

LA PROSPECTIVA DEL MANTENIMIENTO EN UN ENFOQUE CENTRADO EN CONFIABILIDAD. CASO: SISTEMAS GRÚAS ECL MULTIFUNCIONES DE LOS COMPLEJOS DE REDUCCIÓN I Y II DE CVG VENALUM

Izquierdo Henry

Universidad Nacional Experimental de Guayana, Guayana, Venezuela, hizquier@uneg.edu.ve

Areinamo Pedro

Venalum, Estado Bolívar, Veneuela, pedro.areinamo@venalum.com.ve

Resumen

El presente trabajo plantea el diseño de un modelo de gestión gerencial de mantenimiento centrado en confiabilidad para los sistemas grúas ECL multifunciones de los complejos de reducción I y II, de CVG Venalum. La investigación se fundamentó en la prospectiva estratégica y el análisis estructural, Godet (1997), la metodología de la investigación es de tipo descriptiva, y el nivel explicativo y de campo asociada a un proyecto factible, el cual se sustenta bajo la utilización herramientas de la ingeniería tales como; el análisis estadístico operacional de los sistemas. La población seleccionada se constituyó 20 sistemas, idénticos en su diseño, mantenimiento y operación, tomando para el estudio la totalidad de ellos. Se diseñó un cuestionario para la evaluación y diagnóstico del modelo de gestión de mantenimiento actual, utilizando la escala Likert, validada por el método Delphi y la confiabilidad del instrumento fue medida, por el Alpha de Crombach, arrojando resultados de aceptación del 66% del sistema de gestión actual y del 63% para la toma de decisiones. Se presentaron acciones que permitan mejorar el desempeño del mantenimiento, las cuales representó el paso final de la metodología diseñada, como base para el mantenimiento y adecuación a otros sistemas. La investigación impulsa la generación de una nueva visión gerencial estratégica orientada a la gestión del mantenimiento y con su respectiva implementación de ahí que este constituya un diseño de modelo general de mantenimiento para toda la Planta.

Palabras claves: Modelo de gestión, Modelo de mantenimiento, Gestión por confiabilidad, Análisis prospectivo.

Abstract

This paper presents the design of a management model centered maintenance management for systems reliability ECL cranes multifunction complexes I and II reduction of CVG Venalum. The research is based on strategic foresight and structural analysis, Godet (1997), the methodology fits the descriptive research and explanatory level and field associated with a feasible project, which is based on the use of tools such as engineering and statistical analysis system operational. The target population is made up of 20 sets, identical in design, maintenance and operation, taking to study all of them. We designed a questionnaire for the assessment and diagnosis of maintenance management model now, using the Likert scale, validated by the Delphi method and instrument reliability was measured by Cronbach's Alpha, yielding results of acceptance of 66% of the system current management and 63% for decision-making. The proposed actions aimed at improving the performance of maintenance, which represent the final step in a methodology designed as a basis for the maintenance and adaptation to other systems. Research fuels the generation of a strategic

management vision maintenance management and implementation motivates the design of a general model of maintenance for entire plant.

Keywords: Model Management, Model maintenance for reliability management, Prospective analysis.

1. INTRODUCCIÓN

Las organizaciones exitosas funcionan con una visión compartida, acorde con los más rigurosos principios de eficiencia orientados hacia calidad y sustentabilidad. Los modelos de gestión permiten alcanzar los objetivos estratégicos mediante una serie de estrategias, que se circunscriben en la optimización de los procesos. El enfoque centrado en la gestión y el pensamiento disciplinado, conlleva a la utilización de los modelos de gestión integrales y estratégicos a través de la alineación de los factores estratégicos (la Misión, la Visión, y los Objetivos). El proceso investigativo plantea el diseño e implementación posterior de un modelo de gestión gerencial de mantenimiento centrado en confiabilidad (MGGMCC), tomando como prototipo los sistemas grúas ECL multifunciones de los complejos de reducción I y II en CVG Venalum, la cual se orientada a responder la debilidad del modelo de gestión del mantenimiento actual. La propuesta se soporta en un diagnóstico de la situación existente, de ahí la elaboración de un cuestionario donde se definen las variables, las cuales fueron determinadas por el método Delphi y la teoría de consenso grupal, analizando aquellos factores que intervienen en los procesos y proponer la implantación de un modelo para la toma de decisión permanente, promoviendo el uso de las nuevas tecnologías desarrolladas para el control eficiente del mantenimiento, disminuyendo al máximo los fallos de los activos, en un contexto operacional específico que impacte sobre los costos, la calidad del producto, la seguridad del personal y del medio ambiente. La propuesta se enmarca dentro del estudio proyecto factible, con nivel de conocimiento descriptivo y explicativo que constituye la elaboración de un diagnóstico para profundizar sobre qué se ha hecho hasta el momento y hacer una propuesta para el futuro, asimismo, prevé el marco de lineamientos y directrices que permite dinamizar el entorno, iniciándose con una revisión bibliográfica de la cual se construye el marco teórico que abarca tópicos referidos a la organización, el mantenimiento, los modelos de gestión y toma de decisiones. Los resultados obtenidos permitieron elaborar un modelo de gestión gerencial del mantenimiento con una estructura innovadora acorde con los nuevos tiempos, con objetivos estratégicos claramente definidos, enmarcados en las nuevas perspectivas de la organización. Finalmente se elaboran las conclusiones y recomendaciones para contribuir con los objetivos funcionales de la organización hacia un servicio de calidad al cliente.

MARCO LEGAL

La propuesta se apoya en documentación escrita y electrónica, con el propósito de controlar todas las acciones para el logro de los objetivos planteados, a fin de asegurar que todo el personal de las unidades sujetas a la investigación utilice los mismos procedimientos normativos e instrucciones de trabajo de manera consistente, por lo tanto requiere tener un cuerpo legal y jurídico. Este instrumento legal permitirá regular la conformación, organización y funcionamiento del modelo planteado.

El marco legal vinculante al modelo de gestión gerencial de mantenimiento centrado en confiabilidad propuesto, se fundamenta en la Ley Orgánica Lineamientos para mantener los bienes y activos del Estado venezolano.

ANÁLISIS ESTRUCTURAL PROSPECTIVO

El enfoque prospectivo tiene como objeto el análisis del futuro, es decir, el tiempo que no ha llegado todavía, que requiere de una rigurosa organización del conocimiento disponible, que incluye la planificación el pronóstico y la proyección, Godet (1997). Planear el futuro tiene como meta definir respuestas apropiadas, donde se debe tener en cuenta que el camino a seguir, es frecuentemente más

México, Cancun

August 14-16, 2013

importante que el objetivo del mismo, es decisivo entonces, no limitarse a considerar los campos observados, sino observar con proyección de futuro, a fin de clarificar la visión del tiempo que no llegado todavía, pero que además, muestran una visión del presente, contrastando de esta manera con la tendencia a asumir, que lo que ha sido siempre será igual, es por ello, que un estudio del futuro debe conducir a una percepción balanceada, donde ningún componente es más importante que otro.

La prospectiva prevé situaciones hipotéticas futuras y sus consecuencias a partir de un análisis pormenorizado de las tendencias, que explícita o implícitamente subyacen en la información cuantitativa y cualitativa que se poseen en el presente, entonces la anticipación prospectiva no es pues determinista, es aleatoria y probabilística y lleva implícita acciones que se hacen futuribles para actuar desde el presente buscando siempre optimizar resultados, mediante la anticipación, la objetividad, el método científico, la técnica y las tecnologías, pero sin olvidar los valores subjetivos en un estudio de la realidad y de los proceso de cambio.

Al realizar la operación de observar el futuro hay que elegir un punto de vista o enfoque de entre distintas alternativas, lo mismo que ocurre al observar el pasado, pues no hay observación sin un filtro de información, marco u óptica a través de la cual se mire el campo de objetos. Estos filtros de información, en la observación del futuro puede incluir, como aspectos más relevantes de entre otros muchos, los siguientes: *El enfoque normativo*, el cual se construye de una descripción de un futuro deseable, que supone la misma acción cuando se planifica o desarrolla una actividad o se diseña un objeto o proceso según métodos bien documentados y el *enfoque descriptivo*, que construye dos tipos básicos de imágenes del futuro: **Futuros posibles**, que ayuda a seleccionar la mejor de todas las posibles alternativas, en una directriz donde su realización se describe en estados de cosas consideradas irrealizables, y los **futuros probables**, que establece que la anticipación del futuro puede emplearse también para ayudar a afrontar lo que se considera inevitable.

1.1. ENFOQUE GENERAL DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

La gestión de mantenimiento se define como la efectiva y eficiente utilización de los recursos materiales, económicos, humanos y de tiempo para alcanzar los objetivos de mantenimiento. Norma COVENIN 3049 (1993). La misma se orienta a la búsqueda de metas comunes que deben ser desarrolladas y entendidas con el fin de reducir las restricciones, cuya consecución será un éxito para la organización y por ende para el negocio.

La gestión de mantenimiento tiene como finalidad conservar o restituir los equipos de producción a unas condiciones que les permitan cumplir con la función requerida, utilizando una serie de métodos y técnicas específicas para la resolución de problemas muy concretos, ligados por completo al proceso de toma de decisiones en mantenimiento y se aplica a todo, componente, unidad funcional, equipo o sistema que pueda considerarse individualmente, los cuales requieren de altos niveles de eficacia para ser competitivos.

Lo anterior da lugar a establecer que la gestión del mantenimiento, es un parámetro de frecuencia para evaluar, a través de la planificación, ejecución y el control, el conjunto de acciones propias de la función, que permite el uso eficiente de los recursos con que cuenta la organización, para alcanzar objetivos que satisfagan los requerimientos de los diferentes grupos de interés, cuyo objetivo básico es satisfacer la disponibilidad de los sistemas operativos. En relación a esto último, la gestión del mantenimiento abarca un aspecto muy amplio y se puede conceptualizar como un proceso sistémico para la correcta disposición de los recursos, que debe asegurar el constante y adecuado desempeño de los bienes y activos administrativos. En la Figura 1, se muestra el desarrollo histórico de la gestión de mantenimiento a nivel mundial.



Figura 1. Evolución histórica de la gestión de mantenimiento a nivel mundial. Fuente: Navas, (2005)

1.2. ENFOQUE DE CONFIABILIDAD

Confiabilidad operacional

La confiabilidad operacional es la capacidad que tiene una organización, a través de los procesos, las tecnologías y las personas, para cumplir con su propósito dentro de los límites del diseño y de las condiciones operacionales, Arata (2009), que requiere de modelos analíticos y probabilísticos complejos ya que las instalaciones industriales, se caracterizan por una gran cantidad de equipos que se encuentran en diferentes fases de sus ciclos de vida operativa y donde el uso de los mismos tienen un rol significativo.

Se considera en este aspecto una serie de procesos de mejora continua que incorporan en forma sistemática herramientas de diagnóstico, metodologías de análisis y nuevas tecnologías, para organizar la gestión, la planeación, la ejecución y el control, asociados con la producción, el abastecimiento y el mantenimiento industrial las cuales se nombran a continuación: *Confiabilidad de los procesos, mantenibilidad de los equipos, confiabilidad de los equipos y la confiabilidad humana.*

Confiabilidad humana

En los últimos tiempos, las organizaciones están considerando la gestión de sus activos físicos, como una fuente importante de oportunidad para mejorar la competitividad y la confiabilidad operacional de las instalaciones, con los efectos positivos sobre el negocio, Arata (2009). Este nuevo escenario ha obligado a las unidades a asumir el desafío tomando la responsabilidad que le corresponde, no solo en las tareas asociadas, si no que adicionalmente relacionándolos la confiabilidad de las personas.

Desde esa perspectiva, la confiabilidad humana es un conjunto de factores, propios de las competencias laborales, que se relacionan con la predicción, análisis y reducción del error humano, focalizándose sobre el rol de la personas en los sistemas de gestión, tales como: *Gerencia del desempeño, formación por competencia, gestión del conocimiento y trabajo en equipo.*

Confiabilidad de mantenimiento

Se entiende que la confiabilidad de mantenimiento, es un parámetro, que explora la capacidad de respuesta de los equipos, para que estos no fallen estando en servicio, es por ello, que se han desarrollado enfoques conjuntos de las políticas de mantenimiento orientando conceptos de cómo optimizar la práctica del mantenimiento, desarrollando aspectos teóricos, creando un enfoque basado en los parámetros de control en la gestión del mantenimiento, en tal sentido, si se tiene un equipo sin

falla, se dice que el equipo es ciento por ciento confiable. Nava (2009), define la confiabilidad de mantenimiento, como la probabilidad de que un componente o equipo no fallará estando en servicio durante un período de tiempo determinado, cuando es operado en condiciones normales de diseño.

La confiabilidad de mantenimiento es una metodología utilizada para determinar sistemáticamente, que debe hacerse para asegurar que los activos físicos continúen haciendo lo requerido por el usuario en un contexto operacional presente y se debe aplicar a los equipos o sistemas críticos para la producción, la seguridad y el ambiente, los equipos o sistemas con altos costos de mantenimiento, y aquellos equipos los cuales presentan patrones de fallas de alta frecuencia.

La confiabilidad de mantenimiento basa su estructurada de análisis a partir de la información específica de los equipos y la experiencia de los usuarios y que trata de determinar las políticas de mantenimiento más efectivas, donde el resultado de cada estudio en particular, es una lista de acciones de mantenimiento, programas y responsabilidades, y estas a su vez, dan por resultado una mejor disponibilidad, y rendimiento operativo de los procesos productivos.

Un aspecto asociado directamente a la confiabilidad de mantenimiento, es la mantenibilidad, definida como la probabilidad de que un objeto o sistema sea reparado durante un período de tiempo establecido, cuando su mantenimiento es realizado de acuerdo a procedimientos preestablecidos Sambrano (2005). Se entiende entonces, que la mantenibilidad es una característica inherente de un activo, asociada a su capacidad de ser recuperado para el servicio programado y no programado a partir de la ejecución de tareas de mantenimiento. En la práctica, se puede expresar en términos de factores de: frecuencia de mantenimiento, tiempo empleado en mantenimiento y costos de mantenimiento.

De aplicar una buena mantenibilidad, resulta una alta confiabilidad de los procesos, hecho que derivará en una alta disponibilidad de los mismos, en referencia a ello, la disponibilidad se expresa como la probabilidad de que un equipo realice las funciones requeridas en un instante o período de tiempo determinado, siempre que sea operado y mantenido de acuerdo con los procedimientos establecidos Arata (2009)

La disponibilidad es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un sistema o equipo para que esté disponible y pueda cumplir la función para la cual fue destinado. En este aspecto, los factores que influyen sobre la disponibilidad, se definen como: El tiempo promedio entre fallas (TPEF) y el tiempo promedio fuera de servicio (TPFS)

Como resultado de establecer una acertada política de mantenibilidad, confiabilidad y disponibilidad de los procesos, da como resultado el tiempo óptimo de vida útil de los mismos Tavares (2007), entiende por vida útil de un equipo o sistema, como al lapso de tiempo durante el cual, el equipo rinde el servicio deseado bajo condiciones competitivas de operación, de esta forma, la vida de un equipo o sistema de equipos, es una función, de su diseño, de su construcción, de su operación y de sus relaciones con el ambiente. Por tales razones, en el momento en el cual un equipo o dispositivo empieza a incrementar su tasa de fallas luego de un tiempo de operación prolongado, se puede afirmar que ha llegado el momento de reemplazarlo ya que su número de fallas y el costo generado por el impacto de las fallas irá en aumento, en ese momento se puede determinar que ha concluido su vida útil.

Modelo de gestión gerencial de mantenimiento centrado en confiabilidad

El enfoque del mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC), introduce nuevas herramientas o formas para monitorear las condiciones de los procesos y su impacto en los costos, fortaleciéndolo con mejores inspecciones rutinarias, mejor lubricación, alineación de precisión, detallados procedimientos de ejecución de las tareas, adiestramiento especializado y el análisis de criticidad y el

México, Cancun

August 14-16, 2013

análisis de causas raíz, entre otros, todo esto soportado en un recurso humano, que garantice la calidad de la ejecución de las tareas. Sambrano (2005), expresa que en la práctica, el MCC puede apreciarse por el comportamiento que tienen cuatro factores llamados universales para todo recurso por conservar como son: a) La edad del equipo, b) el impacto del medio ambiente donde opera, c) la carga de trabajo y d) las mediciones o pruebas de funcionamiento.

Las consideraciones anteriores, nos llevan a plantear un modelo de gestión de mantenimiento, para un desempeño en diferentes escenarios, adaptado a los nuevos tiempos, con indicadores que permitan la toma de decisiones a todos los niveles de la organización y radica entre otros aspectos, en una evolución de la gestión del mantenimiento, pasando del mantenimiento preventivo y predictivo a lo que hoy se conoce como el enfoque de MCC, asociando el recurso humano, los procesos y la tecnología, para maximizar el rendimiento de los activos.

Se determina que existe una oportunidad de mejora en la organización y de ahí se propone un MGGMCCC ya que se evidencia la carencia de un modelo de gestión de mantenimiento, basado en indicadores estratégicos, a fin de monitorear de manera integral el desempeño del mismo, aspecto que impacta en los costos de producción y que disminuye la eficiencia. Es factible llenar el vacío que se percibe y surge la necesidad de crear y aplicar nuevas estrategias para controlar la gestión del mantenimiento en la organización, ello con el fin, de alcanzar una mayor competitividad empresarial, apoyándose, entre otros aspectos, en la utilización de mejores técnicas disponibles para la conservación funcional de los activos, provocando así un cambio sistemático en la gestión gerencial, encaminado a la aplicación de indicadores con una visión proactiva, progresiva y constructiva, ello con el fin de tomar decisiones acertadas en función de optimizar los procesos.

2. METODOLOGÍA

La metodología para el estudio se circunscribe a una población de 20 sistemas (grúas ECL multifunciones) de los complejos de reducción I y II de CVG Venalum, donde no fue necesario establecer muestra, ya que se trabajó con la totalidad de los sistemas señalados.

La investigación se estructuró de la siguiente manera:

Se elaboró el instrumento (cuestionario) para recolección de datos y en consecuencia la validación y fiabilidad del mismo. Los empleados adscritos al área de investigación, representaron los informantes claves, ya que son las personas que conocen sobre las actividades diarias llevadas a cabo a los equipos mencionados, de modo que estos fueron indispensables para obtener los datos que aportaron los elementos fundamentales para lograr los objetivos planteados.

La unidad de análisis estuvo referida a los factores que afectan al modelo de gestión de mantenimiento aplicado a los sistemas sujeto de estudio, tales como; política de mantenimiento, planes y programas de mantenimiento, planes de procura de partes y repuestos, indicadores de gestión de mantenimiento; cantidad de fallas (CF) Tiempos de Fallas (TF), confiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad y el entrenamiento del personal, entre otros.

Se definieron las variables de la investigación, partiendo de los objetivos planteados con el propósito de facilitar su medición, desde de su nivel general hasta su nivel específico. El procedimiento que se llevó a cabo para la recolección de la información a fin de determinar las variables con influencia y dependencia que afectan al modelo se realizó mediante el método Delphi y el análisis estructural prospectivo propuesto por Godet (2007). Se planteó la variable independiente como; *Diagnóstico el modelo actual de gestión de mantenimiento* y como variable dependiente; *la toma de decisiones gerenciales sobre el modelo actual de gestión de mantenimiento*.

Se evaluaron los factores incidentes en el proceso de gestión (factores externos e internos) para ello se estructuró el análisis de las oportunidades, amenazas fortalezas y debilidades FODA.

México, Cancun

August 14-16, 2013

El diseño del prototipo se realizó partiendo de formulación de las estrategias planteadas, se establecieron los aspectos organizativos, partiendo de los objetivos estratégicos, se realizó el análisis de criticidad, se establecieron cuatro perspectivas (cliente, finanzas, proceso y crecimiento y aprendizaje), utilizando la estrategia del cuadro de mando integral (CMI), asimismo, se establecieron los indicadores de control y seguimiento con sus respectivos valores meta y se determinó el sistema de información a utilizar.

Con base en el diagnóstico y demás elementos relacionados con los objetivos de la investigación, se define el modelo propuesto, aplicando el enfoque de mantenimiento centrado en confiabilidad, para ello, se organizaron los datos y se creó el prototipo utilizando el software Rel-mant versión 2001.

3. RESULTADOS

Del diagnóstico del modelo de gestión actual, mediante la aplicación del cuestionario, en referencia al *sistema de gestión*, el 66% de los participantes en el análisis, manifestaron que conocen y comparten el sistema de gestión, dejando una brecha de 34%; que manifiesta no conocerlo. De la misma forma se obtuvo un promedio de 63% de aceptación para la *toma de decisiones*, apreciándose una brecha de descontento de 37%. Se determina que existen brechas que debe ser aprovechada por dirección como oportunidades de mejora.

La evaluación FODA, indica que los factores internos, se ubicaron en 2.32%, vs 2.5%, valor mínimo admisible ponderado; indicando que en el modelo de gestión de mantenimiento actual prevalecen ligeramente las debilidades sobre las fortalezas. En los factores externos el resultado obtenido es de 2.56%, vs 2.5%, valor mínimo admisible ponderado, reflejando la disposición de la alta gerencia en el uso eficiente de los recursos.

En la *perspectiva cliente*, el indicador de confiabilidad, se ubicó en 58.92% vs 92% y el indicador de mantenibilidad, se ubicó en 31.55% vs 60%, más sin embargo, el indicador de disponibilidad se ubicó en 94.77% vs 94%, se refleja entonces, que los sistemas están disponible para operar en un período de tiempo dado y los mismos no son confiables para garantizar las operaciones, por lo tanto, la estrategia de mantenibilidad debe ser revisada a profundidad, a fin de garantizar la confiabilidad de los sistemas. Por otra parte, el indicador satisfacción al cliente, se ubicó en 100%.

En la *perspectiva finanzas*, el indicador costo por lucro cesante, se ubicó en 0.83% vs 0.17% indicado que el lucro cesante ocasionado por paradas de equipos, está por encima del valor meta. En referencia a los indicadores; costo de horas hombres relacionados con el mantenimiento y el costo de mantenimiento relacionado con la producción se ubicaron en 0% ya que no están controlados.

En la *perspectiva proceso*, el indicador grado de control de mantenimiento, se ubicó en 69% vs 100%, el indicador eficiencia de la ejecución de los programas de mantenimiento, se ubicó en 65.5% vs 100%, el indicador eficiencia del servicio de ingeniería de mantenimiento, se ubicó en 87.5% vs 100%, el indicador eficiencia del servicio planificación de mantenimiento, se ubicó en 80.5% vs 100%. Por otra parte, los indicadores necesidades para implementar del modelo de gestión, estrategias para implementar del modelo de gestión y acciones para implementar el modelo de gestión, se ubicaron en 0% vs el 100%, ya no están controlados.

En la *perspectiva conocimiento y aprendizaje*; el indicador entrenamiento al personal, se ubicó en 67.14% vs 100% y los indicadores; fortalecer las competencias del personal, información útil publicada, evaluación del desempeño y la formación profesional del personal, se ubicaron en 0% vs el 100% ya no están controlados.

A continuación el Cuadro 1, muestra las perspectivas estratégicas, los objetivos estratégicos y las iniciativas estratégicas definidas para el modelo de gestión propuesto.

Cuadro 1

Objetivos estratégicos e indicadores relacionados con las perspectivas planteadas

	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	INDICADORES DE CONTROL	INICIATIVA ESTRATÉGICA
Perspectiva cliente	1-Minimizar la tasa de fallas de los sistemas 2-Maximizar los tiempos de operación de los sistemas 3-Minimizar los tiempos de fallas de los sistemas	1-Confiability de los sistemas complejo I 2-Mantenibilidad de los sistemas complejo I 3-Disponibilidad de los sistemas complejo I 4-Confiability de los sistemas complejo II 5-Mantenibilidad de los sistemas complejo II 6-Disponibilidad de los sistemas complejo II	1-Establecer plan de entrenamiento al personal 2-Garantizar la oportunidad y calidad de los recursos 3-Garantizar la oportunidad de la procura del mantenimiento 4-Garantizar la calidad del mantenimiento 5-Garantizar el uso eficiente de las operaciones
	4-Mejorar la calidad del servicio	7-Satisfacción al cliente	1-Promover encuestas de satisfacción al cliente
Perspectiva Finanzas	1-Minimizar el costo por lucro cesante por fallas de los sistemas	1-Costo por lucro cesante	1-Minimizar la cantidad y los tiempos de fallas 2-Establecer plan de entrenamiento al personal
	2-Controllar el costo relacionado al personal ejecutor de mantenimiento	2-Costo por horas hombres relacionadas al mantenimiento	1-Optimizar los planes y programas de mantenimiento
	3-Controllar el costo de mantenimiento relacionado con la producción	3-Costo de mantenimiento relaciono a la producción	1-Optimizar los planes y programas de mantenimiento 2-Minimizar la cantidad y los tiempos de fallas
Perspectiva Proceso	1-Controllar las necesidades para implementar el modelo de gestión	1-Necesidades para implementar del modelo de gestión	1-Controllar la ejecución de las necesidades planteadas 2-Establecer plan de entrenamiento al personal
	2- Controllar las estrategias para implementar el modelo de gestión	2-Estrategias para implementar el modelo de gestión	1-Garantizar las estrategias para implementar el modelo de gestión
	3- Garantizar la acciones para implementar el modelo de gestión	3-Acciones para implementar el modelo de gestión	1-Garantizar acciones para implementar el modelo de gestión
	4-Mejorar el grado de control de la ejecución de mantenimiento	4-Grado de control de mantenimiento	1-Uso eficiente del recurso humano
	5-Maximizar el cumplimiento de los programas de mantenimiento	5-Eficiencia de la ejecución de los programas de mantenimiento	1-Uso eficiente de los recursos asignados 2-Establecer plan de entrenamiento al personal
	6-Mejorar la eficiencia del servicio de ingeniería de mantenimiento	6-Eficiencia del servicio ingeniería de mantenimiento	1-Garantizar el servicio de análisis de gestión y desarrollo de proyectos en calidad y oportunidad
	7-Mejorar la eficiencia del servicio planificación y control del mantenimiento	7-Eficiencia del servicio planificación y control de mantenimiento	1-Garantizar los planes y programas de mantenimiento en calidad y oportunidad
Perspectiva Conocimiento y aprendizaje	Fortalecer las competencias del personal	1-Fortalecer las competencias del personal	1-Establecer plan de competencias al personal
	Fortalecer la gestión del conocimiento	1-Información útil publicada	1-Diseñar el sistema de gestión del conocimiento
	Fortalecer el compromiso con la organización	1-Evaluación del desempeño	1-Hacer encuesta situacional de compromiso
	Desarrollar el capital humano	1-Formación profesional del personal	1-Determinar necesidades de formación profesional 2-Establecer y ejecutar el plan de formación
	Fomentar plan de entrenamiento	1-Entrenamiento al personal	1-Evaluar las capacidades según el rol de los empleados 2-Establecer plan de entrenamiento y desarrollo

De los aspectos referidos al planteamiento del problema, el marco teórico y la evaluación de los factores que intervienen en el modelo de gestión actual, a continuación en la Figura 2, se presenta la estructura organizacional, secuencia e interrelación del modelo de gestión propuesto.

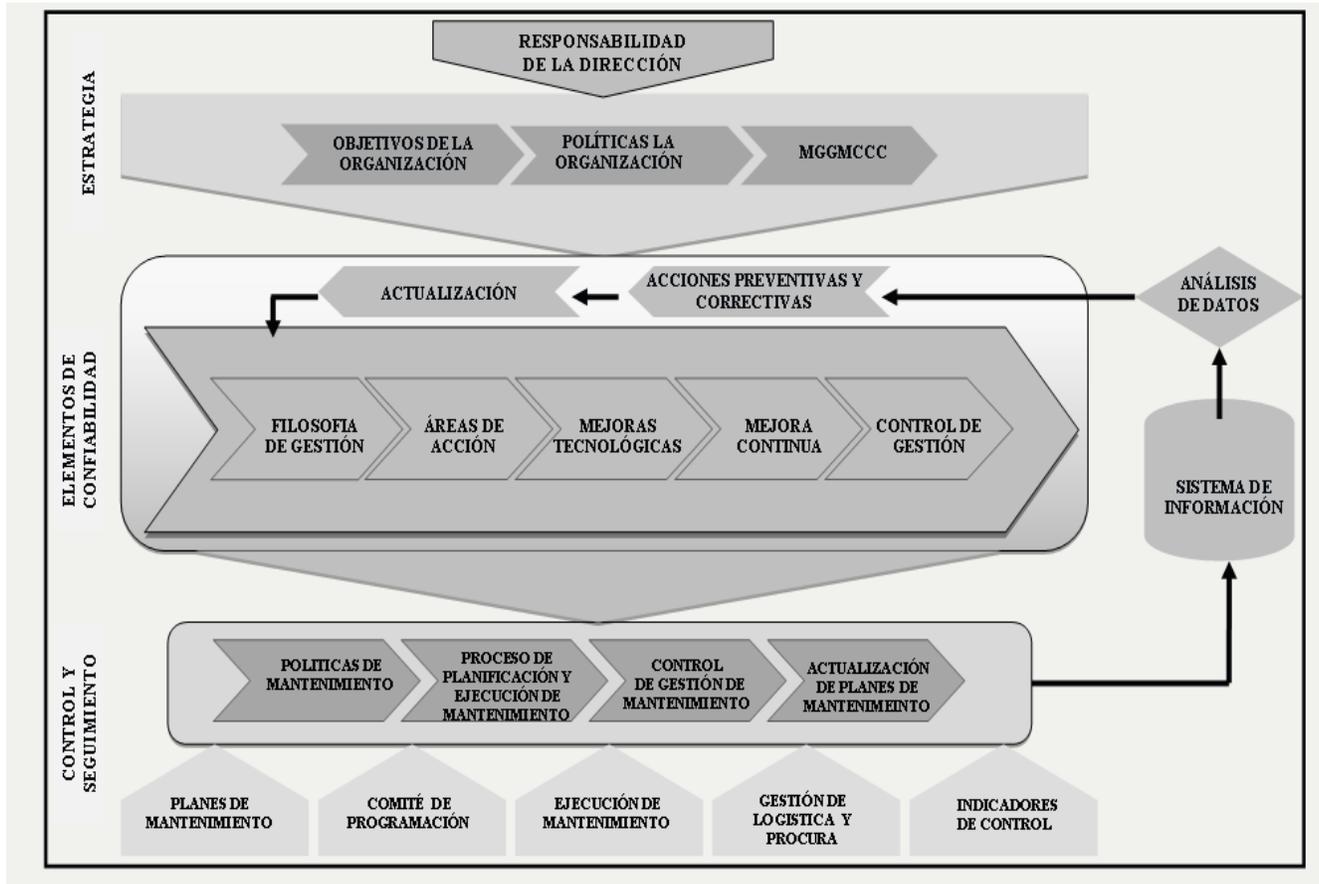


Figura 2. Modelo de gestión gerencial de mantenimiento centrado en confiabilidad propuesto para los sistemas grúas ECL multifunciones de los complejos I y II de CVG Venalum. Fuente: elaborado con datos propios, (2012)

CONCLUSIONES

1. La investigación está orientada hacia un entorno muy restringido del proceso productivo, es decir, el sector está representado por los sistemas grúas ECL multifunciones de los complejos de reducción I y II de CVG Venalum.
2. De la aplicación del cuestionario, en lo que respecta al *sistema de gestión*, el 66% de los participantes, manifestaron que conocen y comparten el sistema, dejando una brecha del 34%; que manifiesta no conocerlo o estar en desacuerdo con el mismo. De la misma forma se obtuvo un promedio de 63% de aceptación para la *toma de decisiones*, apreciándose una brecha de descontento de 37%.
3. El análisis FODA, muestra que los factores internos se ubicaron en 2.32% vs 2.5%, indicando que en el modelo de gestión de mantenimiento actual prevalecen ligeramente las debilidades sobre las fortalezas y los factores externos se ubicaron en 2.56% vs 2.5%, reflejando la disposición de la alta gerencia en el uso eficiente de los recursos.
4. El modelo propuesto es el resultado de una metodología sistémica, que permite consensuar dentro de cualquier grupo de mantenimiento, partiendo de información real y oportuna para establecer acciones preventivas y correctivas a fin de minimizar el impacto de los fallos y aumentar la confiabilidad de los sistemas.
5. Implementar un MGGMCC, deriva de una propuesta para hacer el mantenimiento más armonioso, eficiente, seguro y eficaz, a fin de minimizar los costos, optimizar los sistemas e incrementar la productividad y competitividad de la organización.

REFERENCIAS

- Arata, A. (2009). *Ingeniería y gestión de la confiabilidad operacional en las plantas industriales*. Santiago, Chile: Editorial Ril. Segunda Edición.
- Arias, F. (2006). *El Proyecto de investigación*. Caracas, Venezuela: Editorial Episteme. Quinta edición.
- Kaplan, R. & Norton, D. (2007). *Cómo utilizar el Cuadro de Mando Integral Para implantar y gestionar su estrategia*. Barcelona, España.: Editorial Gestión 2000. Séptima Edición.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN norma 3049, (1993). *Mantenimiento decisiones*. Publicación de Fondonorma. Reunión N^a 124. De fecha 01-12-93.
- CVG Venalum. (2008). *Manual de organización de la gerencia mantenimiento industrial*. [Documento en línea]. Disponible: [http://www Intranet](http://www.Intranet). [Consulta: 2012, julio 28]
- Godet, M. (1997). *Prospectiva estratégica*. Barcelona, España: Alfaomega Marcombo. Segunda Edición.
- Nava, J. (2009). *Teoría de mantenimiento fiabilidad*. Mérida, Venezuela: Universidad de los Andes. Segunda Edición.
- Sambrano, A. (2005). *Planificación estratégica*. Caracas, Venezuela: editorial texto, C.A. Primera Edición.
- Sociedad Americana de Ingenieros SAE norma JA 1011 (1999). *Requisitos para una estrategia de mantenimiento* Publicación de SAE Internacional.
- Sociedad Americana de Ingenieros SAE norma JA 1012 (1999). *Evaluación de tareas de un proceso de mantenimiento basado en confiabilidad*. Publicación de SAE Internacional.