

¿Cómo se está abordando la temática del mantenimiento en Chile?

Si solamente tomamos en cuenta la minería, la necesidad de aumentar la productividad y reducir los costos, hace que la gente esté muy motivada a asistir a programas, eventos y capacitaciones, existe cada vez más un interés por el tema y hoy en día se ha comenzado a hablar de cómo bajar estos temas a tierra en cuanto a teoría y convertirla en menores costos por toneladas y menor cantidad de horas/hombre asociadas, por ejemplo, a trabajos de mantenimiento (Pascual, 2015).

En muchas empresas productivas y mineras de nuestro país existe un estrés constante por cumplir con los metas de producción y en la constante reducción de los costos de operación, lo que provoca una sobrecarga sobre los activos físicos, aumentando la probabilidad de accidentabilidad, aumento de los costos en mantenimiento correctivo, por consiguiente se hace cada vez más importante manejar de forma adecuada nuestros sistemas de gestión de mantenimiento, planificando acciones que permitan evitarlas o disminuir su impacto. Una buena forma de obtener resultados positivos en las compañías o industrias es mejorar los índices de confiabilidad de los activos de tal manera de tener mayor disponibilidad de los activos, aumentar el tiempo medio entre fallas (MTBF), así como también disminuir los tiempos medios de reparación (MTTR) y el mantenimiento basado en condiciones para activos de larga duración (Liang, Liu, Xie, & Parlikad, 2019). Por estas razones se hace muy necesario en nuestro país abordar el desarrollo e implementación de sistemas predictivos que permitan apoyar la gestión de activos industriales basados en herramientas de inteligencia computacional. (Reporte Minero, 2019).

Finalmente, y habiendo revisado las principales contribuciones que aportan o han aportado a la línea de trabajo de este proyecto, es posible indicar que existe bastante información técnica respecto a la implantación técnica de un modelo como este, pero existe una oportunidad de desarrollo y estudio en las compañías, para hacer frente a inconvenientes culturales que permitan el éxito y dar continuidad a un modelo de implantación de

mantenimiento de activos. Lo que autoriza la siguiente como contribución para este proyecto de grado.

1.3 Contribución del trabajo

Revisadas las bases teóricas para abordar este estudio, destaco que la principal motivación para realizar este trabajo ha sido la ausencia parcial de un modelo de sistema de mantenimiento acorde a la realidad, en la empresa Cristalerías de Chile, su implicancia en la gestión de sus activos y la complejidad de generar planificación y programación dentro de este mismo modelo. No puedo dejar de mencionar la necesidad de análisis asociado a la tasa de accidentabilidad de las personas asociado a fallas. Proponiendo como alternativa un método de implantación de gestión basado en habilidades de liderazgo, que diferencie y mejore la competitividad de la compañía. En este sentido, este trabajo contribuye a la comprensión de la operación de la empresa y de cómo se valoran y tratan sus activos. Así mismo a través de la gestión de implantación de un sistema de mantenimiento de activos, ha permitido conocer y ser una herramienta imprescindible para tomar decisiones de inversión en nuevos equipos, así como también conocer la tasa de fallas, criticidad de los activos, y KPI relacionados con el mantenimiento de los equipos. De acuerdo a lo mencionado anteriormente, este trabajo considera lo siguiente como objetivo general y objetivos específicos para este trabajo de tesis.

1.4 Objetivo general

Analizar las percepciones respecto de la implantación de un sistema de gestión de mantenimiento de activos en la industria del vidrio, que mejore su competitividad en cuanto a costos, creación y seguimiento de KPI, criticidad de equipos, rutas de inspección y de manera imperiosa, mejore la seguridad de las personas, que es el principal capital con el que cuenta una empresa, pudiendo de esta forma llegar a ser una compañía de clase mundial, reconocida y aprobada en el rubro industrial. De la misma forma generar un lineamiento fuerte de liderazgo que permita una tasa de utilización máxima de las plataformas y del modelo como un todo, no haciendo diferencias generacionales en proporción a problemas durante su etapa de implantación, con un fuerte respaldo en la capacitación constante.

1.4.1 Objetivos específicos

- Que el modelo obtenga una alta tasa de utilización, pudiendo alcanzar un número significativo de usuarios.
- Evaluar los proyectos de inversión de equipos de ambas plantas, en base al sistema de Mantenimiento y gestión de activos con respaldo en Máximo.
- Eliminar los problemas de utilización por parte de los usuarios, relacionados con las brechas etarias, en cuanto a su complejidad.
- Estudiar de cierta manera, el comportamiento cultural frente a la implantación de un nuevo sistema en la compañía.
- Entregar información en línea y realzar la importancia y beneficios, en la actualidad, de un modelo de mantenimiento de activos.
- La mirada financiera frente al mantenimiento debe cambiar su paradigma, asumiendo que su función es trascendental dentro de la compañía.
- Proponer un modelo que permita considerar las habilidades blandas y su importancia frente a la implantación de un sistema y la interacción transversal de la compañía.
- Dar a entender la importancia y el compromiso de la alta dirección, frente a un modelo de mantenimiento y gestión de activos.

1.5 Propuesta metodológica

Paradigma y diseño: Se ha optado por la utilización de una metodología cualitativa, basada en entrevistas semiestructuradas (Herbert, 1995), orientada a la comprensión en profundidad de la percepción de intervinientes frente a la implantación de un sistema de gestión de mantenimiento para la empresa.

Universo sobre la que se efectuará el estudio: Las entrevistas serán efectuadas en ambas plantas de Cristalerías de Chile. El criterio de caso típico condujo a que se seleccionaran para las entrevistas: gerentes, subgerentes, supervisores, jefes, encargados de área, y técnicos/operadores de máquinas. En total participaron 17 profesionales, con una edad promedio de 47 años, con un máximo de 63 y un mínimo de 25 años. Poseían en promedio 10 años de servicio con un mínimo de 3 y un máximo de 31 años. De ellos, 91% ha trabajado principalmente en el rubro industrial.

Entorno: Cristalerías de Chile con más de 110 años, de trayectoria, ver figura 1, es líder en la venta y fabricación de envases de vidrio del país. Contamos con 2 plantas de fabricación y 6 hornos de fundición con la más alta tecnología, lo que permite atender las variadas necesidades de los más de 250 clientes nacionales y extranjeros.

Cristalchile hoy, cuenta con dos plantas de producción equipadas con tecnología de última generación. Estas son las plantas de Padre Hurtado y desde el año 2006 la planta de Llay-Llay, que se destaca como la más moderna planta de envases de vidrio en Latinoamérica, tanto en procesos productivos, como el cuidado del medio ambiente (Historia, www.Cristalchile.cl).

En 1904 Cristalerías de Chile parte con sus operaciones tras el nombre de Fábrica Nacional de Vidrios. Desde la década del 30 y durante más de 40 años, la Compañía genera sus actividades en la planta de Av. Vicuña Mackenna, donde operan más de 15 hornos de fusión. En el año 1975 el grupo Elecmetal asume el control de la propiedad y administración de la Compañía. Desde ese momento, se inicia un importante proceso de modernización tecnológica y comercial.

En 1977, Se firma un convenio de asistencia técnica con la empresa Owens-Brockway Glass Container Inc. de Estados Unidos, productor mundial de envases de vidrio. En el año 1980 Como una extensión natural del negocio de envases de vidrio, Cristalchile expande sus actividades hacia el rubro de envases plástico, mediante la formación de Crowpla y posteriormente, la compra del 50% de Reicolite, empresas productoras de botellas de Pet, cajas, baldes, tapas y envases plásticos. Durante el mismo año la Compañía compra un porcentaje de la Sociedad Anónima Viña Santa Rita, empresa vitivinícola que en la actualidad es el segundo productor y tercer exportador de vino embotellado del país. Consecuente con su estrategia de invertir en negocios y con perspectivas de crecimiento, en 1989 Cristalerías de Chile S.A., cambia hacia el rubro de las comunicaciones, en donde adquiere por medio de licitación pública, la concesión para operar 21 frecuencias de televisión a lo largo del país, formando la red Televisiva Megavisión S.A., esta empresa forma parte del grupo de Compañías del área comunicaciones controladas por CIECSA (Comunicación, Información, Entretención y Cultura Sociedad Anónima). (Historia, www.Cristalchile.cl, 2019).

Entre éstas se cuentan Ediciones Financieras S.A. (El Diario) y Editorial Zig-Zag S.A. Para el año 1991 Cristalerías de Chile S.A. y Embotelladora Andina S.A. establecen un Joint Venture

de los negocios de envases plásticos PET que estas sociedades realizaban a través de sus respectivas filiales Crowpla-Reicolite S.A. y envases Multipack S.A. formando Envases CMF S.A. En marzo 2005 la Compañía estableció un acuerdo con su socio Liberty Media para fusionar las operaciones de las Compañías Metrópolis Intercom S.A. y VTR GlobalCom S.A., quedando Cristalerías de Chile con el 20% de la sociedad fusionada.

La Compañía adquiere el 98% de la propiedad de Ediciones e Impresos S.A. (a través de Ciecsa S.A.) en donde su publicación principal es la revista Capital. En Septiembre la Compañía aumenta su participación en 73.31% luego de que Ciecsa adquiera a sus socios españoles (Grupo Recoletos) el 49.5% de la propiedad de Ediciones Chiloé S.A. El 7 de marzo de 2007 se inaugura oficialmente la primera etapa de la Planta de Llay-Llay, con la asistencia de la Presidenta de la República, Sra. Michelle Bachelet. La planta dio inicio a sus operaciones productivas en el mes de noviembre de 2006, contando con una capacidad de producción inicial de 75 mil toneladas al año. De esta forma la empresa, con más de 100 años aportando al desarrollo económico del país, da inicio a una nueva etapa, para de esta forma continuar atendiendo a sus clientes a través de tecnología de punta. En el mes de agosto de 2008 la planta de Llay-Llay amplía su producción a 110.000 toneladas anuales con la incorporación de una nueva línea de producción.

El 28 de octubre muere don Ricardo Claro Valdés, presidente de Cristalerías de Chile, quien asume este cargo el año 1975. En diciembre de 2012 se inaugura oficialmente el segundo horno de la planta de Llay Llay. Este nuevo horno está equipado con la más alta tecnología y se estima que la producción aumentará de 600 mil envases al día a un millón 200 mil.

El 30 de julio de 2014 se suscribió el 34% de las acciones de la sociedad anónima cerrada Wine Packaging & Logistic S.A., la que desarrollará negocios de prestación de servicios de embotellación y otros afines. La propiedad de la sociedad es compartida con Viñedos Emiliana S.A. (33%) y con Industria Corchera S.A. (33%).

El 14 de abril de 2015 se sella un acuerdo entre Taguavento y Parque Eólico Las Peñas Spa, con el objetivo de desarrollar y ejecutar el proyecto de energía renovable no convencional Las Peñas Spa. Cristalerías de Chile bajo su brazo inversor Taguavento participa en un 75% y Parque eólico Las Peñas en un 25%.

El año 2018 comienzan las gestiones de ingeniería proyecto para la construcción del tercer horno en la planta de Llay Llay lo que elevaría las actuales capacidades de esta planta en 400 toneladas de vidrio diario, el cual comienza sus operaciones en octubre de 2019.

Intervenciones: Para los grupos de entrevistas y discusión se utilizaron dos tipos de instrumentos para recoger los datos: por un lado, una grabadora de voz y un documento escrito por los propios participantes siguiendo las preguntas que guiaban la discusión. Estas preguntas eran de carácter abierto. Las preguntas guías para los grupos de discusión como para el guion de la entrevista han sido divididas en tres categorías. La primera categoría corresponde a las siguientes preguntas:

Etapa 1: Caracterización del presente y comprensión de la realidad

¿Conoce usted el sistema actual de gestión de mantenimiento?

¿Cómo entiende usted un proceso de transformación del mantenimiento?

¿De dónde cree usted que viene la problemática u oportunidad sobre la implantación de un sistema de mantenimiento de activos para su empresa?

¿En la práctica como opera hoy el sistema de mantenimiento de activos en su empresa?

Etapa 2: Propuestas de alto impacto

¿Cómo podemos modificar la situación actual dentro de la compañía para ayudar en el proceso de implantación de un sistema de mantenimiento total?

¿Tiene propuestas específicas de mejora o cambio de corto plazo y alto impacto?

¿Si yo le propusiera una estrategia de cambio basada en gestión de activos?, ¿cuál sería su visión sobre esta?

¿Qué tipo de beneficios podría proveer a la organización este tipo de propuesta?

Etapa 3: Alertas sobre las transformaciones

¿Qué tipo de amenaza o riesgo podría provocar en la organización un plan de mantenimiento de activos?

¿Además de la implantación de un sistema de gestión activos: ¿Qué otras herramientas, cree usted, son necesarias para transformar culturalmente su empresa?

¿Cuáles son los factores que facilitarían y obstaculizarían en esta empresa, la implementación de sistema como este?

¿Cuál sería su principal preocupación respecto de la aplicación o implementación de estrategias de cambio cultural?

Métodos de verificación y validación del instrumento: Para validar el instrumento el mismo fue analizado y validado por dos expertos independientes, chilenos, quienes sugirieron los ajustes y aproximaciones para ser consistente con el diseño de la investigación. La opinión de ambos expertos se considera suficiente, dado la extensa experiencia en este ámbito. (Reyes, 2015)

Para validar la información obtenida, las entrevistas fueron analizadas por profesionales y posteriormente se le presentaron los resultados de los análisis a los mismos entrevistados, para que ellos los validaran.

Plan de análisis de los datos: Se establecieron las categorías de observación y estudio. Luego se concretaron visitas, comenzando por la planta productiva matriz, de forma posterior se continuó con la planta productiva ubicada en la V región del país. Posteriormente se realizó un contraste de teoría y observaciones recogidas en el diario de campo.

Ética: Se procuró la participación informada y voluntaria de los actores del estudio; se tomaron medidas para garantizar la confidencialidad de la información y validarla con los propios interesados. No se intentó, ni implícita ni explícitamente, influir en las respuestas, ni cambiar sus características individuales, se respetó la libertad de participar o no sin presión, ni ofrecimiento de beneficio para ser parte de la investigación, lo anterior en todo tipo de estructura. (Miranda, 2013)

1.6 Organización y presentación de este trabajo

Este trabajo de grado posee cuatro capítulos principales y se organiza como sigue:

Capítulo 1: Presenta el marco conceptual del proyecto, contextualizándolo, proponiendo objetivos y discutiendo desde la literatura la pertinencia del foco de la investigación, su contribución, y presentando a su vez un marco metodológico para su desarrollo e implementación.

Capítulo 2: Asociado a recogida de información, modelos y datos. También explicita resultados.

Capítulo 3: El proyecto de grado, se presenta en formato resumido en un artículo académico que se estructura de la siguiente manera:

1. Título
2. Resumen
3. Introducción
4. Metodología
5. Resultados
 - a. Análisis de los datos recogidos
 - b. Discusión de resultados
6. Conclusiones
7. Referencias

Capítulo 4: Finalmente las conclusiones generales derivadas de este trabajo, y una dirección para la investigación futura, la cual considera aquellas preguntas no contestadas durante el desarrollo de este trabajo, se presentan en este capítulo.

Referencias generales

Anexos

2 INFORMACIÓN Y RESULTADOS

Para abordar este trabajo de investigación se ha optado por una aproximación cualitativa, que permite considerar la siguiente estructura para la presentación de la información y sus análisis:

2.1 Procedimiento de recogida y análisis de datos

Para efectuar esta investigación se consideró variada literatura, artículos y proyectos de investigación relacionados no tan solo con el ámbito del mantenimiento, también se consideró información y literatura concerniente a temas de liderazgo, inteligencia emocional, entre otros. Asimismo, advierte los impactos de no exhibir un manejo de habilidades blandas, principalmente de liderazgo durante un proceso como este. Por tal motivo, se llevó a cabo en el año 2019, entrevistas con preguntas abiertas, con la finalidad de recoger información para su posterior análisis. En particular se solicitó responder preguntas y temáticas, explicando sus ideas y respuestas con sus palabras.

El método utilizado en este estudio es de carácter descriptivo, dado que se miden y recolecta información de diferentes aspectos o dimensiones del elemento en investigación.

Fechas en que se recogieron los datos:

Durante el mes de agosto de 2019 se realizaron el 70% de las entrevistas, el mes de septiembre se realizó el 30% restante. En total se realizaron 15 entrevistas.

Coherencia con lo planificado:

La entrevista propuesta inicialmente, debió ser modificada parcialmente desde el pilotaje de la entrevista, agregando preguntas en la etapa de alerta a las transformaciones, para hacerla más precisa y coherente.

Se aplicó el mismo instrumento a todos los intervinientes.

-

Fortalezas y debilidades del proceso:

Fortalezas:

- Con consentimiento informado y transparencia
- Proceso ético
- Bien recibido por la empresa, principalmente por el ápice estratégico
- Bien recibido por los actores entrevistados
- Permitted dar respuesta a la pregunta de investigación
- Respaldo en literatura especializada
- Proceso rápido

Las debilidades propias de la investigación de contexto se circunscriben a:

- Para generalizar resultados, la muestra debe ser mayor
- Considerar otras empresas del rubro o industrias con experiencias similares
- Analizar más exhaustivamente, la utilización de otros instrumentos como encuestas, y/o métodos matemáticos-estadísticos
- Incursionar más a fondo y de manera investigativa, mayores aportes sobre liderazgo durante la implantación de sistemas o modelos mantenimiento de activos.

Población y muestras

Universo sobre la que se efectuará el estudio: Las entrevistas serán efectuadas en ambas plantas de Cristalerías de Chile, una de ellas y que se constituye como la más antigua, se sitúa en la comuna de Padre Hurtado en la región Metropolitana, la segunda planta productiva se sitúa al norte de Santiago en la V Región de Valparaíso, comuna de Llay Llay. El criterio de caso típico condujo a que se seleccionaran para las entrevistas: gerentes, subgerentes, supervisores, encargados de área y técnicos/operadores de máquinas. En total participaron 15 profesionales, con una edad promedio de 47 años, con un máximo de 63 y un mínimo de 23 años. Poseían en promedio 20 años de servicio en la compañía, con un mínimo de 3 y un máximo de 31 años. De ellos, 91% ha trabajado principalmente en el rubro industrial.

Instrumento.

Como se indicó anteriormente, para recoger información sobre el tema propuesto se utilizó un cuestionario para una entrevista semiestructurada.

Este instrumento consta de doce preguntas, todas respuestas abiertas, de la misma forma como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 1: Instrumento de entrevistas.

<ol style="list-style-type: none">1. ¿Conoce usted el sistema actual de gestión de mantenimiento?2. ¿Cómo entiende usted un proceso de transformación del mantenimiento?3. ¿De dónde viene la problemática u oportunidad sobre la implantación de un sistema de mantenimiento de activos para su empresa?4. ¿En la práctica como opera hoy el sistema de mantenimiento de activos en su empresa?5. ¿Cómo podemos modificar la situación actual dentro de la compañía, para ayudar en el proceso de implantación de un sistema de mantenimiento total?6. ¿Tiene propuestas específicas de mejora o cambio de corto plazo y alto impacto?7. ¿Si yo le propusiera una estrategia de cambio basada en gestión de activos, cuál sería su visión sobre esta?8. ¿Qué tipo de beneficio podría proveer a la organización este tipo de propuesta?9. ¿Qué tipo de amenaza o riesgo podría provocar en la organización un plan de mantenimiento de activos?10. ¿Además de la implantación de un sistema de gestión activos: ¿Qué otras herramientas, cree usted, son necesarias para transformar culturalmente su empresa?11. ¿Cuáles son los factores que facilitarían y obstaculizarían en esta empresa, la implementación de sistema como este?

12. ¿Cuál sería su principal preocupación respecto de la aplicación o implementación de estrategias de cambio cultural?

Este cuestionario se aplicó como elemento de consulta durante las entrevistas personales realizadas, previo consentimiento informado. A partir de dichas instancias se provoca un espacio de conversación, en relación con las estrategias que está llevando la compañía, en especial la gerencia de operaciones, en cuanto a los sistemas de mantenimiento paralelos, las fortalezas, debilidades y apreciaciones de este modelo.

2.2 Proceso de recogida de información

Como se ha indicado anteriormente, se aplicó un instrumento basado en una entrevista semi-estructurada, a través de un cuestionario de respuestas abiertas las que han permitido agrupar las respuestas por categorías claves, concentrando la información para analizarla posteriormente de forma cualitativa.

2.3 Los datos recogidos

La agrupación de resultados por categorías claves agrupando la información para su posterior análisis, queda dada por la siguiente tabla:

Tabla 2: Datos recogidos.

Preguntas	Categorías
1. ¿Conoce usted el sistema actual de gestión de mantenimiento?	Sí, lo conozco
	No lo conozco
	Tengo alguna noción sobre este.
2. ¿Cómo entiende usted un proceso de transformación del mantenimiento en nuestra compañía?	Lo entiendo como un proceso con distintas etapas muy secuencial.
	En donde se define un sistema de soporte principal
	En donde se plantea un tiempo como meta de implantación

	Entiendo que es un proceso que requiere de capacitación
	Un proceso que requiere poblar datos
	Un proceso que debe involucrar a todas las áreas de la compañía con liderazgo.
	Como un proceso en donde la Gerencia debe involucrarse y comprender su objetivo.
	Como un proceso difícil y complejo
3. ¿De dónde cree usted viene la problemática u oportunidad sobre la implantación de un sistema de mantenimiento de activos para su empresa?	Incumplimiento en el programa de Fabricación
	Las fallas actuales de los equipos principalmente productivas.
	En la centralización del mantenimiento se nota una diferencia entre productivo y periférico.
	Contar parcialmente con una política de equipos críticos e inventario de repuestos críticos
	Poder contar con la información en tiempo real y confiable, como los costos de mantenimiento.
4. ¿En la práctica como opera hoy el sistema de mantenimiento de activos en su empresa?	Veo algunas debilidades en el manejo de sistemas paralelos como Excel
	Veo debilidades en el conocimiento de las personas
	Opera de buena forma
	Falta consolidar algunos indicadores (KPI)
	Opera de buena forma, pero deben involucrarse mucho más los talleres de reparación maquinas
	Veo una etapa intermedia entre el mantenimiento planeado y el predictivo
	Veo debilidades en la unión con SAP

5. ¿Cómo podemos modificar la situación actual dentro de la compañía para ayudar en el proceso de implantación de un sistema de mantenimiento total?	Trasladando la actividad de Mantenimiento a la operación
	Buscando fortalecer los sistemas mantenimiento predictivo
	Incorporar nuevas técnicas para anticipar fallas
	Capacitación en el uso del Software Máximo
	Radical lo que no está en sistema Máximo no existe
	Demostrar lo que podemos lograr con un sistema robusto como el que contamos.
	Integrar otro RP como SAP al sistema Máximo
6. ¿Tiene propuestas específicas de mejora o cambio de corto plazo y alto impacto?	Si tengo propuestas
	No tengo propuestas
	Ampliar el sistema mantenimiento Máximo a todos los talleres
	Capacitación integral a personal nuevo que ingresa a la empresa.
	Efectuar una revisión de los privilegios de Máximo
	Seguir con las actuales modificaciones de ciclo de mejora sistema Máximo
	La integración entre SAP y MAXIMO
Centralizar el Mantenimiento	
7. ¿Si yo le propusiera una estrategia de cambio basada en gestión de activos?,¿ cuál sería su visión sobre esta?	Me gustaría conocerla/escucharla primero
	Me gustaría conocerla y compararla para ver su impacto
	Me gustaría conocer su factibilidad Técnico-Financiera
	Considero que sería positiva todo suma

8. ¿Qué tipo de beneficio podría proveer a la organización este tipo de propuesta?	Mayor Disponibilidad, confiabilidad y seguridad de los equipos y personas
	Satisfacción de las personas
	Un Beneficio interno en todos nuestros objetivos hacia todas las áreas y a las personas
	Bajar los Costos, mejorar la Producción y a disponibilidad de equipos.
	Acercarse a la Industria 4.0
	Certeza en las decisiones
9. ¿Qué tipo de amenaza o riesgo podría provocar en la organización un plan de mantenimiento de activos?	No advierto riesgo alguno
	Riesgo en las personas "siempre lo hemos hecho así"
	Amenaza de corto plazo que te obliga a gastar más debido a que debemos creer en el modelo, pero tiene un gran retorno
	Frente a un cambio tecnológico no presenta riesgo dado que cambia paradigmas
	Desbalance entre el mantenimiento operativo y el de Planta
10. ¿Además de la implantación de un sistema de gestión activos, ¿qué otras herramientas, cree usted, son necesarias para transformar culturalmente su empresa?	Desarrollo y mejoramiento condiciones laborales de las personas
	Sistemas de incentivos, motivación y gestión de personas
	Herramientas de Gestión de Liderazgo de logro y motivación

	Capacitaciones para comprender la gestión de mantenimiento y sus grandes beneficios
	Conocimiento en la Industria 4.0
	Se considera el TPM permite analizar los datos
11. ¿Cuáles son los factores que facilitarían y obstaculizarían en esta empresa la implementación de un sistema como este?	La calidad humana de las personas
	La capacidad de adaptación de nuestras personas
	Un factor es una buena comunicación
	Factor de capacitación
	Obstaculizaría el contar con sistemas paralelos
	facilitaría las nuevas herramientas que contamos industria 4.0
	Costos de implementación y mayor desarrollo
	Una visión muy financiera del manejo sobre los repuestos
12. ¿Cuál sería su principal preocupación respecto de la aplicación o implementación de estrategias de cambio cultural?	Preocupación de garantizar en el tiempo la implantación del modelo
	Preocupación sobre la continuidad y perseverancia
	Preocupación sobre las personas de mayor edad que son menos accesibles al cambio
	Que el modelo no se aplique de fondo y que sea parte de los principios en la organización

2.4 Análisis de datos recogidos.

Para poder analizar e interpretar los datos recogidos, estos se analizan según cada ítem de las categorías claves.

Ítem 1: ¿Conoce usted el sistema actual de gestión de mantenimiento?

Si revisamos los resultados, los datos muestran que el 100% de los actores entrevistados identifica correctamente el sistema de mantenimiento con el cual operan ambas plantas. Lo anterior marca un buen precedente, dado que el sistema o plataforma Máximo, es reconocido por todos los niveles de la compañía.

Ítem 2: ¿Cómo entiende usted un proceso de transformación de mantenimiento en nuestra compañía?

Esta pregunta arrojó variados conocimientos respecto al entendimiento de un proceso de transformación, siendo principalmente identificado por los actores, como “un proceso que debe involucrar a todas las áreas de la compañía con un liderazgo efectivo, como clave para tener éxito”, llama la atención que ninguno de los ejecutivos entrevistados consideró esto como un proceso transversal a la organización. Siendo su principal respuesta que es “un proceso que debe considerar la data o debe ser poblado con datos”.

Ítem 3: ¿De dónde cree usted que viene la problemática u oportunidad sobre la implantación de un sistema de mantenimiento de activos para su empresa?

Para esta pregunta nos encontramos que el 78% de los actores responden como una gran necesidad “el poder contar con la información en tiempo real y confiable” por ejemplo, costos de mantenimiento, KPI de disponibilidad, entre otros. Lo anterior demuestra la gran necesidad por parte de los usuarios, de contar con un sistema sólido para la toma de decisiones. Los actores 2, 5, 8 y 13 responden que la principal problemática se centra en fallas producidas en equipos, principalmente del área productiva.

Ítem 4: ¿En la práctica como opera hoy el sistema de mantenimiento de activos de su empresa?

De los actores un 33% de ellos responde que “opera de buena forma”, sin embargo, mencionan que deben involucrarse mucho más los talleres de reparación de máquinas y control molde en ambas plantas. Esta respuesta no se ve reflejada a nivel de gerentes, en donde ninguno de estos actores refuerza esta respuesta. Por otro lado, Los actores 13, 14 y 15, responden que opera relativamente bien, pero hay “incertidumbre en cuanto a la utilización en algunos talleres”.

Ítem 5: ¿Cómo podemos modificar la situación actual dentro de la compañía para ayudar en el proceso de implantación de un sistema de mantenimiento total?

Claramente esta pregunta, aparece ratificada por parte de los actores entrevistados, con más de 53%, en donde responden que “el traslado de la actividad de mantenimiento debe ser llevada a la operación”, esta respuesta se ve reforzada a nivel ejecutivo tanto en gerentes como subgerentes. Llama la atención que a nivel de jefaturas, técnicos profesionales y operadores fue validada esta respuesta solo con un 44%.

Por otra parte, los entrevistado N° 12, 13, 14 y 15, propusieron mejoras específicas y directas al sistema siendo más radicales, mencionando que “¡sino se encuentra en sistema mantenimiento Máximo, no existe!”

Ítem 6: ¿Tiene propuestas específicas de mejora o cambio de corto plazo y alto impacto?

Es reconstituyente saber que, dentro de una alta gama de repuestas por parte de los actores, más de un 35% responde a la necesidad de integración entre SAP y el sistema de mantenimiento Máximo como una propuesta específica. Lo anterior toma fuerza a nivel de subgerentes. Lo señalado es ampliamente positivo, dado que esta alianza ya había sido percibida por la Subgerencia de mantenimiento, trabajando de forma paralela en esta tarea. Llama la atención que a nivel de gerentes la respuesta se vea limitada solo decir que “sí tiene propuestas”, sin identificar ninguna al momento de la entrevista.

Ítem 7: ¿Si le propusiera una estrategia de cambio basada en gestión de activos?, ¿cuál sería su visión sobre esta?

Los actores fueron moderados al responder esta pregunta, dado que el 47% de ellos dicen que “les gustaría conocerla o escucharla primero” antes de emitir cualquier opinión. Lo anterior se ve principalmente a nivel ejecutivo, gerentes y subgerentes. Los actores 7, 8, 9, 13, 14 y 15 mencionan que “la propuesta es positiva ya que todo suma”.

Ítem 8: ¿Qué tipo de beneficios podría proveer a la organización este tipo de propuesta?

El 67% de los actores menciona como principal beneficio el poder contar con una mayor disponibilidad, confiabilidad y seguridad, tanto de los equipos como de las personas, el porcentaje de esta respuesta está dado principalmente en el segmento ejecutivo, gerente y subgerentes. En segundo lugar, los actores también mencionan la disminución de costos y mejorar la producción, así como también que “esto nos acercará a la industria 4.0”.

Ítem 9: ¿Qué tipo de amenaza o riesgo podría provocar en la organización un plan de mantenimiento de activos?

Para esta pregunta el 73% del total de los actores encuestados menciona que no advierte riesgo alguno para la organización, es importante destacar que el 50% de los actores a nivel ejecutivo advierte que puede existir un mínimo riesgo en las personas “dado que siempre lo hemos hecho así”. Los actores 7 y 13 responden que frente a un cambio tecnológico no implicaría riesgo dado que marca un quiebre de paradigmas.

Ítem 10: ¿Además de la implantación de un sistema de gestión de activos, ¿Qué otra herramienta cree usted, son necesarias para transformar culturalmente su empresa?

Frente a este tipo de transformaciones más del 60% de los actores responde que un sistema de incentivo, motivación y gestión, debería acompañar la operación del modelo, siendo necesario para las transformaciones, esto queda mencionado como

respuesta en algunos de los actores a nivel ejecutivo, además se hace hincapié a herramientas de gestión de liderazgo de logro y motivación.

Ítem 11: ¿Cuáles son los factores que facilitarían y obstaculizarían en esta empresa la implementación de un sistema como este?

En respuesta a esta pregunta, el 60% de los actores ratifica que “la capacidad de adaptación de nuestro personal, es muy probable que obstaculizaría la implantación del sistema”, esto se refuerza principalmente a nivel ejecutivo. Es importante que se comprenda esta percepción, dado que finalmente son las personas quienes motivaran el correcto uso del sistema, el liderazgo frente a la implantación es clave, así como lo es la motivación.

Ítem 12: ¿Cuál sería su principal preocupación respecto de la aplicación o implementación de estrategias de cambio cultural?

En esta pregunta el 47% de los actores ratifica 2 variables importantes: preocupación sobre la continuidad y perseverancia y preocupación sobre las personas con mayor antigüedad en la compañía, las cuales son menos propensos al cambio. Es importante destacar que esta preocupación no se encuentra dentro de las repuestas de nivel gerencial, en donde el 50% tiene como principal preocupación garantizar en el tiempo la implantación del modelo. Por otra parte, los actores 2,4, 5, 10 y 14 mencionan como principal preocupación que el modelo no se aplique de fondo y consideran que sería positivo que sea parte de la columna vertebral de la organización.

2.5 Discusión de resultados

Si se considera la caracterización del presente y comprensión de la realidad, es posible aseverar, con base en los resultados que el personal agradece el disponer de un sistema formal de mantenimiento activos, y que este sea tangible y al alcance de todos, lo que permitiría establecer rutas de inspección y control, de la misma forma contar con la generación de KPI y criticidad de equipos. Lo que corrobora los hallazgos mostrados por (Pascual R., 2015) quien sostiene que cada vez existe más interés por el tema y que este

aumenta en la medida que la teoría se tangibiliza a quienes utilizan los sistemas. Para lograr una comprensión de la realidad e implantación del sistema se hace necesario preparar y adecuar a las personas, disminuyendo la sensación de complejidad asociada a una brecha tecnológica. De la misma forma informar sobre el objetivo de este modelo es fundamental para que la organización no sea sorprendida.

Por otro lado, desde una mirada de las propuestas de alto impacto, los hallazgos muestran que existe la necesidad de trasladar o centralizar la actividad de mantenimiento a las operaciones, en la actualidad el modelo implantado a nivel compañía se muestra debilitado en las áreas de operaciones, no así en el mantenimiento de los periféricos de la planta dependiente de la Subgerencia de Mantenimiento, de la misma forma se requiere de capacitaciones constantes y específicas en sistema Máximo, así como también la pronta necesidad de integración entre el sistema SAP y Máximo, de esta forma se pone de manifiesto el poder contar con una poderosa herramienta de integración que permita costear el mantenimiento así como tomar decisiones sobre proyectos, basadas en información obtenida de esta alianza.

Los beneficios que se visualizan es el acercamiento a las herramientas de la Industria 4.0, y de esta forma poder hablar de lo que se conoce hoy como “fabrica inteligente”, la instalación y uso de sensores en máquinas permitirá contar con información en línea y en tiempo real, entregando data necesaria para poder tomar decisiones de forma más directa, conocer patrones de cambio que permitan detectar alguna falla o bien si algún activo requiere de una mantención, estas y otras herramientas permitirán acompañar la planificación y programación del mantenimiento, además de una socialización del cambio que se necesita a nivel cultural y operacional. Lo que es corroborado por el trabajo de (De Geus, 1997, Abarca, 1994, y sus referencias contenidas) que indica que las organizaciones deben ser consideradas como sistemas vivos, tal como un organismo biológico en un entorno de continua evolución y en crecimiento, dicho de otra forma, no considerar a la empresa solo como una forma o un medio para obtener ganancias a repartir entre sus accionistas. La investigación (De Geus, 1997, Abarca, 1994, y sus referencias contenidas), considera cuatro cualidades, estas son: sensibilidad al ambiente, identidad integrada, tolerancia a la experimentación y a la excentricidad y un enfoque financiero severo o riguroso. Por consiguiente, la difusión y socialización entre actores claves a la hora de implantar cambios resultan de vital

importancia para no afectar la estrategia. Para ello se requiere considerar como parte de la estrategia y operación un plan comunicacional que permita integrar a los diferentes actores, según brechas etarias, para que todos puedan sentirse parte de la iniciativa. Lo que debe ser llevado a cabo en contexto de formación de líderes específicos que guíen el cambio (gestión autónoma).

Finalmente, desde una mirada de alertas sobre las transformaciones, la evidencia muestra, que no existe una mirada de amenaza sobre el modelo, ni tampoco sobre la utilidad del sistema de mantenimiento Máximo, siendo la principal preocupación la capacidad de incorporar a las personas con más antigüedad en la compañía, en donde la adaptabilidad puede ser un problema para seguir con el desarrollo normal del sistema. De acuerdo con el autor (De Geus A., 1997; Abarca, 1994, y sus referencias contenidas) muchas empresas u organizaciones fracasan porque sus políticas y prácticas están aterrizadas al lenguaje de la economía y las finanzas, es decir sus ejecutivos se focalizan solo en producir bienes y servicios, olvidando que las organizaciones constituyen una comunidad de personas que se encuentran en el negocio para mantenerse vivas. Bajo el mismo contexto (Abarca, 2004) señala que en una organización diversa la cual favorece la flexibilidad del trabajo, por sobre todo si tiene que desarrollarse y operar en varias culturas, los gerentes, subgerentes de empresas, ingenieros y ejecutivos necesitan desarrollar habilidades para escuchar de forma efectiva, junto con una actitud de empatía para comprender como el trabajador u operador mira su entorno y siente el mundo organizacional. Esta brecha es compleja de abordar socialmente, pues requiere, en algunas ocasiones, el reemplazo de personal por otro que evidencie el dominio de las tecnologías propias de la revolución industrial actual y de la transformación digital que se lleva a cabo de manera global. Se sugiere desarrollar un plan de capacitación de reinserción laboral, que muestre el liderazgo de la empresa en estas materias, dando a través de ello las respuestas que la comunidad desea escuchar.

De la misma forma existe preocupación sobre la perseverancia y dar continuidad al sistema implantado, la cultura organizacional ha demostrado que si no se sostiene un modelo en el tiempo este termina por fracasar.

2.6 Estrategias de evidencias científicas

Para evidenciar las estrategias que se han seguido y dar rigor científico a esta investigación hemos utilizado:

Triangulación de informantes: Por el cual han participado en la recogida de datos diferentes grupos de personas en ambas plantas de la compañía, teniendo en cuenta: la implicación en relación con la empresa, la problemática abordada y la cobertura que los actores claves puedan entregar al estudio.

Triangulación de técnicas y fuentes: se han utilizado diferentes técnicas y recursos para recoger los datos. Entrevistas y, además, se ha combinado la observación publicada desde revistas de corriente principal, e informes de la empresa.

Observación prolongada: El proceso de observación en la empresa, considerando sus niveles y complejidades, ha sido prolongada, aproximadamente 9 años. Lo que ha permitido ir reconfirmando las afirmaciones que habían resultado de los diversos informantes.

Comentarios de pares y comprobaciones con los participantes: En este criterio se han compartido los resultados y las interpretaciones de cada uno de los actores claves, quienes al mismo tiempo han sido participantes durante el estudio, han podido matizar las interpretaciones y reflexiones que han surgido del total de los datos analizados. Siendo estos comentarios muy enriquecedores para el propósito de este estudio.

Criterio del valor de verdad: Hace referencia a la credibilidad o validez interna de la investigación, que busca que los datos recogidos sean imagen de la realidad que se estudia evitando el sesgo o subjetividad del observador.

Finalmente se sabe que el fin último de estos datos no es la generalización, sino un punto de partida que permita la reflexión y la preparación de cambios organizacionales de los implicados en el proceso.

3 ARTÍCULO

El presente apartado, recoge la investigación contextualizada motivo de este proyecto de grado, y es presentada en formato de artículo académico. Se trata de un artículo conciso, escrito en el formato típico de revistas especializadas o de conferencias, de acuerdo con reglas específicas definidas por la dirección del programa.

El artículo, ha sido cuidadosamente redactado con el fin de que se haga fácilmente entendible y logre expresar de un modo claro y sintético lo que se pretende comunicar, considerando las citas y referencias respectivas de los estudios que lo fundamentan. El trabajo realizado, se sintetiza entonces como artículo, para facilitar al trabajo de quienes puedan estar interesados en consultar la obra original.

Este trabajo, considera y discute, a través de un proyecto aplicado, desarrollado en un contexto de realidad profesional, la integración de herramientas y conocimientos que se han adquirido en las líneas de desarrollo del programa. Lo que se consolida en una investigación profesional contextualizada a la realidad profesional que se expone, la que se relacionada con líneas y ámbitos específicos abordados en el plan de estudios del programa, permitiendo integrar, de manera adecuada, los conocimientos teóricos y metodológicos desarrollados en él.

Implantación de un Sistema de Mantenimiento de Activos en la Industria del Vidrio: Análisis y Percepción del Proceso

José Mario Tapia Sottorff^a, Héctor Valdés-González^b

^a *Graduado del programa de Magister en Ingeniería Industrial y de Sistemas, Facultad de Ingeniería, Universidad de Desarrollo, ingindustrialcl@gmail.com*

^b *Director de Postgrados y Educación Continua, Facultad de Ingeniería, Universidad de Desarrollo, hvaldes@udd.cl*

Resumen:

El presente trabajo analiza la problemática de implantación existente en muchas empresas, el cual no se enfrenta con la seriedad necesaria por parte del ápice estratégico, pudiendo con este modelo obtener una disminución y control de uno de los principales costos de una compañía. Por consiguiente, el objetivo de esta investigación es analizar las percepciones de la implantación de un sistema de gestión de mantenimiento de activos en una compañía, que mejore su competitividad, baje su tasa de accidentabilidad y disminuya sus costos operativos. Para lograrlo se propone una aproximación cualitativa a las opiniones de directivos, ejecutivos, técnicos y operarios de la empresa, basada en entrevistas semiestructuradas y considerando una muestra por conveniencia, para entender cómo y por qué la empresa debe abordar la gestión de mantenimiento de activos. Los datos muestran que está la necesidad de centralizar la actividad de mantenimiento a las operaciones, dado que en hoy en día el modelo implantado a nivel compañía se muestra débil en algunas unidades de apoyo, no así en el mantenimiento de periféricos de la planta, el cual se ve fortalecido con la gestión de activos y mantenimiento. Se concluye que la implantación de este proyecto permitirá preparar y adecuar a las personas, disminuyendo la sensación de complejidad, además generar un plan que permita integrar a los diferentes actores, según brechas etarias y abordar la preparación y adecuación de personal que evidencie dominio de las materias.

Palabras clave: Mantenimiento predictivo; Sistema Máximo; Programación de mantenimiento; Industria 4.0; Confiabilidad de equipos; Gestión de Activos.

1. Introducción

El mantenimiento al igual que otras áreas o ramas de la ingeniería ha evolucionado a gran escala con el paso del tiempo, los actuales cambios en el mundo industrial han traído consigo nuevos desafíos tanto para los ingenieros como para los profesionales que se desempeñan en áreas o departamentos de mantenimiento y para las empresas que desean ser de clase mundial. (Suzuki, 1996).

En este sentido, durante el proceso de planificación hasta la puesta en marcha de un sistema de mantenimiento, es aconsejable sumar una herramienta que tiene sus raíces en Japón conocida como TPM (Mantenimiento Productivo Total). Se propone dar una solución inicial o intermedia a compañías que se encuentran en busca de un sistema similar o que están en proceso de implantación. Mostrar este proceso

permite, por un lado, alinear no tan solo las habilidades duras dentro de la ingeniería, sino también demostrar que las habilidades blandas son un factor preponderante dentro de este proceso de planificación.

Por otra parte, esta propuesta permitirá tener una clara visión sobre lo que enfrentamos, al no contar con un sistema como este en grandes empresas e inclusive medianas compañías.

En la actualidad el uso de metodologías, herramientas y gestión como un todo en el área de mantenimiento se traducen en un costo significativo para las compañías, principalmente esta es un área que no muestra resultados de forma inmediata al momento de implementar un sistema de gestión de mantenimiento, de esta forma al compararlo con el área productiva en donde la inversión sobre un activo o máquina puede comenzar a rentar en el mediano o corto plazo. Esta visión muchas veces es poco clara por parte del ápice

estratégico, lo que trae grandes consecuencias sino es bien gerenciada o no se incluye en las etapas de un proyecto, se calcula que el 80% de los costos de mantenimiento se definen durante la ingeniería básica de un proyecto.

Actualmente se entrega mayor atención a las actividades de tipo económico-financiero, sin embargo, el éxito no se reduce solo a la inversión en nuevas plantas de producción y a la inyección de nuevas tecnologías, sino que es imprescindible maximizar las instalaciones existentes, donde uno de los requisitos primordiales es establecer un servicio integral de mantenimiento a los clientes internos, que sea confiable, seguro y por sobre todo práctico. Ante este escenario, los elementos de la "Gestión de Activos basada en Ingeniería de la Confiabilidad Operacional", simbolizan la única forma segura que consiente a las compañías para afrontar de forma eficaz los constantes retos a los cuales están sometidas las empresas hoy en día. (García, 2019). En este nuevo milenio el área de mantenimiento ha sufrido grandes transformaciones en donde ha dejado de ser vista como un centro de costos, pasando a ser un proceso integral que contribuye a la generación de utilidades industriales de la compañía, y es responsable de la sobrevivencia de la empresa. El mantenimiento hoy en día tiene un rol notorio en lo que es la confiabilidad operacional por su importante contribución en cuanto a la Seguridad, respeto al Medio Ambiente, Productividad y rentabilidad industrial, asegurado una alta disponibilidad y confiabilidad de los activos. Lo anterior con el único fin de sacar el máximo provecho de las ventajas disponibles en la actualidad en cuanto a gestión de activos y de garantizar su gerencia responsable, para esto es necesario trabajar sobre tres principios básicos. (Amendola, 2002).

- Utilizar "Talento Humano" idóneo
- Gestionar el conocimiento pertinente
- Tomar las decisiones en forma correcta

Las empresas en la actualidad se encuentran bajo un ambiente constante de competitividad, en un sistema globalizado, en donde aumentar la productividad al mínimo costo sumado a altos estándares de calidad son cruciales para poder seguir vigentes en el mercado, una buena calidad de un producto se encuentra hoy en día directamente relacionado con la mantenibilidad de los activos. Por otro lado, la seguridad de las personas y las tasas de accidentabilidad se encuentran estrechamente relacionadas con el mantenimiento, una gran cantidad de accidentes laborales son causados por un equipo o

activo que no fue sometido a su mantenimiento preventivo.

Las empresas deben hacer esfuerzos para no dejar de ser competitivas. Las industrias de los commodities que cuentan con una gran cantidad de activos físicos y su competitividad está dada por la productividad de su costo de capital, por lo que debe saber enfrentar cómo disminuir continuamente los costos globales como lo son el CAPEX, que corresponde a los gastos e inversiones en bienes físicos y el OPEX que corresponde a los gastos de operación. Además de forma permanentemente maximizar la capacidad productiva de sus instalaciones con el objetivo de reducir las pérdidas generadas al negocio por detenciones no programadas de los equipos. (Arata, 2015).

Estrategias de mantención:

La función de mantenimiento ha permitido incrementar el impacto en los costos y resultados operacionales de las compañías. Se ha investigado que, en la industria del Reino Unido, el gasto tan solo en mantenimiento es de un 12% a un 23% de los costos operacionales totales. (Cross, 1988).

En refinerías, las áreas de mantenimiento y operación son las que lideran en personas con un 30% del total (Dekker, 1996)

La ciencia de la ingeniería de Mantenimiento, es un proceso que requiere de competencias que no están solo relacionadas con la función de mantener, sino que también con otras áreas o aspectos del conocimiento de la ingeniería, como lo son la gestión de activos y la optimización, dado esto necesita ser atendido por equipos de profesionales multidisciplinarios y con un alto nivel de especialización. Muchas veces los altos costos que involucra contar con este tipo de equipos independiente de los beneficios que aporten, hace que las empresas opten por postergar la creación de un área sólida de Ingeniería de Mantenimiento. (Arata, 2005).

Oportunidad para mejorar:

La manera en que hoy se determina el presupuesto crea una discusión permanente entre el área de finanzas y el área de operaciones, en donde el primero tiende a disminuir el presupuesto, mientras que el segundo, por el contrario, tiende a aumentarlo, y esta negociación determina el presupuesto para el siguiente año. A partir de este instante, se tiene una medición muy local de la gestión del mantenimiento, sin tomar en consideración los costos de indisponibilidad y sin que se identifiquen

o importen, entre las distintas causas de las pérdidas que lesionan la disponibilidad de las máquinas, las pérdidas técnicas imputables a la responsabilidad directa de la mantención. De la misma forma este escenario no permite una planificación del mantenimiento, ni siquiera a mediano plazo, dado que el área de operaciones se ha visto reducido muchas veces a “apagar incendios”, ejecutando operaciones solo de restauración o correctivas. (Arata y Johns, 2005)

Mantenimiento preventivo:

El mantenimiento preventivo nace como respuesta para poder superar todas las carencias del mantenimiento correctivo. Su principal objetivo es disminuir la probabilidad de ocurrencia de falla y con esto evitar detenciones imprevistas en la producción. Esta estrategia o actividad posee una serie de herramientas para la definición de tareas de mantenimiento y también el reemplazo de equipos que se encuentran basados en el tiempo de operación o también llamada “ciclo de vida de un activo”. Las técnicas del mantenimiento preventivo se encuadran dentro del mantenimiento centrado en la confiabilidad, siendo las más acreditadas el análisis de Modo de Falla y Elementos Críticos y otras basadas en el Costo de Ciclo de Vida (Life Cycle Cost) como Mantenimiento Basado en el Tiempo y Descarte Basado en el Tiempo. (Arata y Furlanetto, 2005)

Cuarta revolución industrial:

La evolución dentro de las plantas de producción ha traído consigo nuevas tecnologías, equipos y plantas mucho más complejas, hoy en día dentro del área de mantenimiento, podemos observar claramente que este cambio ha hecho que el mantenimiento mecánico disminuya, dando paso principalmente al mantenimiento electrónico preventivo y predictivo, esto se debe al inminente cambio tecnológico antes mencionado y que guarda relación con la actual revolución industrial también conocida como industria 4.0. Lo anterior debe ir de la mano con el perfeccionamiento de los profesionales a cargo de los mantenimientos, el mecánico deberá transformar su forma de mirar el mantenimiento preventivo, dando paso a la utilización y capacitación de tecnologías predictivas, me refiero a la Metrología Industrial. (termografía, análisis de vibraciones, instalación y monitoreo de flujómetros y puntos de rocío en línea, entre otros). Lo anterior es el inicio de un cambio fundamental en la forma de trabajar y relacionarnos

con otros, en cuanto a escala, importancia y complejidad, la industria 4.0, no se parece a nada que la humanidad haya experimentado anteriormente, el protagonismo tecnológico y la confluencia de los avances tecnológicos que considera tales como la robótica, el internet de las cosas, la ciencia de los materiales, el manejo y almacenamiento de energía, entre otras tantas variables más. (Joyanes y Schwab, 2018)

Confiabilidad de los equipos:

El concepto de confiabilidad nace durante los años '50 figura como a la vanguardia de herramientas de optimización para el negocio de mantenimiento. La Confiabilidad como Calidad presentan variables comunes. Sin embargo, ambos términos se confunden sin aplicaciones que permitan la implementación efectiva en los negocios de mantenimiento. Para muchos gerentes de mantenimiento el aumento de la confiabilidad es un deseo de intenciones, muchos conceptos de confiabilidad y calidad sin planes y metodologías que incluyan los procesos de cambios culturales, parecen ser uno de los factores claves cuando se tienen que evaluar todas las dificultades para obtener beneficios. (Nilo, 2005)

Para algunos autores, la confiabilidad se entiende o define en términos probabilísticos, es decir, como la probabilidad de que un elemento funcione adecuadamente sin fallar durante un período de tiempo determinado, bajo condiciones operacionales, ambientales y de entorno preestablecidos. (Arata y Stegmaier, 2005).

De forma más explícita esta forma de definir la confiabilidad nos indica que un activo o equipo, puede encontrarse en 2 tipos de estado, operativo o en modo falla. Es importante saber que la identificación de estos estados no siempre es fácil de distinguir, por el lado electrónico es menos complejo, dada sus características binarias (0-1; on-off) por otra parte en los equipos mayoritariamente mecánicos esto se vuelve más complejo, dado que existen puntos intermedios sintomáticos, en donde el mantenimiento predictivo juega un rol fundamental.

En contexto global, una de las principales tareas u objetivos de los profesionales de las áreas de Mantenimiento de una compañía, es Aumentar la Confiabilidad de los Equipos, otorgando confiabilidad básica de parte de los usuarios y clientes internos, lo anterior tiene como principio que este sea al menor costo posible (Arata y Stegmaier, 2005). Se debe

considerar que hoy en día una de las grandes diferenciaciones en empresas líderes en mantenimiento y con un ápice estratégico comprometido, lo hacen aquellas empresas en que la confiabilidad no es solo el resultado simple de una reparación, estas empresas están involucradas, convencidas y llevan a la organización a un pensamiento en donde la eliminación de las fallas crónicas son su principal misión. El entendimiento de este objetivo con la organización deberá estar muy claro, si la organización no está convencida de que la confiabilidad de las operaciones es su principal aliado, tendrá como resultado, desmotivación de las áreas involucradas y resultados mediocres en el funcionamiento de la gestión del mantenimiento y las operaciones, afectando como ya se mencionó la calidad y la seguridad de las personas.

Refuerza lo expuesto (Viveros, Stegmaier, Kristjanpoller, Barbera, Crespo, Arata, 2013.) las organizaciones con alta dotación de activos mantienen que las necesidades de mantenimiento han ido aumentando durante los últimos años, ante lo cual es conveniente que la evaluación de estrategias de mantenimiento, la selección de tareas y la gestión global del mantenimiento dentro de la organización sea manejada de manera seria y responsable, renunciando a las variables de improvisación y aleatoriedades. Además, las áreas encargadas de realizar la gestión del mantenimiento se acordarán y serán de forma exclusiva dependientes del plan estratégico y de negocio de la compañía. Todas las estrategias de mantenimiento deberán estar persistentemente alineadas con los planes de negocio de la compañía ya que de esto depende el total cumplimiento de los objetivos del mantenimiento y, también, los planes de negocio de la organización.

¿Cómo se está abordando la temática del mantenimiento en Chile?

Si solamente tomamos en cuenta la minería, la necesidad de aumentar la productividad y reducir los costos, hace que la gente esté muy motivada a asistir a eventos y capacitaciones, existe cada vez más un interés por el tema y en la actualidad se ha comenzado a hablar de cómo bajar estos temas a tierra en cuanto a teoría y convertirla en menores costos por toneladas y menor cantidad de horas/hombre asociadas, por ejemplo, a trabajos de mantenimiento (Pascual, 2015)

En muchas empresas productivas y mineras de nuestro país existe un estrés constante por cumplir con las

metas de producción y en la constante reducción de los costos de operación, lo que provoca una sobrecarga sobre los activos físicos, aumentando la probabilidad de accidentabilidad, aumento de los costos en mantenimiento correctivo, por consiguiente se hace cada vez más importante manejar de forma adecuada nuestros sistemas de gestión de mantenimiento, planificando acciones que permitan evitarlas o disminuir su impacto. Una buena forma de obtener resultados positivos en las compañías o industrias es mejorar los índices de confiabilidad de los activos de tal manera de tener mayor disponibilidad de los activos, disminuir el tiempo entre fallas (MTBF), así como también los tiempos medios de reparación (MTTR) y el mantenimiento basado en condiciones para activos de larga duración (Liang, Liu, Xie, & Parlikad, 2019). Por estas razones se hace muy necesario en nuestro país abordar el desarrollo e implementación de sistemas predictivos que permitan apoyar la gestión de activos industriales basados en herramientas de inteligencia computacional. (Reporte Minero, 2019).

Revisada la discusión expuesta anteriormente, es posible plantearse la siguiente interrogante de contexto: ¿Es posible implantar un sistema de gestión de mantenimiento de activos en un contexto organizacional receptivo?

En efecto, lo anterior, es válido para Cristalerías de Chile, dado que cuenta con la experiencia de haber implementado varios cambios durante su trayectoria, que han marcado y contribuido de forma positiva dentro de la organización. Luego la respuesta a la pregunta de investigación aportará a mantener el posicionamiento y liderazgo en la industria del vidrio, rol que posee por más de 110 años a la fecha.

Revisadas las bases teóricas para abordar este estudio, destaco que la principal motivación para realizar este trabajo ha sido la ausencia parcial de un modelo de sistema de mantenimiento acorde a la realidad en la empresa Cristalerías de Chile, su implicancia en la gestión de sus activos y la complejidad de generar planificación y programación dentro de este mismo modelo. No puedo dejar de mencionar la necesidad de análisis asociado a la tasa de accidentabilidad de las personas asociado a fallas. Proponiendo como alternativa un método de implantación de gestión basado en habilidades de liderazgo, que diferencie y mejore la competitividad de la compañía. En este sentido, este trabajo contribuye a la comprensión de la operación de la empresa y de cómo se valoran y tratan sus activos. Así mismo a través de la gestión de

implantación de un sistema de mantenimiento de activos, ha permitido conocer y ser una herramienta imprescindible para tomar decisiones de inversión en nuevos equipos, así como también conocer la tasa de fallas, criticidad de los activos, y KPI relacionados con el mantenimiento de los equipos.

Entendido esto, el objetivo de este trabajo es analizar las percepciones de la implantación de un sistema de gestión de mantenimiento de activos en una compañía, que mejore su competitividad en cuanto a costos, creación y seguimiento de KPI, criticidad de equipos, rutas de inspección y seguridad de las personas, así como la disminución de sus costos operativos.

2. Metodología

Paradigma y Diseño: Se ha optado por la utilización de una metodología cualitativa, basada en entrevistas semiestructuradas (Herbert, 1995), orientada a la comprensión en profundidad de la percepción de intervinientes frente a la implantación de un sistema de gestión de mantenimiento para la empresa.

Universo sobre la que se efectuará el estudio: Las entrevistas serán efectuadas en ambas plantas de Cristalerías de Chile. El criterio de caso típico condujo a que se seleccionaran para las entrevistas: gerentes, subgerentes, supervisores, encargados de área y técnicos/operadores de máquinas. En total participaron 17 profesionales, con una edad promedio de 47 años, con un máximo de 63 y un mínimo de 25 años. Poseían en promedio 20 años de servicio con un mínimo de 3 y un máximo de 31 años. De ellos, 91% ha trabajado principalmente en el rubro industrial.

Entorno: Cristalerías de Chile con más de 110 años, de trayectoria, ver figura 1, es líder en la venta y fabricación de envases de vidrio del país. Contamos con 2 plantas productivas y seis hornos de fundición de vidrio, de una alta tecnología, lo que permite atender las más variadas necesidades de más de 250 clientes tanto nacionales como extranjeros.

Cristalchile hoy, cuenta con dos plantas de producción equipadas con tecnología de última generación. Estas son las plantas de Padre Hurtado y desde el año 2006 la planta de Llay-Llay, que se destaca como la más moderna planta de envases de vidrio en Latinoamérica, tanto en procesos productivos, como el cuidado del medio ambiente (Historia, www.Cristalchile.cl).

En 1904 Cristalerías de Chile parte con sus operaciones tras el nombre de Fábrica Nacional de Vidrios. Desde 1930 y durante más de 40 años, la Compañía genera sus

actividades en la planta de Avenida Vicuña Mackenna, donde funcionan más de 15 hornos de fusión. En el año 1975 el grupo Elecmetal asume el control de la propiedad y administración de la Compañía. Desde ese momento, se inicia un importante proceso de modernización tecnológica y comercial.



Figura 1: Instalaciones de Cristalerías Chile año 1943 (Fuente: www.cristalchile.cl)

En 1977, Se firma un convenio de asistencia técnica con la empresa Owens-Brockway Glass Container Inc. de Estados Unidos, productor mundial de envases de vidrio. En el año 1980 Como una extensión natural del negocio de envases de vidrio, Cristalchile expande sus actividades hacia el rubro de envases plástico, mediante la formación de Crowpla y posteriormente, la compra del 50% de Reicolite, empresas productoras de botellas de Pet, cajas, baldes, tapas y envases plásticos. Durante el mismo año la Compañía compra un porcentaje de la Sociedad Anónima Viña Santa Rita, empresa vitivinícola que en la actualidad es el segundo productor y tercer exportador de vino embotellado del país. Consecuente con su principal estrategia de invertir en negocios y con perspectivas de crecimiento, en 1989 Cristalerías de Chile S.A., cambia hacia el rubro de las comunicaciones, en donde adquiere por medio de licitación pública, la concesión para operar 21 frecuencias de televisión a través de todo el país, formando la red Televisiva Megavisión S.A., esta empresa forma parte del grupo de Compañías del área comunicaciones controladas por CIECSA (Comunicación, Información, Entretención y Cultura Sociedad Anónima). (Historia, www.Cristalchile.cl, 2019).

Entre éstas se cuentan Ediciones Financieras S.A. (El Diario) y Editorial Zig-Zag S.A. Para el año 1991 Cristalerías de Chile S.A. y Embotelladora Andina S.A. establecen un Joint Venture de los negocios de envases

plásticos PET que estas sociedades realizaban a través de sus respectivas filiales Crowpla-Reicolite S.A. y envases Multipack S.A. formando Envases CMF S.A. En marzo 2005 la Compañía estableció un acuerdo con su socio Liberty Media para fusionar las operaciones de las Compañías Metrópolis Intercom S.A. y VTR GlobalCom S.A., quedando Cristalerías de Chile con el 20% de la sociedad fusionada.

La Compañía adquiere el 98% de la propiedad de Ediciones e Impresos S.A. (a través de Ciecsa S.A.) en donde su publicación principal es la revista Capital. En Septiembre la Compañía aumenta su participación en 73.31% luego de que Ciecsa adquiriera a sus socios españoles (Grupo Recoletos) el 49.5% de la propiedad de Ediciones Chiloé S.A. El 7 de marzo de 2007 se inaugura oficialmente la primera etapa de la Planta de Llay-Llay, con la asistencia de la Presidenta de la República, Sra. Michelle Bachelet. La planta dio inicio a sus operaciones productivas en el mes de noviembre de 2006, contando con una capacidad de producción inicial de 75 mil toneladas al año. De esta forma la empresa, con más de 100 años dando aporte al desarrollo y economía del país, da inicio a una nueva etapa, para de esta forma continuar atendiendo a sus clientes a través de tecnología de punta. En el mes de agosto de 2008 la planta de Llay-Llay amplía su producción a 110.000 toneladas al año, con la anexión de una nueva línea productiva. (Historia, www.Cristalchile, 2019).

El 28 de octubre muere don Ricardo Claro Valdés, presidente de Cristalerías de Chile, quien asume este cargo el año 1975. En diciembre de 2012 se inaugura oficialmente el segundo horno de la planta de Llay Llay. Este nuevo horno está equipado con tecnología de punto y se estima que la producción aumentará de 600 mil envases al día a un millón 200 mil.

El 30 de julio de 2014 se suscribió el 34% de las acciones de la sociedad anónima cerrada Wine Packaging & Logistic S.A., la que desarrollará negocios de prestación de servicios de embotellación y otros afines. La propiedad de la sociedad se comparte con Viñedos Emiliana S.A. (33%) y con Industria Corchera S.A. (33%).

El 14 de abril de 2015 se sella un acuerdo entre Taguavento y Parque Eólico Las Peñas Spa, con el objetivo de desarrollar y ejecutar el proyecto de energía renovable no convencional Las Peñas Spa. Cristalerías de Chile bajo su brazo inversor Taguavento

participa en un 75% y Parque eólico Las Peñas en un 25%.

El año 2018 comienzan las gestiones de ingeniería proyecto para la construcción del tercer horno en la planta de Llay Llay lo que elevaría las actuales capacidades de esta planta en 400 toneladas de vidrio diario.

Intervenciones: Para los grupos de entrevistas y discusión se utilizaron dos tipos de instrumentos para recoger los datos: por un lado, una grabadora de voz y un documento escrito por los propios participantes siguiendo las preguntas que guiaban la discusión. Estas preguntas eran de carácter abierto. Las preguntas guías para los grupos de discusión como para el guion de la entrevista han sido divididas en tres categorías. La primera categoría corresponde a las siguientes preguntas:

Etapas 1: Caracterización del presente y comprensión de la realidad

- ¿Conoce usted el sistema actual de gestión de mantenimiento?
- ¿Cómo entiende usted un proceso de transformación del mantenimiento?
- ¿De dónde viene la problemática u oportunidad sobre la implantación de un sistema de mantenimiento de activos para su empresa?
- ¿En la práctica como opera hoy el sistema de mantenimiento de activos en su empresa?

Etapas 2: Propuestas de alto impacto

- ¿Cómo podemos modificar la situación actual dentro de la compañía para la implantación de un sistema de mantenimiento total?
- ¿Tiene propuestas específicas de mejora o cambio de corto plazo y alto impacto?
- ¿Si yo le propusiera una estrategia de cambio basada en gestión de activos, cuál sería su visión sobre esta?
- ¿Qué tipo de beneficio podría proveer a la organización este tipo de propuesta?

Etapas 3: Alertas sobre las transformaciones

- ¿Qué tipo de amenaza o riesgo podría provocar en la organización un plan de mantenimiento de activos?
- ¿Además de la implantación de un sistema de gestión activos: ¿Qué otras herramientas, cree usted, son necesarias para transformar culturalmente su empresa?

- ¿Cuáles son los factores que facilitarían y obstaculizarían en esta empresa, la implementación de sistema como este?
- ¿Cuál sería su principal preocupación respecto de la aplicación o implementación de estrategias de cambio cultural?

Métodos de verificación y validación del instrumento: Para validar el instrumento el mismo fue analizado y validado por dos expertos independientes, chilenos, quienes sugirieron los ajustes y aproximaciones para ser consistente con el diseño de la investigación. La opinión de ambos expertos se considera suficiente, dado la extensa experiencia en este ámbito. (Reyes, 2015)

Para validar la información obtenida, las entrevistas fueron analizadas por profesionales y posteriormente se le presentaron los resultados de los análisis a los mismos entrevistados, para que ellos los validaran.

Plan de análisis de los datos: Se constituyeron las categorías primero de observación y luego de estudio. De forma posterior se concretaron visitas, comenzando por la planta productiva matriz, de forma posterior se continuó con la planta productiva ubicada en la V región del país. Posteriormente se realizó un contraste entre teoría y las observaciones que fueron recogidas en el diario de campo.

Ética: Se procuró la participación informada y voluntaria de los actores del estudio; se tomaron medidas para garantizar la confidencialidad de la información y validarla con los propios interesados. No se intentó, ni implícita ni explícitamente, influir en las respuestas, ni cambiar sus características individuales, se respetó la libertad de participar o no sin presión, ni ofrecimiento de beneficio para ser parte de la investigación, lo anterior en todo tipo de estructura. (Miranda, 2013)

3. Resultados

Los datos recogidos han sido agrupados por categorías claves, como se muestra en la siguiente tabla.:

Preguntas	Categorías
¿Conoce usted el sistema actual de gestión de mantenimiento?	Sí lo conozco
	No lo conozco
	Tengo alguna noción sobre este.

¿Cómo entiende usted un proceso de transformación del mantenimiento en nuestra compañía?	Lo entiendo como un proceso con distintas etapas muy secuencial.
	En donde se define un sistema de soporte principal
	En donde se plantea un tiempo como meta de implantación
	Entiendo que es un proceso que requiere de capacitación
	Un proceso que requiere poblar datos
	Un proceso que debe involucrar a todas las áreas de la compañía con liderazgo.
	Como un proceso en donde la Gerencia debe involucrarse comprender su objetivo.
Como un proceso difícil o complejo	
¿De dónde cree usted viene la problemática u oportunidad sobre la implantación de un sistema de mantenimiento de activos para su empresa?	Incumplimiento en el programa de Fabricación
	Las fallas actuales de los equipos principalmente productivas.
	En la centralización del mantenimiento se nota una diferencia entre productivo y periférico.
	Contar parcialmente con una política de equipos críticos e inventario de repuestos críticos
	Poder contar con la información en tiempo real y confiable, como los costos de mantenimiento.
¿En la práctica como opera hoy el sistema de mantenimiento de	Veo algunas debilidades en el manejo de sistemas paralelos como Excel

activos en su empresa?	Veo debilidades en el conocimiento de las personas
	Opera de buena forma
	Falta consolidar algunos indicadores (KPI)
	Opera de buena forma, pero deben involucrarse mucho más los talleres de reparación maquinas
	Veo una etapa intermedia entre el mantenimiento planeado y el predictivo
	Veo debilidades en la unión con SAP
¿Cómo podemos modificar la situación actual dentro de la compañía para ayudar en el proceso de implantación de un sistema de mantenimiento total?	Trasladando la actividad de Mantenimiento a la operación
	Buscando fortalecer los sistemas mantenimiento predictivo
	Incorporar nuevas técnicas para anticipar fallas
	Capacitación en el uso del Software Máximo
	Radical lo que no está en sistema Máximo no existe
	Demostrar lo que podemos lograr con un sistema robusto como el que contamos.
	Integrar otro RP como SAP al sistema Máximo
¿Tiene propuestas específicas de mejora o cambio de corto plazo y alto impacto?	Si tengo propuestas
	No tengo propuestas
	Ampliar el sistema mantenimiento Máximo a todos los talleres
	Capacitación integral a personal nuevo que ingresa a la empresa.
	Efectuar una revisión de los privilegios de Máximo

	Seguir con las actuales modificaciones de ciclo de mejora sistema Máximo
	La integración entre SAP y MAXIMO
	Centralizar el Mantenimiento
¿Si yo le propusiera una estrategia de cambio basada en gestión de activos?,¿cuál sería su visión sobre esta?	Me gustaría conocerla/escucharla primero
	Me gustaría conocerla y compararla para ver su impacto
	Me gustaría conocer su factibilidad Técnico-Financiera
	Considero que sería positiva todo suma
¿Qué tipo de beneficio podría proveer a la organización este tipo de propuesta?	Mayor Disponibilidad, confiabilidad y seguridad de los equipos y personas
	Satisfacción de las personas
	Un Beneficio interno en todos nuestros objetivos hacia todas las áreas y a las personas
	Bajar los Costos, mejorar la Producción y a disponibilidad de equipos.
	Acercarse a la Industria 4.0
	Certeza en las decisiones

¿Qué tipo de amenaza o riesgo podría provocar en la organización un plan de mantenimiento de activos?	No advierto riesgo alguno
	Riesgo en las personas "siempre lo hemos hecho así"
	Amenaza de corto plazo que te obliga a gastar más debido a que debemos creer en el modelo, pero tiene un gran retorno
	Frente a un cambio tecnológico no presenta riesgo dado que cambia paradigmas
	Desbalance entre el mantenimiento operativo y el de Planta
¿Además de la implantación de un sistema de gestión activos, ¿qué otras herramientas, cree usted, son necesarias para transformar culturalmente su empresa?	Desarrollo y mejoramiento condiciones laborales de las personas
	Sistemas de incentivos, motivación y gestión de personas
	Herramientas de Gestión de Liderazgo de logro y motivación
	Capacitaciones para comprender la gestión de mantenimiento y sus grandes beneficios
	Conocimiento en la Industria 4.0
	Se considera el TPM permite analizar los datos
¿Cuáles son los factores que facilitarían y obstaculizarían en esta empresa la implementación de	La calidad humana de las personas

un sistema como este?	La capacidad de adaptación de nuestras personas
	Un factor es una buena comunicación
	Factor de capacitación
	Obstaculizaría el contar con sistemas paralelos
	facilitaría las nuevas herramientas que contamos industria 4.0
	Costos de implementación y mayor desarrollo
	Una visión muy financiera del manejo sobre los repuestos
¿Cuál sería su principal preocupación respecto de la aplicación o implementación de estrategias de cambio cultural?	Preocupación de garantizar en el tiempo la implantación del modelo
	Preocupación sobre la continuidad y perseverancia
	Preocupación sobre las personas de mayor edad que son menos accesibles al cambio
	Que el modelo no se aplique de fondo y que sea parte de los principios en la organización

3.1 Análisis de datos recogidos.

Para poder analizar e interpretar los datos recogidos, estos se analizan según cada ítem de las categorías claves.

Ítem 1: ¿Conoce usted el sistema actual de gestión de mantenimiento?

Si revisamos los resultados, los datos muestran que el 100% de los actores entrevistados identifica correctamente el sistema de mantenimiento con el cual

operan ambas plantas. Lo anterior marca un buen precedente, dado que el sistema o plataforma Máximo, es reconocido por todos los niveles de la compañía.

Ítem 2: ¿Cómo entiende usted un proceso de transformación de mantenimiento en nuestra compañía?

Esta pregunta arrojó variados conocimientos respecto al entendimiento de un proceso de transformación, siendo principalmente identificado por los actores, como “un proceso que debe involucrar a todas las áreas de la compañía con un liderazgo efectivo, como clave para tener éxito”, llama la atención que ninguno de los ejecutivos entrevistados consideró esto como un proceso transversal a la organización. Siendo su principal respuesta que es “un proceso que debe considerar la data o debe ser poblado con datos”.

Ítem 3: ¿De dónde cree usted que viene la problemática u oportunidad sobre la implantación de un sistema de mantenimiento de activos para su empresa?

Para esta pregunta nos encontramos que el 78% de los actores responden como una gran necesidad “el poder contar con la información en tiempo real y confiable” por ejemplo, costos de mantenimiento, KPI de disponibilidad, entre otros. Lo anterior demuestra la gran necesidad por parte de los usuarios, de contar con un sistema sólido para la toma de decisiones. Los actores 2, 5, 8 y 13 responden que la principal problemática se centra en fallas producidas en equipos, principalmente del área productiva.

Ítem 4: ¿En la práctica como opera hoy el sistema de mantenimiento de activos de su empresa?

De los actores un 33% de ellos responde que “opera de buena forma”, sin embargo, mencionan que deben involucrarse mucho más los talleres de reparación de máquinas y control molde en ambas plantas. Esta respuesta no se ve reflejada a nivel de gerentes, en donde ninguno de estos actores refuerza esta respuesta. Por otro lado, Los actores 13, 14 y 15, responden que opera relativamente bien, pero hay “incertidumbre en cuanto a la utilización en algunos talleres”.

Ítem 5: ¿Cómo podemos modificar la situación actual dentro de la compañía para ayudar en el proceso de implantación de un sistema de mantenimiento total?

Claramente esta pregunta, aparece ratificada por parte de los actores entrevistados, con más de 53%, en donde responden que “el traslado de la actividad de mantenimiento debe ser llevada a la operación”, esta

respuesta se ve reforzada a nivel ejecutivo tanto en gerentes como subgerentes. Llama la atención que a nivel de jefaturas, técnicos profesionales y operadores fue validada esta respuesta solo con un 44%.

Por otra parte, los entrevistados N° 12, 13, 14 y 15, propusieron mejoras específicas y directas al sistema siendo más radicales, mencionando que “¡sino se encuentra en sistema mantenimiento Máximo, no existe!”

Ítem 6: ¿Tiene propuestas específicas de mejora o cambio de corto plazo y alto impacto?

Es reconstituyente saber que, dentro de una alta gama de repuestas por parte de los actores, más de un 35% responde a la necesidad de integración entre SAP y el sistema de mantenimiento Máximo como una propuesta específica. Lo anterior toma fuerza a nivel de subgerentes. Lo señalado es ampliamente positivo, dado que esta alianza ya había sido percibida por la Subgerencia de mantenimiento, trabajando de forma paralela en esta tarea. Llama la atención que a nivel de gerentes la respuesta se vea limitada solo decir que “sí tiene propuestas”, sin identificar ninguna al momento de la entrevista.

Ítem 7: ¿Si le propusiera una estrategia de cambio basada en gestión de activos?, ¿cuál sería su visión sobre esta?

Los actores fueron moderados al responder esta pregunta, dado que el 47% de ellos dicen que “les gustaría conocerla o escucharla primero” antes de emitir cualquier opinión. Lo anterior se ve principalmente a nivel ejecutivo, gerentes y subgerentes. Los actores 7, 8, 9, 13, 14 y 15 mencionan que “la propuesta es positiva ya que todo suma”.

Ítem 8: ¿Qué tipo de beneficios podría proveer a la organización este tipo de propuesta?

El 67% de los actores menciona como principal beneficio el poder contar con una mayor disponibilidad, confiabilidad y seguridad, tanto de los equipos como de las personas, el porcentaje de esta respuesta está dado principalmente en el segmento ejecutivo, gerente y subgerentes. En segundo lugar, los actores también mencionan la disminución de costos y mejorar la producción, así como también que “esto nos acercará a la industria 4.0”.

Ítem 9: ¿Qué tipo de amenaza o riesgo podría provocar en la organización un plan de mantenimiento de activos?

Para esta pregunta el 73% del total de los actores encuestados menciona que no advierte riesgo alguno para la organización, es importante destacar que el 50% de los actores a nivel ejecutivo advierte que puede existir un mínimo riesgo en las personas “dado que siempre lo hemos hecho así”. Los actores 7 y 13 responden que frente a un cambio tecnológico no implicaría riesgo dado que marca un quiebre de paradigmas.

Ítem 10: ¿Además de la implantación de un sistema de gestión de activos, ¿Qué otra herramienta cree usted, son necesarias para transformar culturalmente su empresa?

Frente a este tipo de transformaciones más del 60% de los actores responde que un sistema de incentivo, motivación y gestión, debería acompañar la operación del modelo, siendo necesario para las transformaciones, esto queda mencionado como respuesta en algunos de los actores a nivel ejecutivo, además se hace hincapié a herramientas de gestión de liderazgo de logro y motivación.

Ítem 11: ¿Cuáles son los factores que facilitarían y obstaculizarían en esta empresa la implementación de un sistema como este?

En respuesta a esta pregunta, el 60% de los actores ratifica que “la capacidad de adaptación de nuestro personal es muy probable que obstaculizaría la implantación del sistema”, esto se refuerza principalmente a nivel ejecutivo. Es importante que se comprenda esta percepción dado que finalmente son las personas quienes motivaran el correcto uso del sistema, el liderazgo frente a la implantación es clave, así como lo es la motivación.

Ítem 12: ¿Cuál sería su principal preocupación respecto de la aplicación o implementación de estrategias de cambio cultural?

En esta pregunta el 47% de los actores ratifica 2 variables importantes: preocupación sobre la continuidad y perseverancia y preocupación sobre las personas con mayor antigüedad en la compañía, las cuales son menos propensos al cambio. Es importante destacar que esta preocupación no se encuentra dentro de las repuestas de nivel gerencial, en donde el 50% tiene como principal preocupación garantizar en el tiempo la implantación del modelo. Por otra parte, los actores 2,4, 5, 10 y 14 mencionan como principal preocupación que el modelo no se aplique de fondo y consideran que sería positivo que sea parte de la columna vertebral de la organización.

3.2 Discusión de resultados

Si se considera la caracterización del presente y comprensión de la realidad, es posible aseverar, con base en los resultados que el personal agradece el disponer de un sistema formal de mantenimiento activos, y que este sea tangible y al alcance de todos, lo que permitiría establecer rutas de inspección y control, de la misma forma contar con la generación de KPI y criticidad de equipos. Lo que corrobora los hallazgos mostrados por (Pascual R., 2015) quien sostiene que cada vez existe más interés por el tema y que este aumenta en la medida que la teoría se tangibiliza a quienes utilizan los sistemas. Para lograr una comprensión de la realidad e implantación del sistema se hace necesario preparar y adecuar a las personas, disminuyendo la sensación de complejidad asociada a una brecha tecnológica. De la misma forma informar sobre el objetivo de este modelo es fundamental para que la organización no sea sorprendida.

Por otro lado, desde una mirada de las propuestas de alto impacto, los hallazgos muestran que existe la necesidad de trasladar o centralizar la actividad de mantenimiento a las operaciones, en la actualidad el modelo implantado a nivel compañía se muestra debilitado en las áreas de operaciones no así en el mantenimiento de los periféricos de la planta dependiente de la Subgerencia de Mantenimiento, de la misma forma se requiere de capacitaciones constantes y específicas en sistema Máximo, así como también la pronta necesidad de integración entre el sistema SAP y Máximo, de esta forma se pone de manifiesto el poder contar con una poderosa herramienta de integración que permita costear el mantenimiento así como tomar decisiones sobre proyectos basadas en información obtenida de esta alianza.

Los beneficios que se visualizan es el acercamiento a las herramientas de la Industria 4.0, y poder de esta forma poder hablar de lo que se conoce hoy como “fabrica inteligente”, la instalación y uso de sensores en máquinas permitirá contar con información en línea y en tiempo real, entregando data necesaria para poder tomar decisiones de forma más directa, conocer patrones de cambio que permitan detectar alguna falla o bien si algún activo requiere de una mantención, estas y otras herramientas permitirán acompañar la planificación y programación del mantenimiento, además de una socialización del cambio que se necesita a nivel cultural y operacional. Lo que es corroborado por el trabajo de (De Geus, 1997, Abarca, 1994, y sus referencias contenidas) que indica que las

organizaciones deben ser consideradas como sistemas vivos, tal como un organismo biológico en un entorno de continua evolución y en crecimiento, dicho de otra forma, no considerar a la empresa solo como una forma o un medio para obtener ganancias a repartir entre sus accionistas. La investigación (De Geus, 1997, Abarca, 1994, y sus referencias contenidas), considera cuatro cualidades, estas son: sensibilidad al ambiente, identidad integrada, tolerancia a la experimentación y a la excentricidad y un enfoque financiero severo o riguroso. Por consiguiente, la difusión y socialización entre actores claves a la hora de implantar cambios resultan de vital importancia para no afectar la estrategia. Para ello se requiere considerar como parte de la estrategia y operación un plan comunicacional que permita integrar a los diferentes actores, según brechas etarias, para que todos puedan sentirse parte de la iniciativa. Lo que debe ser llevado a cabo en contexto de formación de líderes específicos que guíen el cambio (gestión autónoma).

Finalmente, desde una mirada de alertas sobre las transformaciones, la evidencia muestra, que no existe una mirada de amenaza sobre el modelo, ni tampoco sobre la utilidad del sistema de mantenimiento Máximo, siendo la principal preocupación la capacidad de incorporar a las personas con más antigüedad en la compañía, en donde la adaptabilidad puede ser un problema para seguir con el desarrollo normal del sistema. De acuerdo con el autor (De Geus A., 1997; Abarca, 1994, y sus referencias contenidas) muchas empresas u organizaciones fracasan porque sus políticas y prácticas están aterrizadas al lenguaje de la economía y las finanzas, es decir sus ejecutivos se focalizan solo en producir bienes y servicios, olvidando que las organizaciones constituyen una comunidad de personas que se encuentran en el negocio para mantenerse vivas. Bajo el mismo contexto (Abarca, 2004) señala que en una organización diversa la cual favorece la flexibilidad del trabajo, por sobre todo si tiene que desarrollarse y operar en varias culturas, los gerentes, subgerentes de empresas, ingenieros y ejecutivos necesitan desarrollar habilidades para escuchar de forma efectiva, junto con una actitud de empatía para comprender como el trabajador u operador mira su entorno y siente el mundo organizacional. Esta brecha es compleja de abordar socialmente, pues requiere, en algunas ocasiones, el reemplazo de personal por otro que evidencie el dominio de las tecnologías propias de la revolución industrial actual y de la transformación digital que se lleva a cabo de manera global. Se sugiere desarrollar un

plan de capacitación de reinserción laboral, que muestre el liderazgo de la empresa en estas materias, dando a través de ello las respuestas que la comunidad desea escuchar.

De la misma forma existe preocupación sobre la perseverancia y dar continuidad al sistema implantado, la cultura organizacional ha demostrado que si no se sostiene un modelo en el tiempo este termina por fracasar.

3.3 Estrategias de evidencias científicas

Para evidenciar las estrategias que se han seguido y dar rigor científico a esta investigación hemos utilizado:

Triangulación de informantes: Por el cual han participado en la recogida de datos diferentes grupos de personas en ambas plantas de la compañía, teniendo en cuenta: la implicación en relación con la empresa, la problemática abordada y la cobertura que los actores claves puedan entregar al estudio.

Triangulación de técnicas y fuentes: se han utilizado diferentes técnicas y recursos para recoger los datos. Entrevistas y, además, se ha combinado la observación publicada desde revistas de corriente principal, e informes de la empresa.

Observación prolongada: El proceso de observación en la empresa, considerando sus niveles y complejidades, ha sido prolongada, aproximadamente 9 años. Lo que ha permitido ir reconfirmando las afirmaciones que habían resultado de los diversos informantes.

Comentario de pares y comprobaciones con los participantes: En este criterio se han compartido los resultados y las interpretaciones de cada uno de los actores claves, quienes al mismo tiempo han sido participantes durante el estudio, han podido matizar las interpretaciones y reflexiones que han surgido del total de los datos analizados. Siendo estos comentarios muy enriquecedores para el propósito de este estudio.

Criterio del valor de verdad: Se refiere a la credibilidad o validez interna que pueda presentar la investigación, y que pesquise que todos los datos recogidos sean retrato de la realidad que se estudia, evitando de esta forma el sesgo del observador.

Finalmente se sabe que el fin último de estos datos no es la generalización, sino un punto de partida que permita la reflexión y la preparación de cambios organizacionales de los implicados en el proceso.

4. Conclusiones

Este trabajo muestra que es posible implantar un sistema de gestión de mantenimiento de activos en un contexto donde la comunidad interna se sienta incluida, a pesar de la existencia de brechas generacionales. Analizando para ello, las percepciones de la implantación de un sistema de gestión de mantenimiento de activos en una compañía dedicada a la producción de vidrio. En efecto, la evidencia encontrada, muestra que, desde el punto de vista de los actores claves, resulta de vital importancia, para alcanzar de manera tangible la estrategia y resultados de la compañía, no solo abordar la reducción de costos por medio de la implantación del modelo propuesto, sino que también encontrar variables selectas en materias de gestión de capital humano, donde la seguridad sea un atributo compartido por todos, lo que permita tangibilizar el modelo propuesto. Otra línea de desarrollo percibida como importante, es la creación y seguimiento de KPI que permitan llevar el control de la operación de manera simple y transversal, abordando desde la gestión de criticidad de equipos hasta las rutas de inspección. Finalmente, los entrevistados asumen en su mayoría, como relevante, el ser incluidos en el proceso de estudio que puede llevar a cabo una implantación más integral.

Este trabajo contribuye entonces, a la comprensión de la operación de la empresa de su capital humano y de cómo se valoran y tratan sus activos, para apoyar la toma de decisiones de inversión de nuevos equipos y gestión de activos.

Para abordar las brechas detectadas se propone el siguiente plan de acción:

- Preparar y adecuar a las personas, disminuyendo la sensación de complejidad asociada a una brecha tecnológica.
- Considerar como parte de la estrategia y operación un plan comunicacional que permita integrar a los diferentes actores, según brechas etarias.
- Abordar socialmente el reemplazo de personal por otro que evidencie el dominio de las tecnologías propias de la revolución industrial.

Referencias

- Abarca N., (2004), Los Desafíos para la Organización y los Individuos pp. 37-39, Inteligencia Emocional en el Liderazgo.
- Amendola L. J., (2002). Modelos Mixtos de confiabilidad. (fecha de consulta 24 agosto 2019). Recuperado de <http://www.mantenimientomundial.com/notas/0604AmendConf.pdf>
- Arata A., Revista Electro Industria, edición Julio (2015). Gestión de Activos Industriales. Optimizando el ciclo de vida del equipamiento productivo. (fecha de consulta 5 de septiembre 2019). Recuperado de <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=2570&tip=9&xit=gestion-de-activos-industriales-optimizando-el-ciclo-de-vida-del-equipamiento-productivo>
- Arata A. y Furlanetto L., (2005), Ingeniería de Mantenimiento y las Tecnologías de la Información y Las Comunicaciones pp. 214, Manual de Gestión de activos y Mantenimiento.
- Arata A. y Johns E., (2005), La Oportunidad para el Mejoramiento pp. 313, Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento.
- Arata A. (2005), Desarrollando una Estrategia de Mantenimiento pp. 34, Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento.
- Arata A. y Stegmaier R., (2005), Teoría de Confiabilidad aplicada a Sistemas pp. 120, Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento.
- Cross, (1988), Desarrollando una Estrategia de Mantenimiento, pp. 34, Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento, Arata A. y Furlanetto L. (2005).
- De Geus A., (1997), 2.1 La Interacción Persona y Organización pp. 51-53, Abarca N. (2004) Inteligencia Emocional en el Liderazgo.
- Dekker, (1996) Desarrollando una Estrategia de Mantenimiento, pp. 34, Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento, Arata A. y Furlanetto L., (2005).
- Herbert R. J. and Irene S. Rubin. (1995). Interviews as guided conversations. Pp. 122-144 in Qualitative interviewing: The art of hearing data. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Joyanes L., (2018), El Modelo Cuarta Revolución Industrial de Davos/Schwab pp. 14-15, Industria 4.0 La cuarta revolución industrial.
- Liang, Z., Liu, B., Xie, M., & Parlikad, A. K., (2019). Condition-based Maintenance for Long-Life Assets with Exposure to Operational and Environmental Risks. International Journal of Production Economics. 21(2), pp. 223-227.

- Miranda Montecinos, Alejandro. (2013). Plagio y Ética de La Investigación Científica. *Revista chilena de derecho*, 40(2), 711-726. (fecha de consulta 4 noviembre 2019). Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34372013000200016>
- Nilo E., (2005), Aplicaciones de Confiabilidad pp. 57, Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento, Arata A. y Furlanetto L.
- Nilo E., (2005), El Negocio del Mantenimiento pp. 49-50, Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento, Arata A. Y Furlanetto L.
- Palencia G., (2019), Gestión Integral de Mantenimiento Basada en Confiabilidad. (fecha de consulta 3 septiembre 2019). Recuperado de <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/gestion-integral-de-mantenimiento-basada-en-confiabilidad/>
- Pascual R., (2015), Revista Electro Industria, Gestión de Activos Industriales, Optimizando el Ciclo de Vida del Equipamiento Productivo. (fecha de consulta 3 septiembre 2019). Recuperado de <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=2570&tip=9&xit=gestion-de-activos-industriales-optimizando-el-ciclo-de-vida-del-equipamiento-productivo>
- Reporte Minero, enero (2019), Programa de Innovación en Manufactura Avanzada. (fecha de consulta 19 agosto 2019). Recuperado de <https://www.reporteminero.cl/noticia/noticias/2019/01/programa-de-innovacion-en-manufactura-avanzada-pretende-incrementar-las-capacidades-de-la-industria-minera>
- Reyes, L. (2015), Congreso Universitario de Enseñanzas Técnicas. *Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas*, Volumen III pp. 1604-1610. ISBN 978-84-9044-109-1. (fecha de consulta 4 noviembre 2019). Recuperado de https://books.google.cl/books?id=nXuqCQAAQBAJ&printsec=copyright&source=gbs_pub_info_r#v=onepage&q&f=false
- Suzuki, T. (1996). *TPM en Industrias de Proceso*. Productivity Press New York, New York.
- Viveros P., Stegmaier R., Kristjanpoller F., Barbera L., & Crespo A., (2013). Proposal of a maintenance management model and its main support tools. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 21(1), pp. 125-138. (fecha de consulta 28 agosto 2019). Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052013000100011>

4 CONCLUSIONES GENERALES

Este trabajo muestra que es posible implantar un sistema de gestión de mantenimiento de activos en un contexto donde la comunidad interna se sienta incluida, a pesar de la existencia de brechas generacionales. Analizando para ello, las percepciones de la implantación de un sistema de gestión de mantenimiento de activos en una compañía dedicada a la producción de vidrio. En efecto, la evidencia encontrada, muestra que, desde el punto de vista de los actores claves, resulta de vital importancia, para alcanzar de manera tangible la estrategia y resultados de la compañía, no solo abordar la reducción de costos por medio de la implantación del modelo propuesto, sino que también encontrar variables selectas en materias de gestión de capital humano, donde la seguridad sea un atributo compartido por todos, lo que permita tangibilizar el modelo propuesto. Otra línea de desarrollo percibida como importante, es la creación y seguimiento de KPI que permitan llevar el control de la operación de manera simple y transversal, abordando desde la gestión de criticidad de equipos hasta las rutas de inspección. Finalmente, los entrevistados asumen en su mayoría, como relevante, el ser incluidos en el proceso de estudio que puede llevar a cabo una implantación más integral.

Se estudió utilizando fuentes de información relevantes, donde se encontró suficiente evidencia respecto al mantenimiento y gestión de activos seguir.

También se analizó el nivel de conocimiento en cuanto a modelos de mantenimiento encontrando un desconocimiento por parte de los actores entrevistados.

Por consiguiente, este trabajo contribuye entonces, a la comprensión de la operación de la empresa de su capital humano y de cómo se valoran y tratan sus activos, para apoyar la toma de decisiones de inversión de nuevos equipos y gestión de activos.

Para abordar las brechas detectadas se propone el siguiente plan de acción:

- Preparar y adecuar a las personas, disminuyendo la sensación de complejidad asociada a una brecha tecnológica.

- Considerar como parte de la estrategia y operación un plan comunicacional que permita integrar a los diferentes actores, según brechas etarias.
- Abordar socialmente el reemplazo de personal por otro que evidencie el dominio de las tecnologías propias de la revolución industrial.

4.1 Propuesta para trabajos futuros

Con el objetivo de dar continuidad a este trabajo de tesis, hay varias tendencias de investigación que quedan pendientes, el campo del mantenimiento se está llevando y relacionando cada vez más con la Industria 4.0 o la fábrica inteligente, dando cabida a muchas herramientas en las que es posible continuar trabajando; algunas de ellas están directamente relacionadas con este trabajo de tesis y son el resultado de preguntas que han ido surgiendo durante el proceso de investigación, como otras que son más tangenciales a la investigación. A continuación, revisaremos trabajos futuros que pueden investigarse como conclusión de esta investigación:

- Realizar una investigación de los otros actores importantes de la industria del vidrio y como referente de operación, el estudio de la industria minera sería de gran aporte, lo que permitirá extender resultados, conociendo más de cerca los gaps de cada área, concluyendo de mejor manera la investigación.
- Otro punto importante es saber el comportamiento, progreso y entendimiento de las personas consideradas dentro del proyecto, lo que dependerá estrictamente del liderazgo y compromiso que muestre la implantación del sistema de gestión. Una evaluación adecuada en el tiempo permite conocer los líderes necesarios para poder ejercer un mantenimiento autónomo.
- Comparar y medirse con otras empresas con el objetivo de ver o medir el éxito del proyecto, el benchmarking nos entrega información útil y esencial para poder tomar decisiones correctas, no está mal medirse con otras empresas que se encuentren en este proceso.

- Ampliar los métodos utilizados para dar validez estadística a la propuesta, utilizando además otras técnicas cuantitativas. Análisis matemáticos como medición de tasa de fallas mediante la curva de Weibull, integración de herramientas sintomáticas al sistema de mantenimiento y de forma más profunda costeo del ciclo de vida o LCC (life cycle cost).
- Avanzar en cualquiera de estos temas, a través de co-guiar una nueva tesis del programa de Magíster en Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad del Desarrollo.
- Efectuar nuevamente encuestas ampliadas, en cuanto al funcionamiento del sistema implantado, permitiría saber en qué posición se encuentra la empresa, con el objetivo de inyectar nuevas capacitaciones de ser necesario, nombrar nuevos liderazgos, entre otras actividades.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abarca N., (2004), Los Desafíos para la Organización y los Individuos pp. 37-39, Inteligencia Emocional en el Liderazgo.

Amendola L. J., (2002). Modelos Mixtos de confiabilidad. (fecha de consulta 24 agosto 2019). Recuperado de <http://www.mantenimientomundial.com/notas/0604AmendConf.pdf>

Arata A., Revista Electro Industria, edición Julio (2015). Gestión de Activos Industriales. Optimizando el ciclo de vida del equipamiento productivo. (fecha de consulta 5 de septiembre 2019). Recuperado de <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=2570&tip=9&xit=gestio-n-de-activos-industriales-optimizando-el-ciclo-de-vida-del-equipamiento-productivo>

Arata A. y Furlanetto L., (2005), Ingeniería de Mantención y las Tecnologías de la Información y Las Comunicaciones pp. 214, Manual de Gestión de activos y Mantenimiento.

- Arata A. y Johns E., (2005), La Oportunidad para el Mejoramiento pp. 313, Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento.
- Arata A. (2005), Desarrollando una Estrategia de Mantenimiento pp. 34, Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento.
- Arata A. y Stegmaier R., (2005), Teoría de Confiabilidad aplicada a Sistemas pp. 120, Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento.
- Cross, (1988), Desarrollando una Estrategia de Mantenimiento, pp. 34, Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento, Arata A. y Furlanetto L. (2005).
- De Geus A., (1997), 2.1 La Interacción Persona y Organización pp. 51-53, Abarca N. (2004) Inteligencia Emocional en el Liderazgo.
- Dekker, (1996) Desarrollando una Estrategia de Mantenimiento, pp. 34, Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento, Arata A. y Furlanetto L., (2005).
- Herbert R. J. and Irene S. Rubin. (1995). Interviews as guided conversations. Pp. 122-144 in Qualitative interviewing: The art of hearing data. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Joyanes L., (2018), El Modelo Cuarta Revolución Industrial de Davos/Schwab pp. 14-15, Industria 4.0 La cuarta revolución industrial.
- Liang, Z., Liu, B., Xie, M., & Parlikad, A. K., (2019). Condition-based Maintenance for Long-Life Assets with Exposure to Operational and Environmental Risks. International Journal of Production Economics. 21(2), pp. 223-227.
- Miranda Montecinos, Alejandro. (2013). Plagio y Ética de La Investigación Científica. Revista chilena de derecho, 40(2), 711-726. (fecha de consulta 4 noviembre 2019). Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34372013000200016>
- Nilo E., (2005), Aplicaciones de Confiabilidad pp. 57, Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento, Arata A. y Furlanetto L.
- Nilo E., (2005), El Negocio del Mantenimiento pp. 49-50, Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento, Arata A. Y Furlanetto L.

- Palencia G., (2019), Gestión Integral de Mantenimiento Basada en Confiabilidad. (fecha de consulta 3 septiembre 2019). Recuperado de <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/gestion-integral-de-mantenimiento-basada-en-confiabilidad/>
- Pascual R., (2015), Revista Electro Industria, Gestión de Activos Industriales, Optimizando el Ciclo de Vida del Equipamiento Productivo. (fecha de consulta 3 septiembre 2019). Recuperado de <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=2570&tip=9&xit=gestion-de-activos-industriales-optimizando-el-ciclo-de-vida-del-equipamiento-productivo>
- Reporte Minero, enero (2019), Programa de Innovación en Manufactura Avanzada. (fecha de consulta 19 agosto 2019). Recuperado de <https://www.reporteminero.cl/noticia/noticias/2019/01/programa-de-innovacion-en-manufactura-avanzada-pretende-incrementar-las-capacidades-de-la-industria-minera>
- Reyes, L. (2015), Congreso Universitario de Enseñanzas Técnicas. Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Volumen III pp. 1604-1610. ISBN 978-84-9044-109-1. (fecha de consulta 4 noviembre 2019). Recuperado de https://books.google.cl/books?id=nXuqCQAAQBAJ&printsec=copyright&source=gbs_pub_info_r#v=onepage&q&f=false
- Suzuki, T. (1996). TPM en Industrias de Proceso. Productivity Press New York, New York.
- Viveros P., Stegmaier R., Kristjanpoller F., Barbera L., & Crespo A., (2013). Proposal of a maintenance management model and its main support tools. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 21(1), pp. 125-138. (fecha de consulta 28 agosto 2019). Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052013000100011>

6 ANEXOS



Plagiarism Checker X Originality Report

Similarity Found: 5%

Date: martes, diciembre 17, 2019

Statistics: 382 words Plagiarized / 8010 Total words

Remarks: Low Plagiarism Detected - Your Document needs Optional Improvement.

Implantación de un Sistema de Mantenimiento de Activos en la Industria del Vidrio:

