



## Plan Maestro para el Reemplazo de las Calderas de Vapor de Servicios Industriales del Sector Petroquímico Venezolano

Master Plan for the Replacement of Industrial Services Steam Boilers of the Venezuelan Petrochemical Sector

**Recibido:** 05/05/2020 **Aprobado:** 30/09/2021

Ing. Freddy Castillo, MSc.

Código Orcid: 0000-0002-1548-0700 / [freddcas2489@gmail.com](mailto:freddcas2489@gmail.com)

Ing. Ronald Brice, MSc.

Código Orcid: 0000-0002-2361-8378 / [bbricerr@gmail.com](mailto:bbricerr@gmail.com)

Ing. Adolfina Amaya, Dra.

Código Orcid: 0000-0001-6653-2032 / [adolamaya@gmail.com](mailto:adolamaya@gmail.com)

Corporación Petroquímica de Venezuela (Pequiven)

### Resumen

La investigación tuvo como objeto de estudio proponer un plan maestro para el reemplazo de las calderas de vapor de servicios industriales del sector petroquímico venezolano. Se fundamentó en las bases epistemológicas y teóricas de autores como Project Management Institute (PMI, 2017), Palacios (2009), Cartay (2010), entre otros. Enmarcada en el tipo de investigación descriptiva proyectiva (proyecto factible), con un diseño de campo, no experimental, transeccional, descriptiva. La población de estudio estuvo conformada por 2 poblaciones distintas; la primera compuesta por 14 sujetos entre supervisores y jefes de planta del área de producción o mantenimiento (cuestionario 1) y la segunda población constituida por 10 líderes de proyectos de la Dirección de Proyectos de Pequiven (cuestionario 2). Para la recolección de los datos se diseñaron dos instrumentos con respuestas múltiples cerradas, validados a través del juicio de 5 expertos. Se aplicó una prueba piloto para medir la confiabilidad, calculada mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, arrojando 0,71 para el cuestionario 1 y 0,66 para el cuestionario 2. Los resultados del diagnóstico de la situación actual de las calderas de vapor evidenciaron ciertas debilidades. Por otra parte, se determinaron los requerimientos necesarios para el reemplazo de las calderas de vapor, así como los requerimientos y elementos del plan maestro. También se identificaron los riesgos para la implantación de la propuesta. Ello conllevó a la elaboración de la propuesta del plan maestro para el reemplazo de las calderas de vapor, una guía flexible, sencilla y coherente en cumplimiento con los objetivos de la organización.

**Palabras claves:** Plan maestro, reemplazo, calderas, vapor, riesgos.

### Abstract

The object of the study was to propose a master plan for the replacement of steam boilers for industrial services in the Venezuelan petrochemical sector. It was based on the epistemological and theoretical bases of authors such as Project Management Institute (PMI, 2017), Palacios



(2009), Cartay (2010), among others. Framed in the type of projective descriptive research (viable project), with a field, non-experimental, transectional, descriptive. The study population consisted of 2 different populations; the first one made up of 14 subjects between supervisors and plant managers from the production or maintenance area (questionnaire 1) and the second population made up of 10 project leaders from the Pequiven Project Management (questionnaire 2). For data collection, two instruments with multiple closed responses were designed, validated through the judgment of 5 experts. A pilot test was applied to measure reliability, calculated using Cronbach's Alpha coefficient, yielding 0.71 for questionnaire 1 and 0.66 for questionnaire 2. The results of the diagnosis of the current situation of steam boilers showed certain weaknesses. On the other hand, the necessary requirements for the replacement of the steam boilers were determined, as well as the requirements and elements of the master plan. The risks for the implementation of the proposal were also identified. This led to the development of the master plan proposal for the replacement of steam boilers, a flexible, simple and consistent guide in compliance with the organization's objectives.

**Keywords:** Master plan, replacement, boiler, steam, risk.

## Introducción

La Petroquímica de Venezuela, S.A. (Pequiven), es la Corporación del Estado venezolano encargada de producir y comercializar productos petroquímicos fundamentales, con prioridad hacia el mercado nacional, pero con capacidad de exportación. Esta empresa ha orientado su crecimiento en tres líneas específicas de comercialización: fertilizantes, productos químicos industriales, olefinas y resinas plásticas (Pequiven, 2016).

Con relación a la generación de vapor, en el Complejo Petroquímico Ana María Campos (Cpamc), ubicado en los Puertos de Altagracia, se produce el vapor necesario para cubrir las necesidades de los procesos del complejo aguas abajo. La capacidad instalada de generación de vapor de planta eléctrica es de 604 toneladas métricas por hora (TMH), para lo cual cuenta con 06 calderas (11, 12, 14, 15, 16 y 17) y en la planta central de tratamiento de agua (CTA) se generan 246 TMH con tres calderas (9, 10 y 13), para un total de 680 TMH de generación de vapor saturado o sobrecalentado para procesos petroquímicos. Existen tres calderas (6,7 y 8) instaladas en la planta CTA que se encuentran fuera de servicio.

Con respecto a lo anterior, cabe destacar que las calderas de vapor han sobrepasado el tiempo de vida útil con más de 30 años de servicio, presentando riesgos operativos altos y continuamente salen temporalmente de servicio para ser reparados o hacerles mantenimiento correctivo; es decir, son recurrentes sus fallas por su largo tiempo de operatividad (obsolescencia) e implica disminución de la confiabilidad y altos costos de mantenimiento, por lo que su relación costo-beneficio no es factible. Es de mencionar que el complejo tiene proyectos a largo plazo como la construcción de nuevas plantas para la producción de olefinas y cloro soda, las cuales requerirán vapor para su funcionamiento y producción, cantidad de la cual no se dispone.

La problemática anterior conllevó a realizar una investigación para estudiar la factibilidad económica del reemplazo de las calderas de vapor del Cpamc que presentan obsolescencia. Desde el punto de vista práctico, la propuesta resultado de este estudio permitirá ofrecer un plan maestro para el reemplazo o sustitución de sus equipos, maquinas (cambio de sus activos), software instalados, entre otros, por tecnologías de punta existentes en el mercado de mayor confiabilidad operativa, con bajos riesgos para los trabajadores que pernoctan en sus



instalaciones y comunidades cercanas, impulsando su vez el desarrollo económico de la corporación petroquímica, mediante la reducción de los costos operativos, por ende la optimización y mejoramiento de sus procesos petroquímicos.

Con respecto al punto de vista teórico, este trabajo de investigación contiene una recopilación de información consultada en diversos autores, referente a planificación, procesos de generación de vapor, calderas de vapor, reemplazo de activos y premisas de operatividad. Desde el punto de vista metodológico proporcionó una serie de procedimientos válidos y confiables en el análisis de los datos que constituyen una guía para nuevos estudios con la variable similar (plan maestro del reemplazo de las calderas), y ser empleados en investigaciones posteriores dirigidas a la planificación y reemplazo de equipos en procesos industriales.

La relevancia social del estudio, de ser implantada la propuesta, es la contribución para garantizar el suministro de vapor oportuno y en las cantidades requeridas en los procesos productivos de las plantas petroquímicas, con lo cual se optimiza el uso de los recursos, brindando a su vez seguridad a los trabajadores y comunidades aledañas al complejo petroquímico. Por otro lado, la implementación de la propuesta contempló la generación de nuevas fuentes de empleo en la región zuliana, conllevando mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes. En lo ambiental, la puesta en marcha y operación de nuevos equipos menos contaminantes, por ser más eficientes con mejoras tecnológicas, requieren menor consumo de combustible, por tanto, mayor aprovechamiento de la energía.

El presente estudio se realizó en el Complejo Petroquímico Ana María Campos perteneciente a la Corporación Petroquímica de Venezuela y sus empresas filiales mixtas, específicamente en las plantas de generación de vapor, planta eléctrica y planta de control de tratamiento de agua (CTA), ubicado en Los Puertos de Altigracia del municipio Miranda del estado Zulia.

### **Objetivo General**

Proponer un plan maestro para el reemplazo de las calderas de vapor de servicios industriales del sector petroquímico venezolano.

### **Objetivos Específicos**

Diagnosticar la situación actual de las calderas de vapor de servicios industriales del sector petroquímico venezolano.

Determinar los requerimientos del plan maestro para el reemplazo de las calderas de vapor de servicios industriales del sector petroquímico venezolano.

### **Metodología**

Este trabajo fue del tipo descriptivo, ya que reseñó las características de las calderas a vapor en el Complejo Petroquímico Ana María Campos para identificar y diagnosticar el problema y desarrollar una posible solución, en concordancia con lo planteado por Hurtado (2015) quien señala que la investigación descriptiva tiene como objetivo central lograr la descripción o caracterización del evento de estudio dentro de un contexto particular. Para Hernández, Fernández y Baptista (2014), este tipo de estudio busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.



Asimismo, fue una investigación proyectiva o proyecto factible, por presentar una propuesta de un plan maestro para el reemplazo de las calderas de vapor de servicios industriales del sector petroquímico venezolano. Al respecto, Hurtado (2015) la define como la elaboración de una propuesta o de un modelo como solución de un problema de tipo práctico, ya sea de un grupo social o de una institución, en un área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, los procesos explicativos o generadores involucrados en las tendencias futuras.

El diseño de investigación fue de campo, ya que la recolección de los datos se realizó directamente de los sujetos investigados, en las plantas de generación de vapor, planta eléctrica y planta de control de tratamiento de agua (CTA) del Complejo Petroquímico Ana María Campos; es decir, en el sitio donde ocurren los hechos (datos primarios). Tal como lo definen Hernández et al. (2014), el diseño de investigación de campo se corresponde con el plan o estrategia concebida para obtener la información directamente de los sujetos estudiados con el fin de buscar respuestas al planteamiento del problema.

Mientras que para Sabino (2014), las investigaciones con diseños de campo recogen los datos de interés en forma directa de la realidad, mediante el trabajo concreto del investigador y su equipo. Igualmente, la investigación se catalogó como no experimental transeccional descriptiva, debido a que además de que los datos fueron recolectados directamente en sitio del fenómeno de estudio, no se manipularon las variables, limitándose a describirlas y analizar su incidencia e interrelación en un tiempo dado. En este caso la variable estudiada, un plan maestro para el reemplazo de las calderas de vapor de servicios industriales del sector petroquímico venezolano, con el propósito de describirlas y entender su naturaleza. Al respecto, Hernández et al. (2014) afirman que la investigación no experimental es de carácter sistemática y empírica, dado que las variables se observan tal y como se han dado en su contexto natural y observándose en un tiempo determinado.

Con referencia a la obtención de datos, se empleó la encuesta a través de la aplicación de dos instrumentos compuesto por preguntas de repuestas múltiples, con cinco (05) alternativas de respuesta, Siempre, Algunas Veces, Casi nunca y Nunca. El primer instrumento (cuestionario 1) quedó conformado por un total de 17 preguntas y el segundo instrumento (cuestionario 2) por 62 ítems; el primero dirigido a la población conformada por 15 sujetos, supervisores y jefes de planta y el segundo a una población conformada por diez (10) líderes de proyecto.

La población de estudio seleccionada para aplicar el primer cuestionario (cuestionario 1), correspondió a cinco (05) jefes de planta pertenecientes a la Gerencia de Producción y diez (10) supervisores tanto de Producción como de Mantenimiento para un total de quince (15) sujetos pertenecientes a la Corporación Petroquímica de Venezuela, S.A. (Pequiven), personas en ejercicios dentro de la organización, con un rango entre 10 a 30 años de experiencia, ingenieros, especialistas, cuyo género comprende tanto a hombres como mujeres, con altos conocimientos en la operatividad, funcionamiento y mantenimiento preventivo-correctivo de las calderas de vapor del área de servicios industriales, por lo que son de gran aporte técnico de los mismos.

Para el segundo cuestionario (cuestionario 2) la población objeto de estudio quedó conformada por diez (10) líderes de proyecto del sector petroquímico venezolano, cuya labor consiste en organizar, dirigir, controlar, evaluar y desarrollar nuevos proyectos en las fases de visualización, conceptualización y definición de los mismos, comprendido por diversas especialidades de la rama de la ingeniería con más de cuatro (04) años y hasta 20 años de experiencia.

Los instrumentos fueron validados por 5 expertos en el área técnica-metodológica, con la finalidad de obtener por parte de ellos, sugerencias y recomendaciones respecto a los

indicadores, las dimensiones, objetivos, con su pertinencia entre los ítems del instrumento, obteniéndose retroalimentación referente a las ambigüedades de las preguntas del cuestionario (su forma), como lo son la redacción, ortografía, semántica, entre otros, para así concretar la versión definitiva de los instrumentos de recolección de datos, los cuales finalmente fueron aplicados a las dos poblaciones objeto de estudio.

Para determinar el grado de confiabilidad de los instrumentos (cuestionarios 1 y 2), se aplicó una prueba piloto a una muestra conformada por 16 sujetos, miembros de la Gerencia de Manufactura de Servicios Industriales, no pertenecientes a la población seleccionada, pero con características similares a la población de estudio. Se empleó la técnica de Alfa de Cronbach, que según Hurtado (2015) se basa en el supuesto de que, si todos los ítems del instrumento miden el mismo evento, podría asumirse que cada ítem constituye una prueba paralela, y se considera confiable si los resultados de todos los ítems son similares, es decir, si existe una alta correlación entre ellos.

El nivel de confiabilidad obtenido de la prueba piloto, según el coeficiente de Alfa de Cronbach fue de 0,71 y 0,66 para el cuestionario 1 y el cuestionario 2 respectivamente; se compararon los resultados con la escala de confiabilidad de Bolívar (como se citó en Pelekais, Raspa, Finol de Franco y Neuman, 2010), arrojando una magnitud de confiabilidad alta para la aplicación de cada uno de los cuestionarios a las poblaciones de estudio.

La revisión y análisis de los resultados se realizó aplicando la estadística descriptiva, para lo que se utilizaron herramientas estadísticas de Microsoft Excel, específicamente el cálculo de la distribución de frecuencia absoluta y relativa (porcentajes) para cada ítem del indicador de frecuencia. De la misma manera, se calcularon medidas de tendencia central como la media y con ello se construyó el baremo de la información para constatar los resultados por indicador, ser procesados y cotejados con las teorías consultadas.

## Fundamentación teórica

### Plan maestro

De acuerdo con Quijada (2011), un plan maestro es un documento en el que los responsables de una organización (empresarial, institucional, deportiva, entre otras) reflejan las estrategias a seguir por su compañía en el medio plazo. A su vez, indica que un plan maestro es cuantitativo, manifiesto y temporal; cuantitativo porque indica los objetivos numéricos de la compañía; manifiesto porque especifica unas políticas, líneas de actuación para conseguir esos objetivos; y temporal porque establece unos intervalos de tiempo, concretos que deben ser cumplidos por la organización para que la puesta en práctica del plan sea exitosa.

Para Palacios (2009), es un proceso que consiste en consolidar los resultados de todos los procesos de planificación involucrados en la fase organizativa del proyecto con el fin de obtener un documento coherente y consistente que se transforme en la ruta de tránsito durante la ejecución de un proyecto. Así mismo, el autor destaca que el plan maestro es un proceso a través del cual se pretende sistematizar por adelantado lo que se tratará de ejecutar en el futuro.

Por otra parte, la Organización del Canal de Panamá (2006) refiere que el plan maestro debe leerse y entenderse como un documento vivo, de referencia para la gestión administrativa, siendo un planteamiento general de dirección, lineamiento y maniobra, más que una teoría inflexible. Es abundante en opciones o fases. Para los programas de inversión de construcción se plantean en forma conceptual y de factibilidad, abiertos a la consideración de

alternativas que deberán ser decididas en su etapa de diseño final, según la tecnología más apropiada en el momento.

### **Calderas de vapor**

Sarco (2009) define una caldera como un recipiente en el que transfiere energía calorífica de un combustible a un líquido. De igual manera, especifica que hay dos tipos de calderas dependiendo por donde pase el agua, piro tubulares y acuotubulares. Para Milla Lostaunau (2007) son los generadores de vapor, recipientes donde hierve el agua, cuyo vapor generado, constituye una fuerza motriz para máquinas o servicios en distintos procesos. La evaporación se efectúa en una multitud de tubos vaporizadores dispuestos oportunamente, expuestos a la radiación de la llama.

Mientras que Domínguez, Santiago, Uceda, Garrido, Sarco, Lahoz y Almeida (2012) destacan que fundamentalmente son dos tipos de calderas de vapor que normalmente suelen utilizarse: caldera de tubos de “humos” o también denominada piro tubulares y calderas de tubos de agua o llamada a su vez como acuotubulares, cuyas características y funcionamiento se describen a continuación:

#### **a. Calderas de humo o piro tubulares**

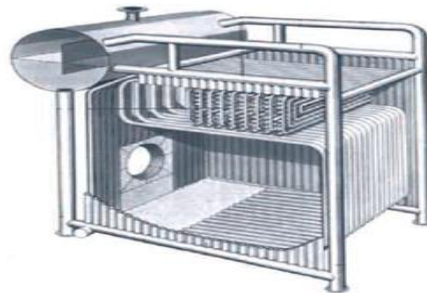
Domínguez et al. (2012) describen este tipo de calderas como un cilindro compacto que contiene agua, atravesando longitudinalmente por un haz de tubos por los cuales circulan la llama y/o los gases calientes (vapores); lógicamente los vapores y la llama pasarán por el interior de los tubos de acero y estos están rodeados de agua, como puede observarse en la figura 1.

#### **b. Calderas de tubo de agua o acuotubulares**

Igualmente, Domínguez et al. (2012) describen las características de estas calderas donde el agua está contenida en parte o casi en su totalidad en haces de tubos de acero, rodeados por la llama y los gases calientes de la combustión. En la figura 2 se muestra este tipo de calderas que produce vapor a elevadas presiones.



*Figura 1.* Caldera Piro tubular  
Fuente: Domínguez et al. (2012)



*Figura 2.* Caldera Acuotubular  
Fuente: Domínguez et al. (2012)



## **Reemplazo de Equipos**

Según Coss (2006), el reemplazo de algún activo conlleva a un plan de reemplazamiento para la determinación de la tecnología y progreso económico de una empresa, donde se deben establecer políticas eficientes de sustituciones de los activos que se requieran. No hacerlo, implica desventaja respecto a las empresas competidoras y un reemplazamiento apresurado o indebida disminución en el capital de la empresa.

Un plan de reemplazo de activos físicos, conlleva a evitar paralizaciones inesperadas de los equipos, vitales en todo proceso productivo, porque un reemplazo correctivo y apresurado causa una disminución de la confiabilidad, por ende, aumentos de los costos de operación y mantenimiento, por tanto, debe establecerse el momento oportuno de reemplazo, a fin de obtener las mayores ventajas económicas. El autor (Coss, 2006) argumenta algunos tipos de necesidades de reemplazo de equipos y maquinas, las cuales se describen cada una de ellas a continuación:

### ***Reemplazo por insuficiencia***

Un activo físico cuya capacidad sea inadecuada para prestar los servicios esperados y para el cual fue diseñado, es un candidato lógico para la sustitución, es decir presentan poca capacidad para prestar los servicios que se esperan de su operatividad. Su desempeño se ve reducido, debido al deterioro físico de las partes, afectando la capacidad de funcionamiento para un nivel de confiabilidad esperado, lo que conlleva a no tenerlos disponibles y operativos cuando se necesita, reduciendo la productividad, los niveles de calidad y las cantidades requeridas.

### ***Reemplazo por mantenimiento excesivo***

La experiencia ha demostrado lo económico que resulta reparar muchos tipos de activos para mantener y extender su utilidad. Sin embargo, puede llegar el momento en que los desembolso por las reparaciones de la maquina o equipo se hacen tan excesivos, que vale la pena hacer un análisis cuidadoso para determinar si el servicio requerido podría ser suministrado más económicamente con otras alternativas presentes en el mercado.

### ***Reemplazo por eficiencia decreciente***

Generalmente un equipo trabaja con máximo rendimiento en los primeros años de su vida, y este rendimiento va disminuyendo con el uso y el tiempo. Cuando los costos que origina la ineficiencia de operación de una maquina o equipo son excesivos, conviene investigar si existen otras en el mercado con las que se pueda obtener el mismo servicio a un costo menor. La ineficiencia de un equipo o maquinaria genera gastos excesivos, por tanto, es necesario sustituirla para elevar su rendimiento, de esa forma reducir los costos de mantenimiento.

### ***Reemplazo por antigüedad (obsolescencia)***

Surge como el resultado del mejoramiento continuo de los activos, es decir, en el mercado siempre existirá activos con características tecnológicas más ventajosas que los activos actualmente utilizados. Con frecuencia, el mejoramiento tecnológico es tan rápido que resulta

necesario reemplazar un equipo o maquina en buenas condiciones de operación. Por consiguiente, la obsolescencia se caracteriza por cambios externos del activo y es utilizado como una razón para justificar el reemplazo de éste cuando se considere necesario.

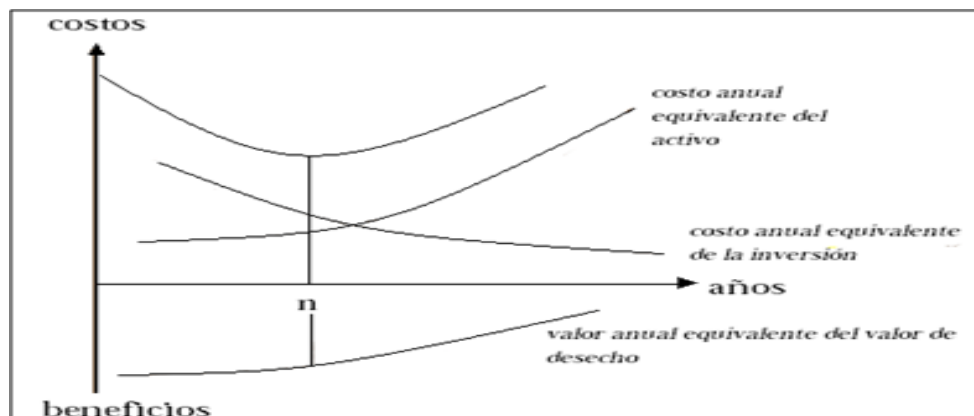
### **Reemplazo por una combinación de factores**

Cuando más de una causa conduce al reemplazo, es la combinación de los mencionados, disminución de eficiencia y rendimiento, aumento del mantenimiento requerido y la aparición de equipos más modernos en el mercado. A medida que aumenta la edad del equipo, es de esperar que disminuya su eficiencia y rendimiento, mientras aumenta el mantenimiento requerido; al mismo tiempo, cabe señalar que entre más antiguo sea un equipo, más modernos y ventajosos serán los equipos disponibles en el mercado.

En otro contexto, Coss (2006) resalta que independientemente de la causa o combinación de causas que conlleven a un estudio de reemplazo, el análisis y la decisión deben estar basados en los estimados o predicciones que ocurrirán en el futuro. Por otra parte, León (2007) refiere que el reemplazo de los equipos requiere de dos (2) aspectos: primero si una maquina o activo debe ser reemplazado por otro en mejor estado o con mayor rendimiento en producción, y en segundo lugar, el momento óptimo de reemplazo de un activo.

Ambas decisiones se verifican a través del flujo de caja tomando en cuenta la depreciación (lineal y acumulada), costo inicial de la máquina y su costo anual de mantenimiento. Considerando además el momento óptimo del reemplazo de la maquina o equipo respecto a la generación de la rentabilidad del mismo frente a los costos operativos o de mantenimiento, crecientes a medida que éste sea más antiguo o su funcionamiento operativo sea mayor.

Para su mejor comprensión, en la figura 3 se muestra el momento óptimo de reemplazo de máquinas, la secuencia que sigue un reemplazo recomendable de máquinas que sucede en el momento "n" (en este periodo el activo ha agotado sus rendimientos medido en valor actual), cuando el equipo recupera todo lo invertido en ella, posteriormente sus retornos decrecen, es decir, que los costos incrementales comienzan a ser crecientes de manera exponencial; en otras palabras, el grafico muestra la relación costo-beneficio en un tiempo determinado para la sustitución de los equipos o maquinas.



*Figura 3. Momento óptimo de reemplazo de maquinas*

Fuente: León (2007)



Duran, Sojo y Fuenmayor (2011), en un artículo para la Gestión Integral de Activos (GIA) titulado "Decisión de Reemplazo o Reparación de un equipo", establecieron cinco factores que pueden conllevar a realizar el reemplazo de equipos o sus componentes: Desempeño disminuido, Requisitos alterados, Gastos de capital, Restricciones, Imagen o intangibles, a continuación, se describen brevemente.

### ***Desempeño disminuido***

Debido al deterioro físico, el desempeño esperado a un nivel de productividad (funcionar a un nivel dado de calidad, cantidad y eficiencia) se ve disminuido, trayendo esto altas consecuencias al negocio, afectando los flujos de caja y por ende los ingresos esperados. Esto se manifiesta por una disminución de la producción y/o por un aumento de los costos de producción.

### ***Requisitos alterados***

El equipo existente no puede cumplir con los nuevos requisitos legales o regulatorios bien sea a nivel de empresa, leyes locales o requisitos de los clientes. En este caso el cambio es prácticamente mandatorio y el estudio se reduce a la evaluación de la mejor opción de reemplazo de este. El objetivo de mantenimiento es informar sobre el cumplimiento obligatorio de los requisitos mínimos de cualquier máquina o equipo utilizado en el proceso productivo con el fin de asegurar que reúne los requisitos básicos de seguridad, cumple con toda la legislación vigente y su utilización en el trabajo no genera condiciones inseguras.

### ***Gastos de capital***

En este caso mantener el equipo en operación requiere inversiones grandes, dando lugar a la necesidad de evaluar la factibilidad de reemplazo del equipo. Están considerados como las inversiones de capital permanente necesarios para el desarrollo habitual de las empresas, incluye la compra u adquisición de maquinarias y equipos, nuevos o usados, que se requieren en el proceso productivo, transporte, almacenamiento y otras actividades de la empresa.

### ***Restricciones***

En este caso el estudio surge debido a que el equipo no puede cumplir con los planes de producción y es un "cuello de botella" presente o futuro, junto a este problema, suelen estar muy relacionados los tiempos muertos, ya sea por la tardanza en poner en marcha una parte de la cadena de producción por una avería de la maquinaria, como por los paros generados por el reemplazamiento de una máquina. Otro de los problemas que genera un cuello de botella es la velocidad de trabajo de la maquinaria. Es muy común en los procesos de producción en línea y se debe a una mala gestión de los datos y un mal funcionamiento de los sistemas encargados de realizar las tareas de control de calidad o supervisión de procesos

### ***Imagen o intangibles***

Para este caso la inversión de capital se justifica por la imagen deteriorada o por otros intangibles descriptibles que han de justificarse financieramente. Los activos intangibles

proviene de los conocimientos, habilidades y actitudes de las personas. Hay muchos tipos de activos intangibles como las patentes, la marca, la imagen proyectada, dominios de internet, franquicias, entre otros.

También, Duran et al. (2011) destacan evaluar económicamente las opciones de no reemplazar el equipo versus la opción de reemplazo óptimo para seleccionar la de mayor rentabilidad. Para ello, se deben incorporar las prácticas de confiabilidad durante todo el ciclo de vida del activo, aun cuando esto añada tiempo y costos de desarrollo, llegando a un nivel de inversión considerando la óptima relación de costos-riesgos-beneficios, al comparar los costos de capital con los costos de operación (ver figura 4).



Figura 4. Curvas de costos de ciclo de vida  
Fuente: Duran et al. (2011)

### Requerimientos del Plan Maestro

El Project Management Institute (PMI, 2017), define los requerimientos como una condición o capacidad que debe estar presente en un producto, servicio o resultado para satisfacer un contrato u otra especificación formalmente impuesta. De la misma forma, Pequiven (2016) especifica que los requerimientos son el conjunto de personas, bienes materiales, financiero y técnico con que cuenta y utiliza una dependencia, entidad, proyecto u organización para alcanzar sus objetivos y producir los bienes o servicios.

Bautista (2007) conceptualiza: es el producto de un trabajo producido durante el curso de un proyecto, también llamado requisito. Por su parte, Gido & Clements (2007) refieren que los requerimientos pueden incluir personas (recursos humanos), equipos, maquinas o maquinarias, tecnología, herramientas, instalaciones y espacio físico. Es decir, un requerimiento empleado debe satisfacer un bien o servicio, mediante algún medio como lo son los productos, bienes materiales, financieros, personas u otros.

### Requerimientos de personal

Para Córdoba (2006) los requerimientos de personal comprenden los recursos profesionales, calificados y no calificados, así como el personal estable y ocasional que participan durante la ejecución del proyecto. Por su parte, el PMI (2017) lo define, como el

recurso más valioso con el que dispone una organización al momento de emprender o desarrollar un proyecto.

Robbins y Coulter (2010) señalan que la calidad de una organización está determinada en gran medida, por la calidad de una organización y de las personas que emplea. El éxito de casi todas las organizaciones depende de que esta encuentre empleados que cuenten con habilidades necesarias para desempeñar debidamente las tareas y alcanzar las metas estratégicas planteadas de la compañía. En tal sentido, Quality Consultants - Consultores en Calidad (2010) resaltan la importancia de la planificación en cuanto a la incorporación de estas personas, factor clave dentro del desarrollo del plan maestro, el cual deberá presentar las curvas de movimiento del recurso humano durante las diferentes fases de ejecución de los proyectos.

Por tanto, al revisar la teoría de Robbins y Coulter (2010) y Quality Consultants -- Consultores en Calidad (2010) se puede concluir que los requerimientos de personal son aquellos colaboradores de talento profesional calificado o no, de manera continua o temporal, a lo largo de las distintas fases del proyecto; estos a su vez son un factor clave para el desarrollo del mismo para que se puedan alcanzar las metas estratégicas planteadas de la compañía.

### ***Requerimientos Técnicos***

El Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES, 2010) menciona que lo sustantivo para la determinación de los requerimientos técnicos en la formulación de proyectos, es llegar a diseñar la función de producción óptima que mejor utilice los recursos disponibles para obtener el producto deseado, sea este un bien o servicio. Esta descripción de la unidad productiva comprende dos conjuntos de elementos: un grupo básico que reúne los resultados relativos al tamaño del proyecto, su proceso de producción y su localización; y otro grupo de elementos complementarios, que describen las obras físicas necesarias, la organización para la producción y el calendario de realización.

Por su parte, Sapag & Sapag (2014) señalan que el estudio de los requerimientos técnicos tiene por objeto proveer información para cuantificar los montos de las inversiones y de los costos de operación pertinentes, los cuales se deberán definir en función de la producción que optimice el empleo de los recursos disponibles en la producción del bien o del servicio del proyecto. Del desarrollo y definición de los requerimientos técnicos se obtiene la información requerida de las necesidades o requerimientos de capital, mano de obra, recursos materiales, equipos, entre otros, tanto para la puesta en marcha en la ejecución del proyecto como para la posterior operación.

Para Baca (2016), los requerimientos técnicos del proyecto se obtienen a través del estudio técnico y este a su vez se subdivide en cuatro estudios: a) determinación del tamaño óptimo de la planta; b) determinación de la localización óptima de la planta; c) ingeniería del proyecto y d) análisis administrativo, en la cual se incluye en la fase del proyecto definitivo. En ese mismo orden de ideas el autor explica las tres (3) primeras fases de estudio técnico, como se muestran a continuación:

**Determinación del tamaño óptimo de la planta.** El tamaño óptimo de un proyecto es su capacidad instalada, la cual se expresa en unidades de producción al año. Se considera óptimo cuando opera con los menores costos totales o la máxima rentabilidad económica. En la práctica, determinar el tamaño de una nueva unidad de producción, es una tarea limitada por

las relaciones recíprocas que existen entre el tamaño, demanda, disponibilidad, disponibilidad de las materias primas, tecnología, equipos y financiamiento.

**Localización óptima del proyecto.** Contribuye en mayor medida a que se logre la mayor tasa de rentabilidad sobre el capital (criterio privado) u obtener el costo unitario mínimo (criterio social). Tiene por objetivo, analizar los diferentes lugares donde es posible ubicar el proyecto, buscando establecer un lugar que ofrece los máximos beneficios, los mejores costos, es decir en donde se obtenga la máxima ganancia o el mínimo costo unitario.

**Ingeniería del proyecto.** El objetivo general del estudio de ingeniería del proyecto, es resolver todo lo concerniente a la instalación y funcionamiento de la planta. Desde la descripción del proceso, selección de la tecnología, adquisición de los equipos y maquinarias, se determina la distribución óptima de la planta y se cuantifican las áreas requeridas, se define la estructura jurídica y la organización que posteriormente la dirigirá.

### **Requerimientos Financieros**

Con respecto a los requerimientos o aspectos económicos de los proyectos, Cartay (2010) explica que son los recursos necesarios para cubrir los gastos que se deberá incurrir la autoridad encargada del proyecto (en sus fases de diseño, ejecución y funcionamiento) y los resultados financieros que se obtendrán constituyen los elementos básicos del análisis financiero del proyecto, que debe completarse con un análisis de sensibilidad de los principales parámetros del proyecto y de las variaciones de las premisas que servirán de base del cálculo.

Por otro lado, el PMI (2017) conceptualiza, es el pronóstico de los costos del proyecto a ser pagados que se derivan de la línea base de costo para los requisitos totales o periódicos, incluidos los gastos proyectados más las deudas anticipadas. Mientras para Chiavenato (2010) se refiere al dinero en forma de capital, flujo de caja (entrada y salida), préstamos, financiamientos, créditos y otros; de los cuales se disponen de manera inmediata para hacer frente a los compromisos de la organización. Complementariamente, el autor destaca que comprende también el ingreso derivado de las operaciones de la empresa, inversiones de terceros y toda forma de efectivo que pasa por la organización.

En otro orden de ideas, Gido & Clements (2007) destacan, el éxito de terminación del proyecto, dependen de un análisis efectivo de los costos, para el cual se debe determinar las siguientes medidas (cuatro aspectos claves): costo total del proyecto (CTP), costo acumulado presupuestado (CAP), costo acumulado real (CAR), valor devengado acumulado (VDA), para analizarlas.

**Costo total del proyecto (CTP).** Asignación de los costos totales del proyecto para los distintos elementos, como mano de obra, insumos y materiales a los paquetes de trabajos apropiados, según la estructura de división de trabajo (EDT), que a su vez determina los montos de inversión requeridos.

**Costo acumulado presupuestado (CAP).** Refleja la sumatoria de los costos reales por periodo de cada periodo establecido, es la cantidad que requerida a ser presupuestada para cumplir con todo el trabajo programado para realizar todas las actividades planificadas en un periodo específico de tiempo. El costo acumulado de las tareas se basa en costos comprometidos por el trabajo realizado por todos los recursos asignados a las tareas más los costos planificados para el trabajo restante en dicha tarea.

**Costo acumulado real (CAR).** Refiere los costos reales por periodos para todo el proyecto. Es igual al costo real acumulado del período anterior más el del período actual, que permiten predeterminar ciertas valoraciones de los recursos disponibles en base a pronósticos,

predicciones o estimaciones, según el comportamiento histórico o estadístico, a fin de asegurar la disponibilidad para el trabajo restante.

**Valor devengado acumulado (VDA).** Es el resultante de la multiplicación de cada porcentaje de culminación por cada costo total presupuestado (CTP) para cada paquete. Es un parámetro clave para determinarse a lo largo del proyecto. La comparación del costo acumulado real con el costo acumulado presupuestado cuenta solo parte de la historia pero que puede ser considerado en la toma de decisiones respecto al estado del proyecto.

### **Requerimientos Tecnológicos**

En relación con los requerimientos tecnológicos en los proyectos, Córdoba (2006) indica que la tecnología es un factor crítico en los proyectos por varias razones. En primer lugar, constituyen la esencia del proyecto a realizar, la introducción de una nueva tecnología más moderna es el medio para obtener el objetivo de aumentar la producción y la productividad de algún factor. En segundo lugar, parte de la evaluación consiste justamente en establecer qué tipo de tecnología es la adecuada, no solo en términos técnicos, sino también económicos y sociales.

En tercer lugar, los costos y beneficios sociales, así como privados, de una determinada tecnología, no necesariamente coinciden, por lo que la evaluación del proyecto debe hacerse no solo desde la óptica de los beneficiarios, sino de la sociedad en su conjunto (y viceversa); en cuarto lugar, la incorporación de nueva tecnología genera impactos redistributivos, ambientales, sociales que deben identificarse y evaluarse. Por último y quinto lugar, al ser normalmente una tecnología "moderna" la que se introduce, la capacidad de adsorción de la misma por parte de los beneficiarios no puede darse por supuesta; de modo que, una falsa apreciación de la misma puede hacer fracasar el proyecto.

En el mismo orden de ideas, Rojas (2012) indica que se trata de aplicar la tecnología y el diseño adecuado para cada caso, con la mira puesta permanentemente en el progreso. A su vez, dicho autor destaca que la labor del gestor vendrá sustentada por la llamada gestión del diseño y la gestión de la calidad, asegurando que las características y el estilo del proyectista, previamente admitidos por el cliente, estén en consonancia con la tecnología del diseño adecuada y cumpla con los objetivos y requisitos del cliente. Para Silva (2006) consiste en la adquisición de conocimiento de la innovación tecnológica existente con cierto grado de incertidumbre que requiere de una evaluación de la información, selección o rechazo para su implementación

### **Elementos del Plan Maestro**

Los elementos del plan maestro de acuerdo con Palacios (2009), se refieren a un proceso que consiste en consolidar todos los procesos de planificación involucrados en la fase organizativa de un proyecto con el fin de obtener un documento coherente y consistente que se transforme en la ruta de tránsito durante la ejecución de un proyecto. Es un proceso a través del cual se pretende sistematizar por adelantado, lo que se tratará de ejecutar en el futuro.

De la misma forma, Cartay (2010) explica que el proceso administrativo de una organización comprende sus prácticas de planificación, organización, integración, dirección y control; estas a su vez conforman el patrón global de las diversas prácticas gerenciales. Por su parte, para Sánchez (2007), planificar es organizar algo conforme a un plan, es la disposición general de un proyecto. Adicionalmente refiere que el proceso de planificación consta de seis (6) etapas: a) previsión, b) planificación, c) organización, d) integración y f) control.

## Resultados

En el presente apartado se muestran los resultados obtenidos a partir de los datos recabados durante esta investigación, donde se buscó medir la variable de estudio plan maestro para el reemplazo de calderas de vapor, así como su dimensión e indicadores, contrastados con las teorías que sirvieron como soporte a los planteamientos realizados en este estudio.

### Dimensión: Situación Actual

Como se observa en la tabla 1, la dimensión situación actual fue medida a través de 5 indicadores. Los resultados obtenidos para el indicador grado de obsolescencia muestran una media de 4,88, ubicándolo en una categoría muy alta criticidad en la escala del Baremo, lo que corrobora que existe un alto grado de obsolescencia de los equipos existentes (calderas); es decir que, a pesar de encontrarse en operatividad, presentan alto deterioro, por tanto, existe la necesidad de proceder con un proyecto para su reemplazo.

*Tabla 1*  
*Situación Actual de las Calderas de Vapor (Cuestionario 1)*

Alternativas	Grado de Obsolescencia		Tipos de Combustible		Tipos de Calderas		Especificaciones Técnicas		Mantenimiento	
	Fa	Fr (%)	Fa	Fr (%)	Fa	Fr (%)	Fa	Fr (%)	Fa	Fr (%)
Siempre	13	92,86	11	78,57	12	85,71	6	42,86	10	71,43
Casi siempre	1	7,14	3	21,43	2	14,29	3	21,43	3	21,43
Algunas veces	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	7,14	1	7,14
Casi Nunca	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	21,43	0	0,00
Nunca	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	7,14	0	0,00
Total	14	100	14	100	14	100	14	100	14	100
X Ind.	4,88		4,76		4,88		3,62		4,68	
X Dim.	4,56									

Fuente: Elaboración Propia (2017)

El indicador tipos de combustible mostró una media de 4,76, categoría alta criticidad, confirmando que existen fallas en la combustión de las calderas por la aplicación de combustibles fuera de especificaciones, los cuales disminuyen la vida útil de los componentes internos de las calderas, razón por la cual se acentúa la problemática de obsolescencia. Respecto al indicador tipos de calderas, su media fue de 4,88, categoría muy alta criticidad, indicando que no se disponen de los manuales y de otros documentos concernientes a los fabricantes de calderas y de planta para asegurar la correcta operatividad de los procesos de las calderas (pirotubulares y acuotubulares) productoras de vapor.

En cuanto al indicador especificaciones técnicas, la media fue de 3,62, según la escala del baremo se ubica en una categoría alta criticidad que las especificaciones técnicas (características físicas) originales de los equipos o planta corresponden mayormente con las condiciones actuales operaciones, sin embargo, modificaciones realizadas a lo largo del tiempo de estos, no se

encuentran documentados de forma detallada en los registros. Estos resultados infieren que las especificaciones respectivas de las diferentes características técnicas originales (puesta en marcha de los equipos-planta) se mantienen en su gran parte, pero las diferentes transformaciones o cambios físicos realizados se contienen detallados como información precisa disponibles.

El último indicador mantenimiento, obtuvo una media de 4,68 que para la mayoría de los encuestados validan que los planes de mantenimiento preventivo, cronogramas, planificación y ejecución preventivo o correctivo, que se ejecutan a través de contratos para las calderas de vapor están en concordancia por lo estipulado por el licenciante. Finalmente, los datos obtenidos arrojaron una media de 4,56 para la variable de estudio, demostrando de manera afirmativa que las condiciones actuales que presentan las calderas de vapor presentan una condición de deterioro (grado de obsolescencia) referente a diversos aspectos como condiciones de combustión, operación, cambios realizados a los equipos y plantas, así como también presentan alto gasto en mantenimiento, entre otros.

En ese mismo aspecto, los resultados concuerdan con los planteamientos de Rajadell & Sánchez (2010) quienes señalan respecto a la situación actual de las máquinas y equipos productivos, que es necesario comparar el funcionamiento de estos en su óptima condición de servicio con respecto al funcionamiento real que lleva; ello infiere que las calderas presentan alto grado de obsolescencia y demás problemas a nivel de combustión, especificaciones, entre otros, por consecuencia, ello conlleva a la corporación a proponerse un reemplazo de dichos equipos para mejorar el parque del sistema generación de vapor.

### Dimensión: Requerimientos del Plan Maestro

Esta dimensión fue medida a través de 4 indicadores (personal, técnicos, financieros y tecnológicos), como se observa en la tabla 2. La media aritmética del indicador personal fue de 3,68; por lo que se encuentra en el rango entre 3,41 y 4,20 estipulada como una categoría alta, por debajo de la media de la dimensión respectiva (3,84); su significado concreto confirma, que la corporación petroquímica venezolana dispone de personal calificado para ejecutar los proyectos (plan maestro), según los resultados por los participantes de la encuesta.

Tabla 2

Estadísticos para la Dimensión Requerimientos del Plan Maestro (Cuestionario 2)

Alternativas	Personal		Técnicos		Financieros		Tecnológicos	
	Fa	Fr (%)	Fa	Fr (%)	Fa	Fr (%)	Fa	Fr (%)
Siempre	2	20,00	3	30,00	3	30,00	5	50,00
Casi siempre	5	50,00	5	50,00	3	30,00	4	40,00
Algunas veces	1	10,00	1	10,00	1	10,00	1	10,00
Casi Nunca	2	20,00	0	0,00	2	20,00	0	0,00
Nunca	0	0,00	1	10,00	1	10,00	0	0,00
Total	10	100	10	100	10	100	30	100
X Ind.	3,68		3,77		3,67		4,27	
Desv.Estándar	1,23		1,19		1,26		0,91	
X Dim.	3,84							

Fuente: Elaboración Propia (2017)

Para el indicador requerimientos técnicos, los resultados mostraron 3,77 de media aritmética, correspondiente a una categoría alta, por debajo del promedio de la dimensión, cuyo valor es 3,84; lo que refiere, que los requerimientos técnicos muestran cierta debilidad (aspectos negativos) a pesar de que la mayoría de las veces se evalúen los mismos en cuanto a ingeniería de especificaciones técnicas. Los estudios técnicos referentes al desarrollo del proyecto, deben considerar la determinación del tamaño óptimo de la planta, determinación de la localización óptima de la planta, ingeniería del proyecto y análisis administrativo, en la cual se incluye en la fase del proyecto definitivo.

Respecto al indicador requerimientos financieros la media fue 3,67, categoría alta por debajo de la media de la dimensión, se infiere que el equipo de trabajo evalúa, valida y verifica los costos de las adquisiciones nuevas, costos directos e indirectos, así como el flujo de caja total necesario para el capital del proyecto, lo cual concuerda con los autores Cartay (2010), PMI(2017) y Guido & Clemens (2007), quienes exponen que los requerimientos financieros son todos aquellos gastos económicos, inversiones o costos totales necesarios que constituyen todas las fases del proyecto desde su conceptualización hasta su puesta en marcha.

Para el indicador requerimientos tecnológicos la media aritmética arrojó 4,27, esta se situó como un valor de rango de categoría muy alta por encima de la media de la dimensión, ratificándose que son factores críticos a tomarse en cuenta en los proyectos de actualización o reemplazo de calderas. En tal sentido, coinciden con lo expuesto por Aponte (2006) y Córdoba (2006), quienes señalan que los requerimientos tecnológicos son críticos para los proyectos, por tanto, en la fase de diseño estos deben ser seleccionados acorde a las especificaciones y requisitos del proyecto.

Por último, respecto a la media 3,84 de la dimensión requerimientos del Plan Maestro, obtenida de los datos estadísticos de la encuesta (correspondiente a una categoría alta), demuestra de manera afirmativa que la organización (Pequiven), presenta ciertas fortalezas en los aspectos de personal, a nivel técnico, financieros y tecnológicos; sin embargo, estos mismos presentan debilidades a nivel del personal que labora, estudios de ingeniería (técnicos) y respecto a los requerimientos financieros, cuyas medias para dichos indicadores se encontraron por debajo del promedio de la dimensión. En consecuencia, es necesario fortalecer todos los aspectos mencionados en el plan maestro que promueva el reemplazo de las calderas de vapor.

### **Plan maestro para el reemplazo de las calderas de vapor de servicios industriales del sector petroquímico venezolano**

El plan maestro para el reemplazo de las calderas de vapor de servicios industriales, está orientado desde el punto de vista gerencial (gestión administrativa, integral y coordinada), por ende, esta se ha estructurado en los cinco elementos de un plan maestro, los cuales son: Planificación; Organización; Dirección; Integración; y Control.

#### **Elemento 1. Planificación**

Este elemento del plan maestro se centra y estipula específicamente la estructura desagregada de trabajo (EDT) orientada al producto entregable del proyecto (equipos calderas) de trabajo de manera organizada, mostrando el alcance total del trabajo. En cuanto al alcance global del proyecto, este se centra en el reemplazo de las calderas de vapor de servicios industriales, planta de CTA y planta eléctrica, abarcando el reemplazo de 12 calderas tipo, estipulando los contratos de ingeniería, procura (órdenes de compra por caldera) y construcción-ensamble de cada una de ellas



en las mismas ubicaciones contempladas en las consideraciones preliminares de ubicación previstas en este plan maestro.

En tal aspecto, la EDT para el reemplazo de las calderas de vapor de servicios industriales será la base sobre la cual se desarrollará la planificación para el reemplazo de cada caldera de acuerdo a su área operativa, así como también permitirá la reconocer los elementos necesarios para la organización misma. Como se puede observar de la figura 5, la EDT tiene tres elementos importantes para la consecución del remplazo de las calderas de vapor, las cuales son ingeniería, procura y construcción.

De la cual, la primera se divide a su vez en ingeniería básica extendida (primera fase) e ingeniería de detalle (segunda fase); el segundo elemento presenta las procuras divididas por áreas (planta CTA y planta eléctrica) para cada caldera; finalmente en tercer lugar se muestra la fase de construcción en donde se dividió también por área.

Adicionalmente, es destacable que las fases determinadas en la EDT en la gestión y desarrollo total del proyecto incluyen la definición del alcance como punto focal que establecerá el paquete de definición para las fases; es decir, la definición total del proyecto y productos entregables, están intrínsecamente relacionados con el buen desarrollo del alcance para el proyecto, ya que de este dependerán el cumplimiento o no, de los objetivos propuestos por parte de la organización.

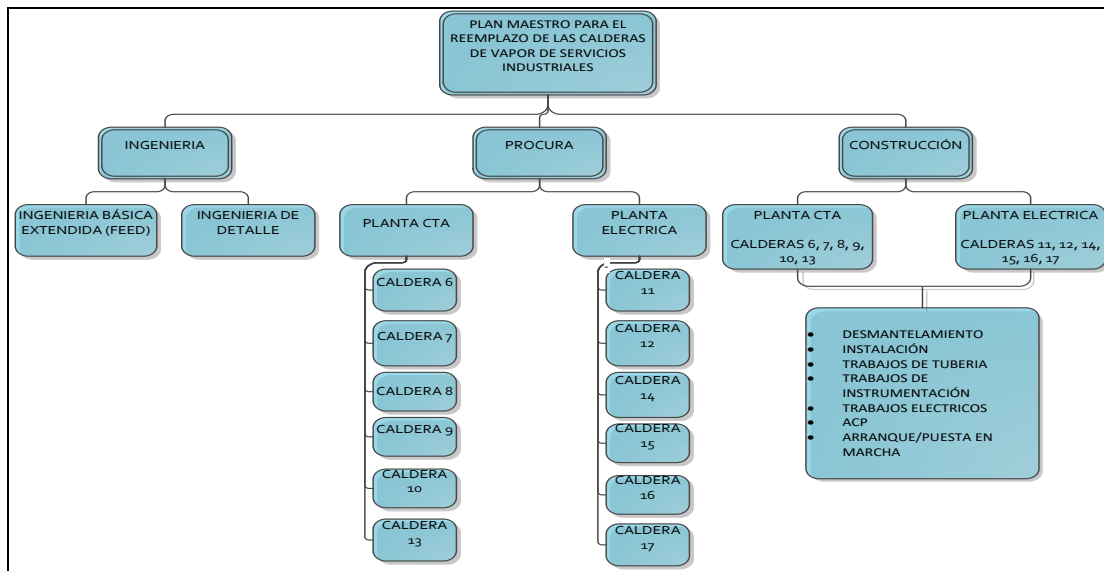


Figura 5. Estructura desagregada de trabajo (EDT) para el reemplazo de las calderas  
Fuente: Elaboración Propia (2017)

En otro aspecto, la planificación para el reemplazo de las calderas de vapor de servicios industriales debe estar estipulado por las condiciones (límites de batería) por fases y del proyecto total; la lista de actividades por fases, medición del progreso por actividades (en el desarrollo del proyecto), plan de recursos, lista de interesados; todo ello como proceso integral de objeto de revisión, así como de seguimiento con el fin de alcanzar el objetivo final propuesto para la organización, tal como se muestra en el diagrama Gantt en concordancia con a EDT, utilizando la herramienta de Microsoft Project, tal como se muestra en la siguiente figura 6.

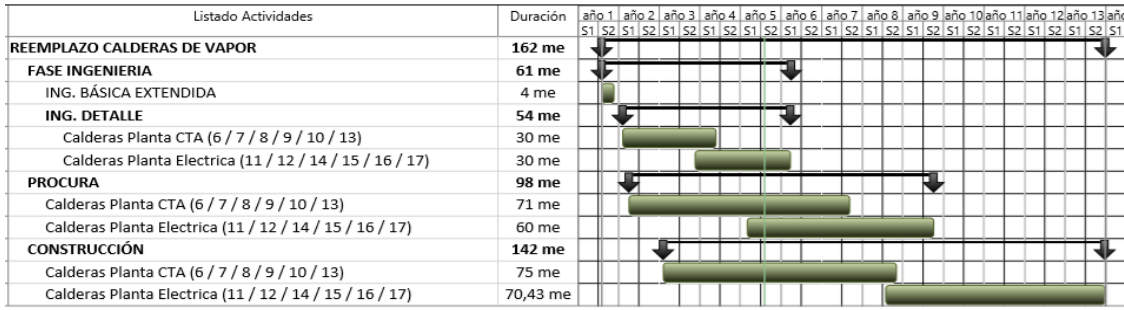


Figura 6. Diagrama Gantt, reemplazo de calderas de vapor  
Fuente: Elaboración Propia (2017)

El tiempo total para la ejecución del reemplazo de las 12 calderas es de 13 años, considerando que el trabajo del reemplazo debe realizarse una por una por ser los equipos que generan el vapor y electricidad requeridos por las plantas del complejo, así como el monto de las inversiones que debe presupuestarse en varios periodos; iniciando con la ingeniería básica extendida del proyecto (actividad ejecutada 100% al momento del desarrollo de la investigación).

Continuando con el desarrollo de la ingeniería de detalle y colocación de las órdenes de compra (procura) al fabricante seleccionado para la fabricación de la primera caldera de la planta CTA (15 meses), incluye el transporte y nacionalización. Posteriormente, dos años después comienzan los trabajos de construcción de las fundaciones para la instalación, ensamble, fijación y de las calderas, contempla los trabajos de tuberías, instrumentación, electricidad, automatización y control hasta el arranque y puesta en marcha con una duración de 11 meses, de forma sucesiva por equipo.

## Elemento 2. Organización

Uno de los factores de éxito en los proyectos es la estructura de organización establecida, ya que la ejecución de cada fase del proyecto obedece a la gestión de los diferentes departamentos involucrados y el equipo asignado. Ello incluye colaboradores tanto internos como externos de la corporación petroquímica, personal calificado (diversas disciplinas, profesionales y mano de obra directa), en tal aspecto se muestra se propone el organigrama para el desarrollo de las fases del plan maestro, según se aprecia en la figura 7.

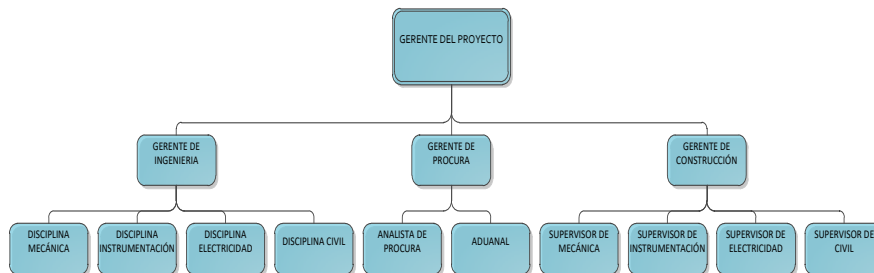


Figura 7. Organigrama propuesto  
Fuente: Elaboración Propia (2017)

### Elemento 3. Dirección

Dirección es un elemento en donde se indican las actividades necesarias a realizar y desarrollar por los diferentes involucrados del equipo (gerente del proyecto y demás participantes) de proyecto establecido como método o herramienta de trabajo, por consiguiente, se establecen las siguientes actividades:

- a. Establecer los objetivos definidos, claros y factibles del proyecto.
- b. Establecer las necesidades según los requisitos y asignación de personal requerido a la Gerencia de Gestión Humana.
- c. Equilibrar las demandas recurrentes de calidad, alcance, costo y tiempo.
- c. Planificar de acuerdo a las fases establecidas
- e. Adaptar las especificaciones, planes, y enfoques de las diversas opiniones por parte de los diferentes interesados cuando se requiera
- f. Cumplir con los requisitos predeterminados para satisfacer requerimientos y expectativas de los interesados.
- g. Monitorear, controlar y tomar las acciones correctivas ante los resultados alcanzados en cada periodo, según los indicadores de gestión de cada proyecto de acuerdo al modelo de gestión propuesto, según se observa en la siguiente figura 8.



*Figura 8. Modelo de gestión de dirección propuesto*  
Fuente: Elaboración Propia (2017)

### Elemento 4. Integración

Referente a la integración efectiva, enmarcada en los diferentes procesos de grupos de proyectos en la gestión para así cumplir con los objetivos del plan maestro, se requiere por parte del gerente del proyecto implantar las siguientes actividades propuestas:

- a. Desarrollar el acta de constitución del proyecto; autorización formal del proyecto de reemplazo de las calderas de vapor
- b. Definir el alcance del proyecto; una descripción detallada del alcance.
- c. Desarrollar y establecer el plan de gestión del proyecto; documentar las acciones para definir, preparar, integrar y coordinar los planes de trabajo.
- d. Dirigir y gestionar la ejecución del proyecto; ejecutar el trabajo definido por el plan de gestión del proyecto.



e. Seguimiento y control; supervisar, hacer seguimiento y controlar los diferentes procesos requeridos (iniciar, ejecutar, cierre del proyecto).

### Elemento 5. Control

Para lograr alcanzar la ejecución física del plan del proyecto para el reemplazo de cada caldera (proyecto del plan maestro), es necesario ejecutar las siguientes medidas o actividades por parte del gerente del proyecto, así como también del equipo del proyecto estipulado en este plan maestro:

- a. Establecer los estándares de puntos estratégicos, de acuerdo a la planificación cumplir con los objetivos de las diferentes fases por planta y caldera preestablecidos.
- b. Mediciones y monitoreo del progreso físico a través de reportes constantes del proyecto, enfocado en los factores críticos, principales problemas y potenciales, la cuales contemplan reuniones de evaluación/revisión de dicho progreso.
- c. Definir el patrón (criterios métricos cuantificables) para medir el avance físico de los productos asociados.
- d. Establecer la frecuencia de medición, debe ser constante.
- e. Gestionar los cambios, conlleva al proceso de revisión, aprobación, implementación y actualización cualquier cambio que afecte el alcance, cronograma y presupuesto del proyecto.
- f. Iniciar acciones o actividades correctivas durante la ejecución del proyecto, de forma de disminuir o mitigar los problemas que afecten el mismo.
- g. Aseguramiento de la calidad, implica garantizar que los procesos de los trabajos, así como también los productos entregables satisfagan las especificaciones de calidad.
- h. Gestión de procura de equipos y materiales, a través de la implementación de seguimiento y verificación que garantice la entrega en el tiempo preestablecidos de los equipos (calderas y otros), así como de los insumos para el proyecto.
- i. Monitorear las fechas claves (hitos) del proyecto.

### Conclusiones

El análisis del estudio respecto al primer objetivo sobre diagnosticar la situación actual de las calderas de vapor de la industria petroquímica venezolana, determinó que el sistema de generación de vapor presenta gran condición de deterioro (grado de obsolescencia), deficiencias operativas y baja confiabilidad operativa en detrimento con los años de operación, agravando las condiciones requeridas por el sistema para suministro y generación de vapor hacia las diferentes plantas que conforman el complejo petroquímico.

En cuanto al segundo objetivo, determinar los requerimientos del plan maestro, se observó alto nivel y motivación del equipo de proyectos hacia la selección de tecnologías de punta para el reemplazo de las calderas; sin embargo, se evidenció una deficiencia leve en los requerimientos de personal, técnicos y financieros, factores claves de éxito para la consecución de los proyectos de inversión.

Finalmente, el plan maestro para el reemplazo de las calderas de vapor de Servicios Industriales, se debe entender como un documento vivo de referencia para la gestión administrativa de la Corporación Petroquímica de Venezuela S.A., siendo a su vez un planteamiento general de consolidación de elementos de planificación, organización, dirección, integración y control para la coordinación de todos los recursos disponibles de esta misma en la

consecución del proyecto en un periodo de 13 años, desde el desarrollo de la ingeniería básica y detalle, la procura y fabricación de las 12 calderas a reemplazar y los trabajos de construcción de una forma coordinada, considerando que se deben ir desincorporando en la medida que vayan instalándose y arrancando sus reemplazos.

### Referencias Bibliográficas

- Aponte F., G (2006). El Proceso de Gestión de Innovación Tecnológica: Sus Etapas e Indicadores Relacionados. *Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura*, XXI (1), pp. 59- 90. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Baca, G. (2016). *Evaluación de Proyectos*. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, C.A de C.V.
- Bautista, M. (2007). *Gerencia de Proyectos de Construcción Inmobiliaria. Fundamentos para la Gestión de la Calidad*. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- Cartay, I. (2010). *Gestión de Proyectos Un Enfoque PDVSA*. Mérida, Venezuela: Editorial Torococo.
- Chiavenato, I. (2010). *Gestión del Talento Humano*. México: Editores Mc Graw-Hill / Interamericana Editores.
- Córdoba, M. (2006). *Formulación y Evaluación de Proyectos*. Colombia: Ecoe Ediciones.
- Coss, R. (2006). *Análisis y Evaluación de Proyectos de Inversión*. México: Editorial Limusa.
- Domínguez, J.; Santiago, J.; Uceda, J.; Garrido, Sarco, S.; Lahoz, J.; Almeida, J. (2012). *Guía Básica: Calderas Industriales Eficientes*. Madrid, España: Gráficas Arias Montano S.A.
- Duran, J., Sojo, L. y Fuenmayor, E. (2011). *Decisión de Reemplazo o Reparación de un equipo: Caso de Estudio Basado en Métodos y Normas Vigentes*. Recuperado de: <https://www.ipeman.com/articulos/tw/decision-reemplazo-reparacion-equipo.pdf>
- Gido, J. & Clements, J. (2007). *Administración exitosa de Proyectos*. México: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Iztapalapa, México: Editorial McGraw-Hill Interamericana S.A.
- Hurtado, J. (2015) *Metodología de la Investigación Holística*. Caracas. Venezuela: Editorial Sypal.
- Instituto Latinoamericano del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES, 2010). *Metodología del Marco Lógico para la Planificación el Seguimiento y la Evaluación de Proyectos y Programas*. Santiago de Chile: CEPAL.
- León, M. (2007). *Evaluación de Inversiones: Un Enfoque Privado y Social*. Málaga, España: Editorial Juan Carlos Martínez Coll.
- Milla Lostaunau, L. (2007). *Calderas y Turbinas de Vapor para la Generación de Energía Eléctrica*. *Electrónica - UNMSM*, (19), 18–26. Recuperado de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/electron/article/view/3552>
- Organización del Canal de Panamá (2006). *Plan Maestro del Canal de Panamá*. Panamá: Autoridad del Canal de Panamá.



- Palacios, L. (2009). *Gerencia de Proyectos. Un Enfoque Latino*. Caracas, Venezuela: Universidad Católica Andrés Bello.
- Pelekais, C.; Raspa, P.; Finol de Franco, M.; Neuman, N. (2010). *El ABC de la Investigación–Guía Didáctica*. Maracaibo, Venezuela: Ediciones Astro Data S.A.
- Petroquímica de Venezuela (Pequiven, 2016). [Página Web Gubernamental]. Recuperado de: <https://www.pequiven.com/>
- Project Management Institute (2017) *Project Management Body of Knowledge*. Pensilvania, EEUU: NewtownSquare.
- Quijada, M. (2011). *Plan Detallado*. [Documento en Línea]. <http://planificaciondeunagerenciaefectiva.blogspot.com/2011/04/plandetallado.html>
- Quality Consultants – Consultores en Calidad (2010). *Introducción a la Planificación Estratégica*. [Documento en Línea]. Recuperado de: [http://www.quality-consultant.com/libros/libro\\_0031.htm](http://www.quality-consultant.com/libros/libro_0031.htm)
- Robbins, S. y Coulter, M. (2010). *Administración*. México: Prentice – Hall.
- Rajadell, M. & Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing, La Evidencia de una Necesidad*. España: Ediciones Díaz de Santos.
- Rojas J., K. (2012). *Inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación*. Madrid, España: Editorial Académica Española.
- Sabino, C. (2014). *El Proceso de Investigación*. Guatemala: Editorial Episteme.
- Sánchez, R. (2007). *Eventos: Como Organizarlos con Éxito*. Buenos Aires, Argentina: Colección Manuales de COE, S. A.
- Sapag, R. & Sapag, N. (2014). *Preparación y Evaluación de Proyectos*. México: McGraw-Hill Interamericana S.A.
- Sarco, S. (2009). *Guía de Referencia Técnica*. Volumen TR-GCM-04. Ruta Colectora Panamericana Este N° 24951. Buenos Aires, Argentina.
- Silva, A. (2006). *Elementos para una Estrategia de Transferencia de Tecnología*. Coronado, Costa Rica: Edición Priag.