

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FQF
Facultad de
Química y Farmacia

Departamento de Ingeniería Química

TRABAJO DE DIPLOMA

Título: Procedimiento para minimizar los costos y el plazo de inversión en la Refinería de Petróleo "Sergio Soto" de Cabaiguán.

Autora: Aliani Araujo Flores.

Tutores: Dr. Cs Erenio González Suárez.

MSc. Lester Alemán Hurtado.

Santa Clara , junio, 2019
Copyright©UCLV

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FQF
Facultad de
Química y Farmacia

Academic Department

DIPLOMA THESIS

Title: Procedure to minimize the costs and the investment term in the Refinery of Petroleum "Sergio Soto" of Cabaiguán.

Author: Aliani Araujo Flores.

Thesis Director: Dr. Cs Erenio González Suárez.

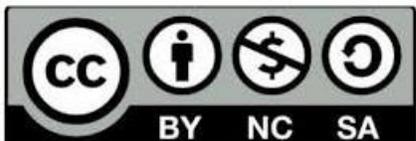
MSc. Lester Alemán Hurtado.

Santa Clara , June ,2019
Copyright©UCLV

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

Atribución- No Comercial- Compartir Igual



Para cualquier información contacte con:

Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní. Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830

Teléfonos.: +53 01 42281503-1419.

Dedicatoria

A mis padres Arai y Alfredo...

Por estar a mi lado en todo momento, por creer y confiar en mí, por motivarme y hacerme sentir siempre que puedo con todo... Gracias por su amor y sacrificio incondicional, gracias a ustedes me he convertido hoy en la persona que soy... Los amo...

A mis abuelos Alfredo y Rolando...

Que la vida no les permitió verme en este día tan especial donde me convierto en una ingeniera, espero estén muy orgullosos de mí dónde quiera que se encuentren y sepan que estarán por siempre en mi corazón.

A mi abuela Milagros, mi tía Arelys, mi primo Carlos y mi tío Alcides...

Por ser tan incondicionales en todos los sentidos... Por su cariño, su desvelo y su entrega, esto también se los debo a ustedes...

A mi hermano Andy...

Por ser una de las cosas más importantes y lindas en mi vida, por su admiración y confianza hacia mí, porque por ti también quiero ser una mejor persona... Estoy muy orgullosa de tenerte a mi lado y de la persona que eres...

Agradecimientos

A mi tutor Erenio González Suárez, por el apoyo que me ha brindado, por dedicarme gran parte de su tiempo, por la confianza que siempre ha depositado en mí, porque nunca faltaron sus consejos de buen amigo.

A toda mi familia por apoyarme en mis decisiones, por cuidar cada paso que doy, cada sueño, porque me han enseñado que, con esfuerzo, el camino de la vida es más fácil de transitar, por recibirme siempre con una sonrisa, un consejo y palabras de aliento para poder superar los reveses que se presentaron en el camino y darme fuerzas para llegar a la meta propuesta porque lo que soy hoy se resume en cada uno de ellos. Gracias por hacerme tan feliz porque sin ustedes no hubiera podido lograrlo. Los amo...

A mi pareja por brindarme apoyo, seguridad, fuerza y aliento en mis momentos de mayor flaqueza.

A mi amiga Jesi por estar siempre cuando más la necesitaba.

A mis amigas Lianet, Jessica, Liseth, Claudia, Alianys, Andrea, Alejandra, Leidy Laura a todas y a cada una quiero agradecerles por ser parte de mi vida, porque fueron como una familia para mí, por todas las cosas compartidas, por los buenos momentos que serán inigualables, por todas las noches de desvelos que compartimos juntas, por la amistad que creció entre todas y por regalarme tantos momentos lindos e inolvidables.

A todos mis compañeros de aula que sepan que siempre tendrán una parte especial en mi corazón.

A todos los trabajadores de la refinería que nos ayudaron incondicionalmente en la realización de este trabajo.

A todas aquellas personas que de una manera u otra no escatimaron esfuerzos, contribuyeron a la realización de este trabajo y participaron o estuvieron presentes en mi vida... a los que no mencioné... a todos, GRACIAS.

Resumen

En el presente trabajo se realizó una metodología a través de procedimientos heurísticos para minimizar costos y plazos de inversión en la Refinería de petróleo “Sergio Soto” del municipio de Cabaiguán, debido a la necesidad de reparación que se precisa en esta industria en el menor tiempo posible; aspecto que no ha estado suficientemente tratado, en la industria del petróleo cubana y que conduce a la elaboración de la metodología desarrollada en este trabajo donde se conjugan los aspectos relacionados con el diagnóstico tecnológico de los equipos, la vigilancia y valoración tecnológica para la adquisición de las nuevas tecnologías en este caso la torre de destilación atmosférica T-101, hornos F-101, F-102, y las bombas.

Además, se analiza el comportamiento de la fiabilidad dentro de la inversión como uno de los aspectos más significativos para la disponibilidad de la planta y el impacto económico de la inversión que es un factor trascendental para el desarrollo de la empresa durante y luego de la inversión, el cual nos da una medida de la rentabilidad de las plantas.

El cálculo del coeficiente de variación para el valor actual neto permitió ordenar el proceso inversionista a partir de inversiones de menor riesgo de coeficiente de variación desde 0,08 hasta 0,13.

Summary

In the present work, a methodology was carried out through heuristic procedures to minimize costs and investment deadlines at the "Sergio Soto" oil refinery in the municipality of Cabaiguán, due to the need for repair that is required in this industry in the shortest time. Possible; aspect that has not been sufficiently addressed, in the Cuban oil industry and that leads to the elaboration of the methodology developed in this work where the aspects related to the technological diagnosis of the equipment are combined, the monitoring and technological assessment for the acquisition of new technologies in this case the atmospheric distillation tower T-101, furnaces F-101, F-102, and pumps.

In addition, the behavior of reliability within the investment is analyzed as one of the most significant aspects for the availability of the plant and the economic impact of the investment that is a transcendental factor for the development of the company during and after the investment , which gives us a measure of the profitability of the plants.

The calculation of the coefficient of variation for the net present value made it possible to order the investor process from investments with a lower risk of coefficient of variation from 0.08 to 0.13.

Índice

Introducción.	1
Capítulo 1: Revisión Bibliográfica	4
1.1-Petróleo: Origen.....	4
Características fundamentales.	5
1.2-Características de la industria petrolera de Cuba y el petróleo cubano.	7
1.3- Antecedentes del Proceso inversionista en el mundo y Cuba.	7
1.4- Experiencia del Proyecto inversionista en la Refinería y sus deficiencias.	10
1.5- Aspectos a tener en cuenta para el desarrollo de un diagrama heurístico.	13
1.5.1- Relación de tareas para elaborar el proceso inversionista que son fundamento para organizar la inversión.....	14
1.6- Diagrama heurístico.	26
Conclusiones parciales	27
Capítulo II. Metodología del Diagrama heurístico. Tareas de organización de las inversiones.	28
2.1- Caracterización de la empresa.	28
2.1.1- Caracterización general de la Refinería “Sergio Soto”	29
2.1.2- Breve descripción del proceso de refinación en la Refinería “Sergio Soto”.	29
2.2- Estudio de Mercado.	31
2.3- Valoración técnica del estado actual del equipamiento.	33
2.4- Innovación Tecnológica.	36
Conclusiones Parciales	38
Capítulo III: Aplicación de la metodología propuesta.	39
3.1- Equipos.	39
3.1.1- Torre de destilación T-101.	39
3.1.2- Horno F-101 y F-102.	40
3.1.3- Bombas.	40
3.2-Antecedentes en la evaluación económica de una inversión, en los lineamientos de la política científica (PCC 2011) se plantea:	41
3.3-La fiabilidad en la inversión con redundancia.	41
3.4- Determinación de los indicadores económicos.	43
3.5-Cálculo del riesgo para los indicadores económicos VAN, TIR, PRD.	55

3.6- Elaboración del cronograma para la inversión.....	58
Conclusiones parciales	61
Recomendaciones	63
Bibliografía.....	64
Anexos	66

Introducción.

El petróleo es la materia prima de la industria de refino, es un aceite mineral inflamable y un compuesto químico formado de hidrocarburos de origen natural y orgánico, que pudieron ser algas, o pequeños animales. También es un energético indispensable para el desarrollo de la vida humana en la sociedad actual y para el desarrollo de la industria, sobre todo en los países denominados como primermundistas. Dentro de sus principales características se puede resaltar que no es renovable o por lo menos no a corto plazo por lo que existe la posibilidad del agotamiento de las reservas en el futuro, este se encuentra en grandes cantidades bajo la superficie terrestre y se emplea como combustible y materia prima para la industria química. Además, el petróleo y sus derivados se emplean para fabricar medicinas, fertilizantes, productos alimenticios, objetos de plástico, materiales de construcción, pinturas y textiles, y para generar electricidad (Arguimbau, 2011)

La Refinería de Petróleo “Sergio Soto” de Cabaiguán, provincia de Sancti Spíritus, es la principal refinadora del crudo cubano, su fuente de abastecimiento es la materia prima proveniente principalmente de la cuenca central de Ciego de Ávila incluyendo Pina-Cristales y Majagua, también se emplea crudo que viene de Jarahueca (provincia Sancti Spíritus) y Varadero (provincia Matanzas). Esta composición de crudo alcanza valores de densidad entre 20 -22 (grados API)(Díaz, 1994). La Refinería pertenece al Ministerio de Energía y Minas (MINEM) y se vincula a la economía nacional mediante la Unión Cuba-Petróleo (CUPET) quien es la comercializadora de los productos obtenidos en la fábrica.

La refinería de petróleo “Sergio Soto” tiene como actividad fundamental el procesamiento de crudo cubano y sus derivados, recepcionar y manipular combustibles a las empresas de la Unión para garantizar el consumo del mercado interno, fundamentalmente para la región central del país.

El proceso productivo de la refinería de petróleo “Sergio Soto” de Cabaiguán se lleva a cabo en tres plantas principales (CUBA-PETRÓLEO, 2001):

1. Unidad de Destilación Atmosférica
2. Unidad de Destilación al Vacío
3. Planta de Aceites Básicos.

Durante el período especial los niveles de refinación en todo el país se vieron deprimidos por los bajos niveles de procesamiento de crudo, al verse afectada las importaciones de la extinta URSS y tener que adquirir el crudo en el mercado internacional a más altos precios, lo que trajo por consecuencia que se afectaran las instalaciones de la Refinería.

Para la operación de una refinería, se requiere del máximo de seguridad y eficiencia de las instalaciones tecnológicas y auxiliares de este tipo de industria. En la actualidad el estado de obsolescencia de los diferentes equipos tecnológicos de las unidades de producción, así como de las áreas de manipulación y almacenamiento de productos y facilidades auxiliares, dan lugar a paradas de plantas no programadas, averías continuas, que interrumpen la continuidad del proceso tecnológico y no permiten un adecuado control operacional del mismo.

La ingeniería química tiene ante sí el reto de estudiar cómo desarrollar cada tecnología productiva sobre la base de la obtención de una mayor eficiencia económica para lo cual se requiere analizar entre diferentes alternativas cual es la vía más factible desde el punto de vista técnico-económico, por lo que deben formularse varias alternativas (Martínez García, 2018).

En el análisis de diferentes alternativas se requiere siempre con el análisis técnico el análisis económico, en el cual está presente el uso de las capacidades productivas y por supuesto no solo en condiciones ideales sino por sobre todas las cosas en las propias condiciones de operación a la que la planta será sometida. Por ello desde la fase del proyecto deben considerarse las premisas de instalación de la operación.

En este trabajo precisamente se traza una estrategia para minimizar los costos de inversión en la refinería de petróleo “Sergio Soto” de Cabaiguán, con la confección de un diagrama heurístico para organizar los pasos a realizar en esta inversión.

Atendiendo a lo anterior se define como **problema científico** el siguiente:

No existe un procedimiento científicamente fundamentado que considere la incertidumbre en el proceso inversionista, lo que provoca que los costos y plazos de inversión no sean más efectivos afectando así las posibilidades de beneficio mayor a la economía nacional.

Hipótesis:

Si se desarrolla y aplica un diagrama heurístico para organizar y optimizar, considerando la incertidumbre, los costos y plazos en las inversiones se pueden lograr resultados más eficientes en la refinería de petróleo “Sergio Soto” de Cabaiguán.

Objetivo general:

Desarrollar un procedimiento heurístico que permita minimizar los costos y el plazo de inversión considerando la incertidumbre de los procesos inversionistas.

Objetivos específicos:

1. Definir un diagrama heurístico para encontrar relaciones entre los diferentes pasos del proceso de inversión y resultados finales.
2. Diagnosticar el equipamiento necesario a ser objeto de innovaciones durante las nuevas inversiones.
3. Valorar como la incertidumbre se presenta más significativa en el proceso inversionista y en la evaluación de sus resultados.
4. Proponer alternativas para incrementar el impacto de las inversiones y minimizar los plazos de su recuperación.
5. Realizar el cronograma de los pasos a seguir en el proceso de inversión, determinando la presencia de incertidumbre.

Capítulo 1: Revisión Bibliográfica

1.1-Petróleo: Origen.

El petróleo es un líquido viscoso de color verde, amarillo, marrón o negro y que está constituido por diferentes hidrocarburos, es decir, por compuestos formados por átomos de carbono e hidrógeno en cantidades variables. No se han encontrado nunca dos yacimientos petrolíferos que tengan exactamente la misma composición, ya que, junto con hidrocarburos, hay a menudo otros compuestos oxigenados, nitrogenados y otros compuestos orgánicos con elementos como el azufre, el níquel o el vanadio (Martínez García, 2018).

El oro negro, como metafóricamente se denomina el petróleo, tiene su origen en la descomposición de los minúsculos organismos acuáticos que vivían en los antiguos mares de la Tierra hace millones de años, cuando todavía los humanos no habían aparecido (REPSOL-YPF, 2000).

Cuando estos microorganismos animales y vegetales morían y caían al fondo de las grandes masas de agua, sucesivas capas de sedimentos inorgánicos –arenas y arcillas– se depositaban encima, enterrándolos cada vez más profundamente. La elevada presión de las capas de tierra, las altas temperaturas y la acción de bacterias con ausencia de oxígeno –es decir, en un medio anaerobio– fue transformando lentamente los restos orgánicos en lo que se conoce como petróleo crudo. El proceso de descomposición de la materia orgánica y la formación del petróleo tarda entre 10 y 100 millones de años (Arguimbau, 2011).

Aunque el petróleo es solamente una mezcla de gran variedad de hidrocarburos, estos componentes no se separan por sí solos, sino que hay que separarlos por medio de calor gradual, que hace evaporar primero los hidrocarburos livianos y luego, los más pesados; así mismo se puede calentar el crudo hasta convertirlo en gas y luego enfriarlo progresivamente, en cuyo caso los hidrocarburos pesados serán los primeros en convertirse en líquidos, luego los menos pesados y así sucesivamente.

Este último principio es la base principal en la refinación.

(WWW.ENERGÍA.GOB.MX/RES/85/REFINACIÓN_WEB, 2017).

Características fundamentales.

✓ Composición química.

La composición química depende de la presencia de ciertos componentes químicos en el mismo, así como de la unión de éstos en elementos más complejos. Su importancia radica en las características particulares que cada uno de estos elementos le añade. Así se tiene que se puede clasificar en parafínicos, nafténicos, aromáticos o mixtos mediante análisis relativamente simples, de acuerdo con la proporción predominante de moléculas de hidrocarburos similares (VALDÉS, 2011a).

- Parafínicos:

Se clasifican así porque su componente principal es la parafina, son muy fluidos y de color claro, tienen una buena estabilidad a la oxidación, por lo que son los más apropiados para la obtención de aceites lubricantes y proporcionan una mayor cantidad de nafta (VALDÉS, 2011a).

- Aromáticos:

Son poco estables a la oxidación y más apropiados para obtener gasolinas o gasóleos, dan naftas de buen octanaje y son indeseables para producir aceites (VALDÉS, 2011a).

- Nafténicos:

Sus componentes principales son los naftenos y los hidrocarburos aromáticos, son muy viscosos y de coloración oscura y generan una gran cantidad de residuos tras el proceso de refinación. Son apropiados para la obtención de aceites lubricantes (VALDÉS, 2011a).

- Mixtos:

Tienen cantidades variables de cada tipo de hidrocarburo (Kraus, 1998).
Densidad.

También se definen según la densidad API (específica). Por ejemplo, los crudos pesados tienen bajas densidades API (y altas densidades específicas). Un crudo de baja densidad API puede tener un punto de inflamabilidad alto o bajo, dependiendo de sus componentes más ligeros (constituyentes más volátiles). Dada la importancia de la temperatura y la presión en el proceso de refino, los

crudos se clasifican además por su viscosidad, puntos de fluidez y rangos de destilación (Rudd, 1986). También se tienen en cuenta otras características físicas y químicas, como el color y el contenido de carbono residual. Los crudos de petróleo con alto contenido de carbono, bajo contenido de hidrógeno y baja densidad API suelen ser ricos en aromáticos, mientras que los de bajo contenido de carbono, alto contenido de hidrógeno y alta densidad API, son por lo general ricos en parafinas.

Los grados API se utilizan asimismo para determinar el precio de un crudo determinado, dado que cuanto mayor sea el valor en grados API, mayor es la proporción de crudo utilizable, principalmente en fracciones ligeras (nafta, nafta ligera, etc.)

Según la densidad, los crudos pueden ser clasificados de la siguiente forma:

Tabla 1: Clasificación de los crudos según su densidad.

Tipo de crudo	Densidad (kg/m ³)	°API
Extra Pesado	> 1 000	< 10
Pesado	1 000 – 920	10,0 – 22,3
Medio	920 – 870	22,3 – 31,1
Liviano	< 870	> 31,1

Fuente: Refinería "Sergio Soto" de Cabaiguán (VALDÉS, 2017).

✓ Contenido de azufre.

El azufre constituye la impureza más indeseable y dañina que acompaña al petróleo. Se encuentra en los crudos en cantidades que varían de 0,3 a 5 %. Los compuestos formados por este elemento, cuando son contenidos por los productos derivados del petróleo causan, según (VALDÉS, 2017)

- Corrosión en el equipo de refinación; también en equipos donde se utilicen motores.
- Formación de un gas tóxico y corrosivo, el sulfuro de hidrógeno (H₂S), el cual tiene olor a huevo podrido.
- Formación de compuestos llamados mercaptanos, de mal olor y que pueden transformarse en compuestos corrosivos.

- Al igual que otras impurezas, envenenan o desactivan los catalizadores utilizados en la industria.

1.2- Características de la industria petrolera de Cuba y el petróleo cubano.

La industria petrolera de Cuba solo explota un cinco por ciento del petróleo en sus yacimientos en tierra firme y aguas someras, por la falta de capital extranjero y tecnología para acometer desarrollos como el del campo de Varadero, el mayor realizado hasta ahora.

El petróleo cubano es de difícil y costosa explotación y procesamiento por su característica de extrapesado, ya que oscila entre 8 y 12 grados API, contra los 34 grados del tipo árabe liviano de los productores del Golfo (García Ruiz and Edgardo Romero, 2017).

1.3- Antecedentes del Proceso inversionista en el mundo y Cuba.

La Experiencia histórica acredita que para cancelar el atraso técnico económico se requiere ante todo la diversificación de la estructura económica del país dado, partiendo de la última palabra del utillaje y de los modernos procedimientos metodológicos y métodos de producción. La industrialización es la base de una transformación cardinal de la estructura económica (Kolontái and Tiagunenکو, 1974). En el mundo se están produciendo cambios discontinuos en el desarrollo de la producción industrial influido principalmente por la innovación tecnológica bajo la influencia de la microelectrónica, la informática, las comunicaciones, los nuevos materiales y los nuevos conceptos en la práctica que sitúan como principal recurso al conocimiento.

Las políticas industriales (Carrasquero and Torres, 1993), que persiguen objetivos polifacéticos, se han vuelto más complejas e interrelacionadas y hacen uso de múltiples instrumentos, desde el comercio hasta la educación. La inversión extranjera es fundamental para esas políticas industriales. La inversión fomenta y moderniza las industrias. Las conecta con los mercados internacionales. También impulsa la innovación y la competitividad, que son esenciales.

Las inversiones juegan un papel importante en el aumento de la productividad y el mejoramiento de las condiciones de trabajo (González et al., 1987) .

Es evidente que para obtener tasas de crecimiento económico y de competitividad internacional en diferentes sectores de la economía de un país, es importante tanto la posibilidad de generar innovaciones como la capacidad de asimilar de forma inteligente y en las condiciones locales, procesos tecnológicos de producciones originados en el exterior (Ley Chong and Gonzales, 2004). Las políticas industriales y las políticas de inversión que las acompañan deben girar en torno a un objetivo claramente articulado, pero, al mismo tiempo, deben contener recomendaciones prácticas y detalladas, un calendario de acción claro y una división de responsabilidades entre los sectores público y privado (Hidalgo Nuchera et al., 2002).

Para los países en desarrollo tiene singular importancia el problema de acelerar el incremento económico, es decir el problema de asegurar la reproducción ampliada (Klesnet, 2016). En este contexto, el Informe sobre las Inversiones en el Mundo 2018 (Balart, 2000), trata de arrojar luz sobre la interacción entre las nuevas políticas industriales y las políticas de inversión. En él se exponen distintos modelos de políticas industriales —a partir de un inventario de las políticas industriales adoptadas por más de 100 países en el último decenio— y se examina el papel de las políticas de inversión dentro de cada modelo.

El Informe ilustra el uso diferente de las políticas de inversión que se hace en los distintos modelos y propone formas de mejorar el impacto de las políticas industriales mediante políticas de inversión más eficaces y eficientes. Por último, se formulan recomendaciones para actualizar los instrumentos de políticas de inversión existente, incluida los incentivos a la inversión, las zonas económicas especiales, la facilitación de las inversiones y los mecanismos de análisis y selección, o cribado, de las inversiones extranjeras.

El actual desarrollo económico de Cuba ha contribuido a profundos análisis sobre la eficiencia de la gestión económica y financiera de las empresas. La industria petrolera constituye una parte esencial y dinamizadora en la actividad económica del país.

Muchas de las inversiones de más envergadura se han desarrollado con capital extranjero. Debido a esto, la dependencia del funcionamiento de los mercados y

los procesos políticos en estos países influyen directamente en el avance de los proyectos y aumenta el riesgo en su desarrollo. La investigación se centra en la consideración de herramientas de las teorías de manejo de la incertidumbre, útiles para el análisis de la información incierta y subjetiva, en un procedimiento que ofrece una solución a la evaluación del riesgo de proyectos de inversión de la industria petrolera cubana, en correspondencia con las especificidades de cada una de sus etapas (Balart, 2000)

Este procedimiento incorpora en el análisis de riesgo el derivado del empleo de determinada fuente de financiamiento, sea ajena o propia con capital extranjero. Se plantea el diseño de un procedimiento que permite resolver el problema objeto de investigación, considerando los indicadores que miden su efectividad. Se ilustra su aplicación para demostrar su validez en la muestra seleccionada, y, por último, la evaluación del impacto que tendría su aplicación al análisis de los resultados en las inversiones del sector. Se utilizan métodos y técnicas descritos con el fin de facilitar la fundamentación del procedimiento y su validación (Verde, 2010).

Decreto 327 2014 de la Constitución de la República de Cuba.

Reglamento del proceso inversionista título 1 normativas generales del proceso inversionista capítulo 1 ámbito de aplicación y objeto.

ARTÍCULO 1.- Este Decreto es de aplicación a todas las inversiones que se realicen en el territorio nacional por las personas jurídico de la inversión principal como de las inducidas, si las hubiera; b) establecer las funciones de todos los sujetos del proceso; c) preparar las inversiones sobre bases técnicas y económicas, según sus características; d) garantizar que los documentos de preinversión y de post-inversión reflejen correctamente los datos contables, según las Normas Cubanas de Información Financiera vigentes; e) ampliar el análisis de post-inversión que permita comprobar en qué medida se cumplen los beneficios previstos y aprobados en el estudio de factibilidad y a la vez retroalimentar futuros proyectos; f) preservar, ahorrar y utilizar con la mayor rentabilidad y eficiencia los recursos energéticos puestos a disposición de la actividad; g) garantizar en los programas, proyectos y planes de desarrollo y en todas las fases del proceso inversionista, los requerimientos de la tecnología y la protección del medio

ambiente, la utilización de las fuentes renovables de energía, el ahorro y la eficiencia como solución energética principal; h) fortalecer el papel del contrato como vía para garantizar los objetivos y compromisos pactados, definir la responsabilidad de las partes ante los incumplimientos, la reparación de los daños, indemnización de perjuicios y las posibles penalidades; i) contribuir a potenciar el programa de inversiones a mediano plazo que genera cada plan de ordenamiento territorial y urbano; y j) garantizar durante todo el proceso inversionista, por los sujetos de este, la aplicación de las Normas Cubanas de Información Financiera vigentes en el país, potenciar el control, la veracidad y la exposición de todo lo referente a dicho proceso (Cuba, 2014).

Referido a la pasada Constitución de la República de Cuba (ONU, 1967, Cuba, 2014). Capítulo II conceptos generales (Lage Dávila, 2013).

ARTÍCULO 6.1.- El Proceso Inversionista es el sistema dinámico que integra las actividades o servicios que realizan los sujetos que en él participan, desde su concepción inicial hasta la puesta en explotación.

1.4- Experiencia del Proyecto inversionista en la Refinería y sus deficiencias.

La actualización del estudio técnico económico de la Refinería “Sergio Soto” se realizó siguiendo las bases metodológicas del Ministerio de Economía y Planificación y de la Dirección de Inversiones de CUPET (VALDÉS, 2012), asumiendo que muchos de los puntos a analizar en la metodología no son aplicables a este tipo de inversión, por ser la misma una Reparación Capital de continuación y no una nueva inversión. Es de vital importancia destacar que a las plantas no se le realiza una Reparación Capital por parada de Plantas desde 1998, las demás han sido mantenimientos por oportunidad cada tres años. (VALDÉS, 2004b)

Las instalaciones actuales de la Refinería “Sergio Soto” se explotan de forma continua desde hace más de 65 años, sufriendo cambios tecnológicos producto de las variaciones de crudo, por lo que su equipamiento tecnológico ha sufrido un avanzado grado de deterioro y de obsolescencia tecnológica, que provoca una disminución de la fiabilidad de las operaciones para este tipo de Plantas de Procesos. Además, la existencia de factores externos como:

-La corrosión creada por el alto contenido de azufre que presentan los crudos nacionales.

-Las paradas de plantas intermitentes dentro del mes de refinación.

- El mal estado de la inflación casi en su totalidad hacen que las aguas fluviales penetren, se acumulen y aceleren la corrosión de las instalaciones.

Los mantenimientos realizados se han limitado fundamentalmente a cambios de elementos, piezas y accesorios internos, pero ninguna de la envergadura que se proponen realizar.

Actualmente se trazan estrategias para la realización de un procedimiento para la primera fase de ejecución de proyectos inversionistas.

Estudio del Proyecto: La viabilidad y la factibilidad de un Proyecto, dependen de los estudios y análisis previos que llevan a vías de hecho la concepción del mismo (ONU, 1967) por ello la importancia de la administración y control de proyectos (Martino, 2015) y en la etapa preparatoria los estudios previos inversionistas (Gonzalez et al., 2005). Las decisiones que se tomen en las diferentes etapas, aseguran que el Proyecto encaje dentro de la estrategia de la Empresa y satisfaga una necesidad clara e inmediata. Un proyecto de inversión industrial tiene múltiples impactos en lo económico, social, energético y ambiental (Mercado and Testa, 2001) es por ello aconsejable considerar en su evaluación los métodos de evaluación y decisión multicriterio (Martínez, 1994) en lo que deberá tenerse en cuenta que las inversiones son a futuro y que la ciencia y la tecnología están interrelacionadas (autores, 1999). Por lo anterior es necesario en el estudio que la Ciencia y la Innovación tiene una proyección a futuro, siendo la innovación la piedra angular de la industria moderna (Balart, 2000) .

El estudio contiene los asuntos siguientes:

- Objetivos en términos operativos del Proyecto propuesto, es decir, como funcionará en la práctica lo que se va a crear.
- Identificación de las partes implicadas. (Interesados)
- Beneficios del Proyecto.
- Estudios de Factibilidad.
- Discusión del Proyecto.

Discusión del Proyecto: Si el Proyecto se ajusta a la misión y a la estrategia de la Empresa, debe discutirse sobre el análisis de los riesgos.

Sobre la base de la magnitud del Proyecto, se tienen en consideración los riesgos políticos, legales, relativos al cliente, financieros, fiscales y tributarios, contractuales, del Proyecto, del diseño, de fabricación y suministros, de construcción y montaje, de puesta en marcha, y de garantía técnica.

Esta es la primera labor formal del Proyecto después de la aprobación de la idea o del concepto. La idea para un Proyecto puede surgir dentro de la Empresa o a solicitud de una Entidad exterior. El estudio conceptual es llevado a cabo por un individuo o por un pequeño grupo de personas para determinar si la idea es técnicamente factible, y si habrá beneficios factibles asociados con su desarrollo.

El estudio puede involucrar a personas de diferentes Departamentos de la estructura funcional de la Empresa o de la Unión, en dependencia del nivel de responsabilidad que asuman las partes interesadas en la discusión del Proyecto.

Aprobación del Proyecto: El estudio conceptual se presenta a las instancias de aprobación para que el Proyecto sea incluido o no en Plan de Negocios.

Si es incluido, se iniciarán los trámites correspondientes para darle forma al Proyecto, comenzando la fase de Diseño del Proyecto con la Entidad correspondiente (Gonzalez, 2005d).

La preparación de la Aprobación de gastos, es la parte del estudio final previa a la ejecución del Proyecto.

Se hace una revisión y evaluación de las variantes del diseño básico del proyecto. Esta etapa incluye los trabajos de Ingeniería y Planificación del detalle. Se realiza un estudio de factibilidad para obtener costos razonablemente exactos de los componentes mayores del Proyecto a través de Ofertas de Suministradores y Subcontratistas

Este estudio lo realiza el Jefe del Proyecto o algún especialista designado de todos los grupos que están involucrados o afectados por la ejecución del mismo. Posterior al estudio se somete a la aprobación en una reunión conjunta, donde surge la Fundamentación del Proyecto, y el Informe de la Fundamentación

Elección del Administrador de Proyecto: El Jefe del Departamento de Inversiones nombra un Jefe o Administrador del Proyecto, al cual se le asigna una autorización de gastos por flujo de caja. Este nombramiento en el caso de proyectos de gran magnitud, es confirmado por instancias superiores (VALDÉS, 2014c). Para esto se confecciona el Acta de Designación del Administrador del Proyecto.

Después de la designación es el responsable de la Ejecución del Proyecto con respecto al Presupuesto, Cronograma, Alcance y su Entrega Final. También cuenta con la autoridad necesaria para hacer los cambios pertinentes. Esto incluye el suministro a tiempo del equipamiento y materiales especificados, las tramitaciones oportunas, y cada esfuerzo que se haga para que los renglones sean entregados e instalados a tiempo.

El Administrador de Proyecto es responsable, además, de la coordinación de las tareas que son realizadas por el personal asignado al Proyecto, manteniendo a la Empresa informada de los sucesos importantes, resoluciones de conflictos y la toma de decisiones correctas en el Proyecto cuando sea necesario. El Administrador de Proyecto es el contacto principal con el cliente, el cual conoce todos los aspectos y pormenores sobre el Proyecto, y está facultado para operar y controlar los Centros de Costo que se habiliten en los Proyectos que administra (VALDÉS, 2004b).

1.5- Aspectos a tener en cuenta para el desarrollo de un diagrama heurístico.

Para contrarrestar todos estos problemas y minimizar los costos de inversión es necesario el desarrollo de un proceso inversionista con apoyo de una heurística que ayude, a una toma de decisiones operativas en el desarrollo dialéctico (Lothar, 1972) de las inversiones, que permita optimizar estas inversiones y llegar a resultados satisfactorios en la empresa y así en la economía nacional.

Para la representación de esa lógica hay que destacar en la elaboración de un diagrama heurístico hay que tener en cuenta que la actividad creadora al solucionar las tareas o los problemas, sólo es posible sobre la base de las experiencias, a cuyo efecto la peculiaridad de la actividad creadora consiste en

que las experiencias del hombre se transformen en el proceso de enseñanza. Esta transformación se logra convirtiendo las cantidades existentes en una nueva cualidad.

Los elementos estructurales del procedimiento heurístico son:

- La contradicción.
- La transformación.
- La fantasía, la idea.

1.5.1- Relación de tareas para elaborar el proceso inversionista que son fundamento para organizar la inversión.

Mercado: Tener conocimiento sobre el proceso, acciones que se destacan, demandas, capacidades de producción, futuros problemas con respecto a la venta de los productos y la distribución.

¿se realiza un estudio de mercado?

Se realiza un estudio del mercado que permite conocer más sobre el proyecto que vamos a empezar. Intervienen varias acciones como las fuentes de abastecimiento de la materia prima, la capacidad de producción, disposición de mercado para la venta de los productos obtenidos, las demandas que tiene en ese período los productos a obtener.

Si: Hay un amplio conocimiento de los aspectos concernientes a la demanda del proyecto de inversión.

No: No sabremos con claridad sobre qué base de demanda se va a realizar la inversión.

Tecnología: Selección del equipamiento o las tecnologías considerando los factores técnicos, comerciales, económicos, restricciones de la materia prima y la infraestructura subdesarrollada.

¿se selecciona la tecnología adecuada?

Para la selección de las tecnologías se tienen en cuenta las características de la instalación y las necesidades de la empresa; la búsqueda de información concerniente al tema de donde se destaca la selección del equipamiento, evaluación, negociación y adaptación de las tecnologías.

Para la adquisición de las tecnologías deben congeniar todo el personal involucrado para la selección mediante la información de las tecnologías disponibles a través de análisis donde estas respondan si son la adecuadas o no, cuyo análisis sería estudios de fiabilidad, modelos de equipos y tiempo de vida útil, además de las condiciones que acuerda el abastecedor para la venta de ellas.

La vigilancia tecnológica y la valoración de las tecnologías son factores cruciales en la selección de las mismas.

La vigilancia en el proceso de innovación tecnológica: El término vigilancia se asocia más con las acciones de observación, captación de información y análisis de la misma para convertir señales dispersas en tendencias y recomendaciones para tomar decisiones.

Un sistema de vigilancia tecnológica debe ser organizado, selectivo y permanente. Debe existir un equipo humano y técnico con carácter multidisciplinario para que en dicho trabajo se realice una adecuada planificación, de forma que esto permita una actuación continua en el tiempo. Además de existir una adaptación a las necesidades de la empresa seleccionando la información que para ella tenga mayor interés.

El sistema debe ser capaz de tratar la información recopilada y convertirla en conocimiento. Esto es de especial importancia, así como su difusión a los miembros de la empresa de forma fluida (Gonzalez, 2005b).

La información debe ser utilizada por los miembros de la empresa para la toma de decisiones. De nada sirve realizar un esfuerzo en la creación de un sistema de vigilancia, si sus resultados no se materializan en su efectiva utilización de cara a tomar las decisiones en la empresa en relación con su estrategia en el marco de un entorno competitivo determinado.

El objetivo final de la Vigilancia Tecnológica es maximizar las ventajas competitivas de la empresa, a través de un conocimiento exhaustivo de todo lo que ocurre en el entorno en el cual desarrolla su actividad.

A las empresas les gusta saber qué pasa, no tener sorpresas, aprovechar las oportunidades, si pueden, y evidentemente combatir o hacer frente a las amenazas que puedan presentarse (Gonzalez, 2005b).

La vigilancia en general, no limitada al ámbito tecnológico, puede definirse como: el esfuerzo sistemático y organizado por la empresa de observación, captación, análisis, difusión precisa y recuperación de información sobre los hechos del entorno económico, tecnológico, social o comercial, relevantes para la misma por poder implicar una oportunidad o amenaza para ésta, con objeto de poder tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios (Gonzalez, 2005b).

Con todo lo anteriormente dicho los pasos en la vigilancia tecnológica son:

- 1- Información y análisis del proyecto para la toma de decisiones.
- 2- Selectivo y permanente.
- 3- Requiere un equipo humano y técnico con carácter multidisciplinario para que en dicho trabajo se realice una adecuada planificación.
- 4- Debe existir una adaptación a las necesidades de la empresa seleccionando la información que para ella tenga mayor interés. (Gonzalez and León, 2005)

Valoración tecnológica: la valoración de las tecnologías permite conocer lo que se pretende y en qué consiste el proyecto para el cual se necesita la adquisición de nuevas tecnologías, es un aspecto importante dentro de la adquisición de las mismas, donde se realizan estudios determinando el costo e ingresos que puedan alcanzar estas tecnologías.

En la valoración tecnológica las principales dificultades que enfrentan los procesos o las fábricas donde será instalada con respecto a esta tecnología adquirida con el propósito de llegar a soluciones de los problemas y obtener mejoras llegando a resultados tangibles en la fábrica.

La Valoración tecnológica incluye:

- **Información técnico-económica detallada de cada proyecto que se va a investigar:** se realiza un análisis económico del equipamiento necesario para el proyecto, se evaluará técnicamente y probando si es el proceso es o no viable.

- **Características de las tecnologías en cuanto a desarrollo que estas poseen:** conocer si las tecnologías que se quieren adquirir son útiles para el proyecto; con respecto a modernidad, costo y situación medioambiental.
- **Niveles de desarrollo que alcanzarán los proyectos con respecto a las tecnologías:** luego de la selección y adquisición de las tecnologías convenientes se percibiera un aumento del desarrollo de la empresa y de su producción generando con esto un gran avance en el mercado.
- **Lograr la obtención de resultados y mejoras eficientes en la industria:** con un aumento del mercado se obtendrán grandes logros en las empresas tanto productivos como económicos y se notara por encima de toda la correcta estructuración del desarrollo del proyecto y de la inversión que se realizó y el cumplimiento que se le dio a cada uno de sus pasos que nos llevó a tener una mejora de los resultados y un alto nivel de eficiencia.

Si: Las nuevas tecnologías deben cumplir con las necesidades del proyecto, con los recursos accesibles y satisfaciendo las necesidades, cumpliendo con todo lo anterior será la correcta para el proyecto.

No: Sería una tecnología a la que le podíamos dar poco uso debido a su complejo funcionamiento, alto nivel de contaminación y que tenga un alto costo de adquisición, un equipamiento así no sería viable para el proyecto de inversión.

Estudio previo inversionista: Análisis Técnico económico de pre factibilidad: Realizar un análisis económico de cada equipo adquirido junto con todos los accesorios que requiere cada uno de ellos.

Los Estudio Previos Inversionistas que las organizaciones debe realizar antes de iniciar el proceso de negociación de una tecnología que se quiere transferir, requieren considerar aspectos organizativos y metodológicos para su ejecución eficaz en una interacción recíproca (Gonzalez, 2005c).

¿Se realizó un buen estudio inversionista?

Si: Se conocerá el buen estado, funcionamiento de la instalación y rendimiento de la fábrica en general.

No: No hay noción de los estudios previos para el proyecto inversionista.

Los componentes básicos de un estudio previo inversionista son:

- Estudio de prefactibilidad: Partiendo de que “la valoración económica de una inversión de ingeniería es la llave en los estudios de factibilidad de cualquier mega proyecto”, sin embargo, siendo la razón de retorno discontinuo de flujo de caja y el valor presente neto para proyectos futuros indicadores normalmente empleados en los estudios de factibilidad, debemos considerar que sus magnitudes “nunca podrán ser previstos con carácter absoluto puesto que los datos del flujo de caja de tales proyectos están sujetos a incertidumbre”. Por lo que, para minimizar esa incertidumbre presente, en el Estudio de Factibilidad Detallado se llevan a cabo las siguientes tareas, como vía de ejecución y complemento de los pasos de transferencia de una tecnología: estudio del mercado y el estudio para la selección del sitio.
- Estudio de factibilidad detallado: El estudio técnico debe realizarse lo más detallado posible, de forma tal que se minimice la incertidumbre que pueda presentar el proyecto.

Las actividades a realizar serán las siguientes:

- Desarrollo de los balances de materiales y energía por área.
- Elaboración de los esquemas tecnológicos y diagramas de bloques usando medios computacionales.
- Elaboración de las especificaciones técnicas de acuerdo a formatos internacionales.
- Solicitud de ofertas a diferentes suministradores nacionales e internacionales.
- Elaboración del listado de equipamiento por área.
- Elaboración del listado de planos necesarios.
- Elaboración de los Diagramas de Instrumentación y Tuberías.
- Elaboración del listado de tuberías y accesorios por área.
- Elaboración del listado de instrumentación.
- Elaboración de los diagramas monolineales de fuerza.
- Listado de Materiales Eléctricos.
- Planos Preliminares de:
 - Iluminación de exteriores,

- Protección contra descargas eléctricas,
 - Sistema de tierra,
 - Canalización eléctrica,
 - Ubicación de pizarras y Centros de control de motores.
- Análisis de ofertas y selección de precios de equipos y de los suministradores.
 - Elaboración de la memoria descriptiva del proceso.
 - Confección de los diagramas generales de disposición en planta
 - Confección de los esquemas generales de disposición de la planta.
 - Elaboración del esquema general de flujo del proceso.
 - Elaboración del Anteproyecto civil de la planta.
 - Elaboración del expediente para solicitud de la Macrolocalización.
 - Elaboración de expediente para la Agencia de Protección contra incendio para obtener la información necesaria para la elaboración de los proyectos.
 - Elaboración de expediente con toda la información necesaria para licitar la Ingeniería de detalle.
 - Establecer contactos con empresas comercializadoras de productos necesarios para la construcción y operación del central.
 - Preparación de toda la información relacionada con la construcción y entrega a las empresas constructoras para su licitación.
 - Elaboración del presupuesto detallado de la inversión.
 - Elaboración del costo de producción.
 - Desarrollo del análisis de rentabilidad y riesgo de la inversión.

Como puede apreciarse el grado de detalle utilizado en la elaboración del estudio técnico permitirá que la incertidumbre en esta etapa se reduzca, reportando beneficios y ahorros de tiempo y recursos financieros en la etapa de proyecto.

1. Elaboración del presupuesto de la inversión.
2. Elaboración del pronóstico de los costos de producción.
3. Análisis de rentabilidad. Análisis de riesgo.
4. Cronograma de Ejecución de la obra.

Los Estudios Previos Inversionistas debe ejecutarse mediante la creación de una “Fuerza de Tarea” donde participen especialistas de alto nivel de las diferentes

disciplinas de ingeniería, así como relacionada con los aspectos jurídicos, ambientales, comerciales y de seguridad de las instalaciones (Gonzalez et al., 2005).

Realizar una optimización de la inversión a partir de la evaluación técnico-económica: que incluye costo de equipamiento, costo de producción y por último la fiabilidad y el rendimiento que sería un análisis de factibilidad.

¿se realiza una optimización de la inversión?

Si: Se evalúan las cuestiones económicas del proceso, y se proyecta para decisiones futuras.

No: No habrá certeza de que el proceso propuesto tenga un buen rendimiento en el futuro.

Análisis teórico de la fiabilidad.

Las tecnologías de las plantas químicas modernas no pueden tolerar fallos pues podrían acarrear consecuencias excepcionalmente graves (Hauptmanns, 1986), por ello Rudd y Watson (Rudd and Watson, 1968) incluyeron con las formas en que se representa la incertidumbre en la industria química la probabilidad de trabajo sin fallos.

La teoría de la Fiabilidad estudia:

- Las regularidades del surgimiento de los fallos y su recuperación, para restablecer la capacidad de trabajo de los artículos.
- la influencia de los factores externos e internos en los procesos que se desarrollan en los artículos;
- los métodos para la determinación cualitativa y valoración (comparativa) de la Fiabilidad.
- las actividades para aumentar la Fiabilidad al diseñar y producir los artículos, así como los procedimientos para mantener el nivel necesario en su explotación.

La aplicación de la fiabilidad en la industria química se puede expresar como (OLARTE, 2006):

- Organización de las actividades relacionadas con los análisis de fiabilidad.
- Detección y eliminación de roturas.

- Análisis cuantitativo y cualitativo de la fiabilidad de los sistemas.
- Modelación y optimización de la fiabilidad de los sistemas tecnológico.
- Análisis de la fiabilidad y mantenimiento.
- Fiabilidad y seguridad.

Mantenimiento del equipamiento: proponer un plan de mantenimiento adecuado que se debe dar cumplimiento para el buen funcionamiento de las plantas.

¿Se realiza un correcto mantenimiento a los equipos?

Si: Se evalúan los equipos en periodos cortos según el plan de mantenimiento propuesto y así logramos una mejor eficiencia en su funcionamiento.

No: Se reportarán reiteradas averías en los equipos que luego acortarán su tiempo de vida útil y estarían fuera de uso totalmente, provocando un atraso en la producción de la refinería.

Optimización de la estrategia inversionista: Para saber si se trabajó correctamente minimizando los costos de inversión se calcula el valor actual neto (VAN) Tasa interna de rendimiento (TIR) y así obtenemos las consecuencias negativas del proyecto (Peters and Timem, 1971).

Es conveniente llevar a cabo una inversión según el valor capital, cuando este es positivo. La decisión de aceptar o no aceptar una inversión que siempre tiene que adoptarse tomando como bases valores estimados, encierra un cierto grado de riesgos, que es debido al posible fallo en las predicciones (Eilon, 1975).

Determinación de los flujos de cajas:

Para este análisis se han tenido en cuenta los supuestos siguientes:

- Se consideran los flujos de cajas al final de cada año y contantes.
- Terminado el primer año ya se han realizado las inversiones iniciales del proyecto.
- En el segundo y tercer año del proyecto solo se recibirán la mitad de los ingresos totales, respectivamente; hasta que en el cuarto año se normalice la producción.
- Los préstamos monetarios se reintegrarán con un 10% de intereses.
- Se convenía que la devolución del préstamo sea en un término de dos años.

¿se optimiza la estrategia inversionista?

Si: Se evalúa el proceso y los valores de los gastos económicos reales son menores que los que se habían estimado logramos minimizar los costos de la inversión.

No: No se llegó a una optimización de la producción.

Ejecutar la inversión: Poner a prueba la instalación para ver si es viable o no la inversión realizada.

¿se pone en marcha la planta?

Si: Con la puesta en marcha todos los estudios inversionistas realizados fueron viables.

No: No funciona correctamente.

1.6- Consideración de la incertidumbre en el desarrollo de un proceso inversionista.

Una impronta de la época es que la tecnología incide cada vez más en las posibilidades empresariales, pero como se sabe el desarrollo tecnológico de la Industria Química, está vinculado también a la incertidumbre (Gonzalez, 2008), por lo que se requiere pasar de la perspectiva tecnológica tradicional, que no permitió el desarrollo, a una prospectiva tecnológica que puede interpretarse en:

- Búsqueda de posibilidades.
- Exploración de nuevos campos.
- Localización de recursos.

Que tendrá que descansar necesariamente en un análisis multilateral y pormenorizado de los factores y cambios tecnológicos de la empresa, para lo cual debería cumplirse una previsión global, cualitativa y múltiple que cumpla el requisito de ser instrumento para la acción.

Coincidente con esta necesidad práctica, el Análisis Complejo de Procesos a través de su complejidad ha venido abordando con éxito la consideración de la incertidumbre tanto de la disponibilidad del equipamiento como de los parámetros de operación de equipos e instalaciones industriales o para determinar la necesidad de la profundización científica (González et al., 1987), a través de investigaciones previas basadas en los trabajos de los clásicos que como Rudd y

Watson aconsejan ordenar los estudios de incertidumbre en cuatro direcciones (Rudd and Watson, 1980), a saber:

- Los cambios en la relación capacidad de producción instalada y demanda de los productos.
- El entorno, tanto económico como ambiental.
- Los parámetros tecnológicos.
- La disponibilidad de los equipos.

Y de acuerdo con las experiencias de los últimos lustros la incertidumbre financiera (Gonzalez, 2005a).

Hirsbleifer y John al respecto de la incertidumbre y la información, brindan una fundamentación rigurosa para la toma de decisiones individuales en condiciones en que tienen gran influencia los elementos económicos y las oportunidades del mercado, la cual puede adaptarse a las condiciones de la economía cubana actual (Hirsbleifer and John, 1986).

Se define qué en el caso particular de los estudios de Macrolocalización de instalaciones industriales considerando la incertidumbre en los cambios futuros es necesario considerar, entre otros, los siguientes aspectos:

- La demanda del mercado y sus cambios en el futuro.
- La incertidumbre en las disponibilidades de materias primas.
- Las disponibilidades de tecnologías para diferentes procesos.
- Los costos de transportación de las materias primas y los productos terminados.
- La incertidumbre en los niveles de las capacidades iniciales de acuerdo a las demandas del mercado, de su evolución y la incertidumbre de los parámetros financieros.

La incertidumbre es la inseguridad o duda que se tenga sobre el resultado de un acontecimiento futuro. A diferencia del riesgo, en la incertidumbre no se conoce la probabilidad de que ocurra el posible desenlace.

Riesgo Es el grado de variabilidad o contingencia del retorno de una inversión. En términos generales se puede esperar que, a mayor riesgo, mayor rentabilidad de la inversión. Existen varias clases de riesgos: de mercado, solvencia, jurídico, de

liquides, de tasa de cambio, riesgo de tasa de interés etc. La administración de riesgos financieros es una rama especializada de las finanzas corporativas, que se dedica al manejo o cobertura de los riesgos financieros.

“La incertidumbre existe siempre que no se sabe con seguridad lo que ocurrirá en el futuro. El riesgo es la incertidumbre que “importa” porque incide en el bienestar de la gente. Toda situación riesgosa es incierta, pero puede haber incertidumbre sin riesgo”(Bodie, 1998).

En el ámbito financiero se dice que una inversión tiene riesgo cuando existe la posibilidad que el inversor no recupere los fondos que ha invertido en el negocio. Las inversiones con un alto riesgo tendrán que proporcionar una mayor rentabilidad para que el inversor le compense al invertir en ellas.

Tipos de riesgos: Es importante para cualquier inversionista saber a qué tipos de riesgo se debe someter según el sector económico (Castro-Díaz Balart, 2002).

* Riesgo de contraparte: Es el riesgo que la contraparte (con quien negociamos) no entregue el valor o título correspondiente a la transacción en la fecha de vencimiento.

* Riesgo crédito: Se presenta cuando las contrapartes que intervienen en un crédito están poco.

* Riesgo de precio: Es la contingencia de pérdidas por variaciones en los precios de los instrumentos frente a los del mercado.

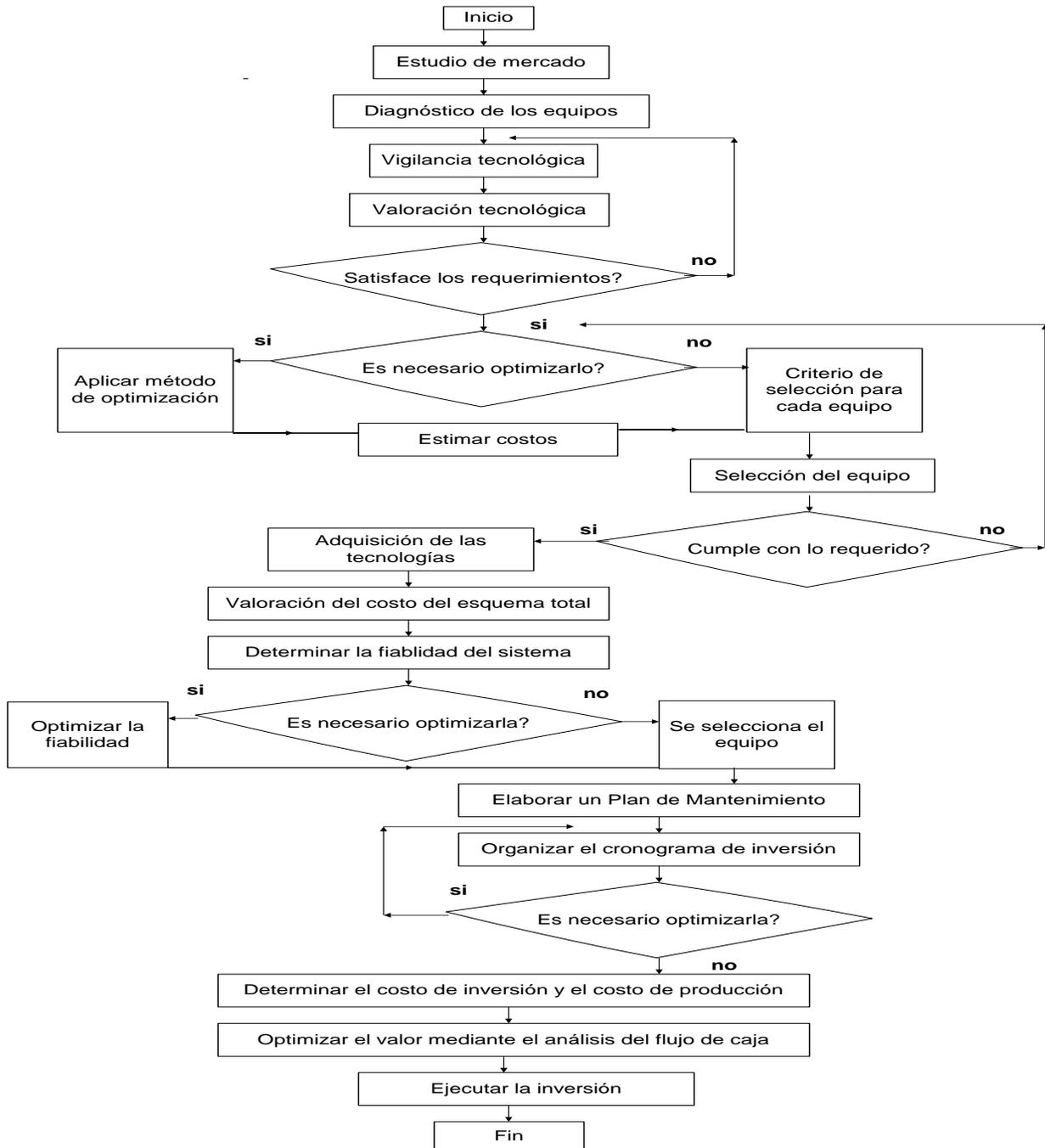
* Riesgo de solvencia: Es la contingencia de pérdida por deterioro de la estructura financiera del emisor o garantía del título y que puede generar disminución en el valor de la inversión o en la capacidad de pago.

* Riesgo de tasa de cambio: Es la contingencia de pérdidas por variaciones inesperadas en las tasas de cambio de las divisas en las cuales la entidad mantiene posiciones. Riesgo derivado de las oscilaciones en las paridades de las divisas en las que están instrumentadas las deudas y créditos de una persona natural o jurídica.

* Riesgo de tasa de interés: Es la contingencia de que, ante cambios inesperados en las tasas de interés, la entidad vea disminuido el valor de mercado de patrimonio.

* Riesgo de transacción: Asociado con la transacción individual denominada en moneda extranjera: importaciones, exportaciones, capital extranjero y préstamos (Oquendo Ferrer, 2002).

1.6- Diagrama heurístico.



Conclusiones parciales

1. Para realizar una inversión hay que tener en cuenta la vigilancia tecnológica y la valoración tecnológica por su importancia en la adquisición de las nuevas tecnologías como postinversión se plantean la fiabilidad del proceso y el adecuado mantenimiento a las nuevas tecnologías.
2. Una mayor eficiencia en el proceso inversionista logrará un perfeccionamiento que se establecerá el camino a seguir en cada una de las inversiones futuras de las empresas la cual debe estar preestablecida desde su estudio de factibilidad técnico económico bien detallado en el decreto 327 del 2014.
3. En la medida en que se comiencen a aplicar correctamente los pasos contenidos en el diagrama heurístico, los resultados deben estar encaminados a que el Proceso Inversionista en la Refinería de Petróleo “Sergio Soto” de Cabaiguán constituya el motor impulsor del desarrollo de esta empresa en todas las esferas de la economía y la sociedad.
4. Para hacer una buena inversión se debe tener en cuenta que esta no está exenta de manejar riesgo y por ello incertidumbre; factores que se pueden llegar a controlar mediante la información que se obtenga; además se debe tener claro qué objetivos se buscan al hacer una inversión; es decir no invertir por invertir, se debe tener siempre una meta clara para obtener buenos beneficios o sea el éxito de la inversión.

Capítulo II. Metodología del Diagrama heurístico. Tareas de organización de las inversiones.

2.1- Caracterización de la empresa.

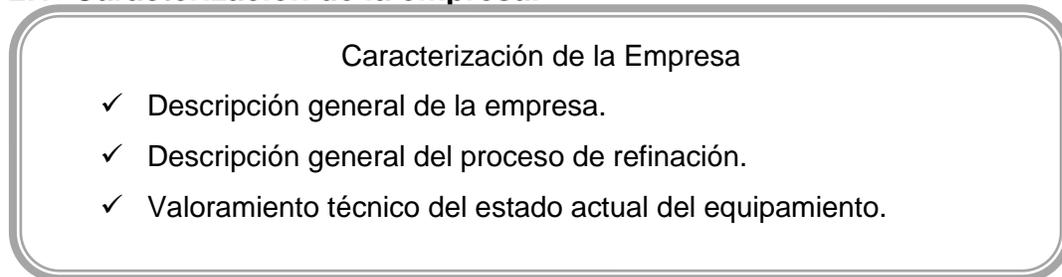


Figura 2: Aspectos sobre la caracterización de la empresa.

Fuente: Elaboración propia.

En epígrafe 2.1 se expondrá la caracterización de la empresa, donde hay que tener en cuenta su descripción general, conoceremos a modo general como es el proceso de Refinación en las plantas de Destilación Atmosférica y Destilación al Vacío apoyándonos en el manual de operaciones de dichas plantas. La valoración técnica sobre el estado actual del equipamiento existente en el área de producción a través de la información del área técnica y de mantenimiento que informan sobre estado crítico de los equipos y su vida útil utilizando programas como el SAGERMAN.

El objeto social aprobado es:

1. Procesar y comercializar petróleo crudo y sus derivados.
2. Brindar servicios de transportación y comercialización de combustible y gas licuado del petróleo.

La empresa tiene definida su misión y visión como:

Misión:

Utilizar eficientemente las capacidades de refinación, comercializar eficazmente los productos derivados para satisfacer las necesidades de los clientes y la sociedad con calidad, seguridad, sostenibilidad y bajos costos, exigiendo un uso y control eficiente de los combustibles; como resultado de la participación cohesionada, íntegra, profesional y ética de nuestros trabajadores comprometidos con la lucha por la independencia y el bienestar de nuestro país (VALDÉS, 2003).

Visión:

La Empresa Refinería de Petróleo” Sergio Soto”, es la organización petrolera que asegura la autosuficiencia de petróleo y sus derivados al territorio, a partir de alcanzar un alto potencial tecnológico y lograr la participación cohesionada, profesional y ética de sus trabajadores comprometidos con el desarrollo sostenible del país (VALDÉS, 2003).

2.1.1- Caracterización general de la Refinería “Sergio Soto”.

La Refinería pertenece al Ministerio de Energía y Minas (MINEM) y se vincula a la economía nacional mediante la Unión Cuba-Petróleo (CUPET) quien es la comercializadora de los productos obtenidos en la fábrica:

- Nafta, se vende a las Fuerzas Armadas Revolucionarias (FAR) para el lavado de piezas y como solvente reductor de viscosidad para los pozos de petróleo.
- Diesel y gasolina, para abastecer los Servicentros de la provincia.
- Fuel Oil, para los grupos electrógenos y calderas de otras empresas.
- Asfalto, se vende a la construcción para la pavimentación de carreteras y a la fábrica de tejas infinitas.
- Aceite transformador, para los transformadores hasta 13,8 KVA de la Unión Eléctrica (Kolontái and Tiagunenko).
- Aceite Sigatoka, se utiliza en la agricultura contra plagas que atacan al cultivo del plátano.

La materia prima utilizada en la Refinería es el crudo proveniente principalmente de la cuenca central de Ciego de Ávila incluyendo Pina-Cristales y Majagua, también se emplea crudo que viene de Jarahueca (provincia Sancti Spíritus) y Varadero (provincia Matanzas). Esta composición de crudo alcanza valores de densidad entre 20 -22 (grados API)(CEINPET, 1999).

2.1.2- Breve descripción del proceso de refinación en la Refinería “Sergio Soto”.

El crudo reducido que sale del fondo de la T-101 es bombeado con la bomba P-109 A, B, C y D gobernada por un control de nivel ubicado en el fondo, y se muestra el flujo por un indicador de flujo FI12, llegando al horno F-102 donde se calienta hasta 380-409 ° C en dependencia de la operación, vaporizándose parcialmente. En la zona de radiación del horno se puede introducir vapor de agua

con vistas a evitar la formación de coque en los tubos del mismo (existe un flujómetro para conocer la cantidad de vapor, FI-06, FI07). El producto pasa a la zona de alimentación de la torre T-201, entre los platos 3 y 4, que se encuentra a una presión por debajo de la presión atmosférica ocurriendo el flasheo del producto.

La torre T-201 está diseñada con 27 platos distribuidos de la siguiente manera:

Fondo	3 platos (plato perforado)
Zona de lavado	5 platos (4 copas y 1 malla)
Zona rectificación	19 platos (17 válvulas y 2 colector)

En esta separación inicial los vapores ascienden en la torre y el líquido cae al fondo. El fondo de la torre mantiene su nivel con un lazo en el autómata (LIC-01) accionando la neumática existente en las bombas P-201 (A o B) y es bombeado a través de los intercambiadores E-203 H y E-203 F donde le ceden calor al crudo inyectado a la parte atmosférica, al enfriador E-203-A de donde una parte va al fondo de la torre T-201, con vistas a que la temperatura del fondo esté por debajo de 343°C, la otra parte se envía a asfalto o puede pasar por un mezclador donde se le adiciona queroseno o diésel para producir Petróleo Combustible, en dependencia de la operación (VALDÉS, 2005).

El líquido que abandona el plato 5 puede ser tomado por la bomba P-205-A quien lo bombea, gobernado por el control de nivel (LIC-05) situado en el plato, a través del intercambiador E-203 H, de donde una parte (de ser necesaria) es enviada a la succión de la bomba P-109, para ser reprocesado o al enfriador E-204 E y a tanque de petróleo combustible.

La primera extracción de producto es por el plato 9 que pasa al despojador T-203 donde es despojado de las fracciones ligeras con vapor de agua. El flujo de producto de la T-201 al despojador es gobernado por un lazo de control de nivel (LIC-03). De ahí lo toma la bomba P-203 B o C en cuya descarga está montado el lazo de flujo (FIC-02) que gobierna la salida de producto, y es bombeado al intercambiador E-203 G donde le cede calor al crudo, de ahí circula al enfriador E-204 C pasando al manifold de donde puede ser enviado a los diferentes tanques de cortes de aceites o gasóleo de vacío.

La segunda extracción de producto es por el plato 20 que pasa al despojador T-202 donde es despojado de las fracciones ligeras con vapor de agua. El flujo de producto de la T-201 al despojador es gobernado por un lazo de control de nivel (LIC-03). De ahí lo toma la bomba P-203 A o B en cuya descarga está montado el lazo de flujo (FIC-01) que gobierna la salida de producto, y es bombeado al intercambiador E-203 D donde le cede calor al crudo, luego al enfriador E-204 D pasando al manifold de donde puede ser enviado a los diferentes tanques de cortes de aceites o gasóleo de vacío.

La próxima salida es el reflujo al tope el cual es un reflujo de intervalo, se toma por el plato 24 por la bomba P-202 (A o B) en cuya descarga tiene el control de cascada de temperatura (TIC-01) dejando pasar más flujo por la línea intercambiador E-203 A, enfriador E-204 B y tope (plato 27) y el control de nivel del plato 24 (LIC-02) que va a una línea al manifold pudiendo tirarse a los distintos tanques de corte de aceite así como al diesel y al crudo en caso que no cumpla especificaciones. Todos los productos son extraídos por cajas de extracciones parciales. Los vapores no condensados, el aire y el vapor de agua suministrado durante el proceso, pasan a los condensadores de tope E-201 A, donde se condensan parcialmente. El líquido formado pasa al tambor D-201 donde se separan los hidrocarburos del agua, el agua va al drenaje y los hidrocarburos son tomados por la bomba P-205 B o C y enviados a la línea del exceso de reflujo o al diésel. Los vapores no condensados pasan al eyector primario donde son arrastrados por el vapor de agua mezclándose con él y pasan al segundo condensador E-202 A, donde se condensa parte de ellos, de aquí los residuos son arrastrados por el eyector secundario para el condensador E-202 B, los líquidos condensados en los enfriadores E-202 A y B pasan igualmente al tambor D-201, quedando el aire y un residuo de vapor que se tira a la atmósfera a través del silenciador (VALDÉS, 2011b). (Diagrama de flujo del proceso, anexo 1)

2.2- Estudio de Mercado.

En el estudio de mercado se debe determinar el tamaño y la composición de la demanda efectiva actual del mercado (Productos a vender por la refinería, Asfalto, Diésel, Solvente reductor de viscosidad), tanto interno como externo, a fin de estimar

el grado de penetración en el mismo que puede alcanzar en la economía cubana. Esta demanda efectiva representa la cantidad total de unidades de un producto líder (asfalto), comprada en un período de tiempo en determinado mercado y a un precio dado.

Este estudio permitirá determinar los niveles posibles de ventas y los precios a que se puede comercializar para lograr una proyección confiable de los ingresos. La información se toma del departamento económico de la empresa y sus planes de desarrollo a corto y mediano plazo. Para ello se consulta a los organismos rectores de Cuba para conocer su proyección son el MICONS y MINEM (VALDÉS, 2014a).

La cantidad de líquido asfáltico a producir a partir del crudo pesado nacional en la refinería “Sergio Soto” se estima sobre la base de la demanda de asfalto del MICONS para el año 2015, que se calcula que solo es un 80% de la demanda nacional y que el restante 20% corresponde al MINFAR y Poder Popular.

Tabla 2: Demanda de líquido asfáltico del MICONS para el año 2 016 (ton).

Territorios	50/70	RC-0	MC-0	TOTAL
Pinar del Río	3 773,0	270,0	335,0	4 378,0
C. La Habana	1 403,6	919,0	1 114,0	16 069,0
Matanzas	2 871,0	259,0	320,0	3 450,0
Cienfuegos	4 356,0	315,0	383,0	5 054,0
Villa Clara	4 356,0	321,0	383,0	5 060,0
Sancti Spiritus	3 481,5	270,0	330,0	4 081,5
Ciego de Ávila	2 255,5	249,0	312,0	3 316,5
Camagüey	2 854,5	247,0	314,0	3 415,5
Las Tunas	1 353,0	240,0	270,0	5 313,5
Holguín	4 581,5	330,0	402,0	5 313,5
Granma	3 140,5	261,0	330,0	3 731,5
Santiago de Cuba	3 338,5	260,0	320,0	3 918,5
Guantánamo	1 936,0	215,2	288,1	2 439,3
Isla de la Juventud	968,0	180,0	231,0	1 379,0
Brigada Centro	2 761,0	235,0	290,0	3 286,0
Brigada Oriente	2 629,0	225,0	280,0	3 134,0
TOTAL	59 191,0	4 769,2	5 902,1	69 889,3

Fuente: Elaborada por el departamento de inversiones de la Refinería “Sergio Soto”(VALDÉS, 2013).

Como se observa, la demanda de líquido asfáltico para la zona central corresponde a 20 798 ton, la cual es menor a la capacidad de producción instalada en la Refinería “Sergio Soto” y superior a las producciones actuales las

cuales no superan las 14 000,0 ton y en su mayoría son enviadas íntegramente para la Habana en las obras de la zona de desarrollo de Puerto Mariel.

Tabla 3: Demanda de líquido asfáltico del MICONS para los próximos 10 años (ton).

AÑOS	PROYECCION DE HORMIGÓN ASFALTICO CALIENTE (AÑO 1 AL AÑO 16)		DEMANDA DE ASFALTO SERGIO SOTO		
	HAC	Demanda de Cemento Asfalto 50/70	HAC para las vías seleccionadas	Demanda de Cemento Asfalto 50/70	De ellas cantidad de Asfalto Sergio Soto
	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)
2 015	1 499 000	97 435	1 078 700,0	70 116	28 046
2 016	1 644 600	106 897	1 135 280,0	73 793	32 469
2 017	1 832 100	151 591	1 310 800,0	85 202	40 897
2 018	2 014 400	166 686	1 480 700,0	96 246	50 048
2 019	2 033 000	174 399	1 499 300,0	97 455	54 575
2 020	2 052 200	175 648	1 518 500,0	98 703	59 222
2 021	3 072 000	185 384	1 696 000,0	110 240	64 554
2 022	3 092 400	186 709	1 716 350,0	111 563	68 863
2 023	3 113 400	194 573	1 737 350,0	112 928	71 308
2 024	3 135 000	195 979	1 758 950,0	114 332	76 892
2 025	3 157 300	197 427	1 781 250,0	115 781	82 625
2 026	3 377 400	199 386	1 707 600,0	110 994	86 235
2 027	3 401 100	200921	1 708 600,0	111 059	90 732
2 028	3 425 400	202503	1 735 600,0	112 814	93 789
2 029	3 450 500	204133	1 760 700	114 446	96 868
2 030	3 476 300	205809	1 786 500	116 123	100 000
Totales	43 776 100	2845480	25 412 180,0	1 651 792	1 097 123

Fuente: Elaborada por el departamento de inversiones de la Refinería “Sergio Soto”(VALDÉS, 2013).

Con esa necesidad de mercado anual la refinería “Sergio Soto” de Cabaiguán tendría mercado de venta para La Habana y las provincias centrales a las cuales le puede garantizar hasta 420 000,0 ton anuales.

2.3- Valoración técnica del estado actual del equipamiento.

Las instalaciones actuales de la Refinería “Sergio Soto” se explotan de forma continua desde hace más de 60 años, sufriendo cambios tecnológicos producto de las variaciones de crudo entre otros factores, por lo que su equipamiento tecnológico ha sufrido un avanzado grado de deterioro y de obsolescencia tecnológica que provoca una disminución de la fiabilidad de las operaciones para este tipo de plantas de proceso, unidos al desarrollo de pocas reparaciones capitales y sustituciones de equipos que garanticen el adecuado estado técnico de la planta (VALDÉS, 2019).

Los problemas mecánicos que presentan los distintos equipos dinámicos de éstas plantas, hacen que se presenten serias afectaciones, especialmente en la torre de destilación Atmosférica T-101, las bombas de manipulación de combustible junto al proceso de refinación y los hornos F-101 y F-102. Además, la existencia de factores externos como:

- La corrosión creada por el alto contenido de azufre y sal que presentan los crudos nacionales.
- Las paradas de las plantas intermitentes que existían dentro del mes de refinación.
- Aumento del plan de refinación lo que conlleva que las plantas trabajen a tiempo completo durante todo el año.

Estado Técnico de la Torre T-101:

La Torre de Destilación Atmosférica T-101 es un equipo que tiene 71 años de explotación, fue instalado en diciembre de 1947 cuando se inauguró esta refinería. Hace unos tres años que ha venido presentando con cierta frecuencia pequeñas piteras en la envolvente y tubuladuras, estas se han reparado por soldadura. Esas piteras han ocurrido en puntos específicos con bajo espesor, teniendo espesores por encima del límite de retiro en las zonas aledañas. Cálculos del Espesor Mínimo Requerido realizados según el Código ASME Sección VII indican que éste es de un valor aproximado de 2 mm y en todas las ocasiones en que se han medido espesores estos, en los puntos controlados, han sido mayores, siempre por encima de los 4 mm. Esto no significa que no existan puntos específicos con valores inferiores, pero que son prácticamente imposibles de encontrar en una

inspección de rutina, que se realiza de manera aleatoria en puntos claves. Se conservan como evidencias tubuladuras que se han retirado luego de que han presentado alguna pitera en que aparecen marcados los espesores medidos por especialistas de la EMPET y, prácticamente junto a esos puntos con buenos espesores, se han presentado problemas en puntos con bajo espesor.

Dado ese deterioro de la torre se ha previsto su sustitución por una torre nueva, ya ese proyecto se encuentra a más del 95 % de ejecución y está planificado su montaje para cuando se realice la Reparación Capital de los Hornos que debe ser en el transcurso del año 2019. En la Reparación Capital de las Plantas de Destilación que se efectuó en octubre-noviembre del pasado año 2018 estaba planificado el montaje de la nueva torre, pero por afectaciones en la fabricación de los internos no pudo realizarse y se pospuso para este año junto con los Hornos.

Debido a ello, hubo que realizar una reparación de los internos de la torre vieja para que pudiera continuar trabajando.

Dadas las necesidades del país, sobretodo de asfalto, se ha venido trabajando con la torre extremando las medidas en su operación, hasta tanto se termine la instalación de la nueva torre.

En Reportes de Inspección realizados por este Grupo se reflejan estos problemas y se hace hincapié para que se extremen las medidas en su operación.

Los Hornos F-101 y F-102.

El Horno F-101 es relativamente nuevo, responde a un diseño de ingenieros de esta refinería. Se puso en explotación en junio del año 2008. Se le han realizado reparaciones planificadas y por averías, sobre todo al haz de tubos. Ha presentado tupiciones en múltiples ocasiones y se crearon las condiciones para el decoquificado del mismo. Hace algunos años que viene presentando problemas graves en el refractario, se ha reparado parcialmente, pero nunca se ha podido rehacer en su totalidad. Para cambiar el refractario de las zonas de caderas y convección no pueden estar montados los tubos de esas zonas, porque ellos interfieren con el montaje de los peines de caderas y con el repello de la parte de convección. Para poder hacerlo es obligatorio que se haga un cambio total de todos los tubos de esas zonas y aprovechar la ocasión.

La Reparación capital del Horno estaba planificada para los meses de octubre-noviembre del pasado 2018, pero hubo un atraso en la contratación de los tubos y por ende del arribo de ellos a la refinería, el resto de las piezas, partes y materiales necesarios para la reparación sí se encontraban en el centro, pero sin los tubos no se pueden realizar la reparación del horno. Además, no se ha podido contratar la fundición de los soportes de los tubos, todo estaba casi listo para que se fundieran en Inoxidables Varona, pero finalmente tuvieron dificultades con los hornos y no han podido hacer el trabajo. Se han hecho gestiones en Moa Níquel, pero no se ha tenido éxito.

Los tubos llegaron a principios del año 2019 y se comienzan a realizar los trabajos previos para enfrentar la Reparación Capital. Las necesidades de Asfalto del país hacen que se posponga, además de que no se han podido fundir los soportes (en última instancia la reparación se puede realizar prescindiendo de estos, reparándose los existentes y dejando los nuevos para la próxima reparación del horno).

Ya a este horno se le cambió la chimenea en la Reparación de las Plantas de Destilación efectuada en octubre-noviembre del pasado año 2018.

Horno F-102.

El estado de este horno es similar al F-101, pero en menor medida. Se le efectuará su Reparación Capital junto con el F-101.

Bombas.

Las bombas P-105 A, P-109 A, P-109 C, necesitan ser sustituidas debido a los años de explotación, además del encarecimiento de los sellos mecánicos ya que estas bombas necesitan de agua para enfriar el sello lo que le provoca incrustaciones en la caja de agua de enfriamiento debido a la dureza de estas aguas provocándole reiteradas roturas a estos equipos.

2.4- Innovación Tecnológica.

La empresa tiene definidos los **objetivos estratégicos** de la innovación plasmados en Estrategia de Ciencia e Innovación Tecnológica para un período medio de cinco años, con actualizaciones anuales, dirigido a modificar sus capacidades y su desempeño que incluye los compromisos para contribuir al

cumplimiento de la misión, visión, valores, políticas y áreas de resultados clave definidas en la estrategia empresarial (VALDÉS, 2014b).

Los objetivos estratégicos de la innovación se enmarcan en tres campos principales (VALDÉS, 2004a):

- Sobre las producciones, productos y servicios de la sociedad y sus clientes.
- Sobre la investigación y el desarrollo para la obtención de nuevos productos y servicios o para su mejora.
- Acerca de otras actividades que tengan una función fundamental en lo que se refiere al desempeño y la innovación (muchas de ellas en el campo de la innovación organizacional).

Para fundamentar la solución tecnológica seleccionada, se deberán comparar los elementos siguientes:

- ✓ Posibles suministradores y procedencia de la tecnología. Forma de adquisición (licencia, compra directa) y precios.
- ✓ Expectativas de permanencia en el mercado de la tecnología propuesta y su nivel científico-técnico en comparación con el nivel internacional. Complejidad operacional. Productividad. Grado de automatización, control y seguridad. Parámetros técnicos.
- ✓ Identificación, características comerciales y facilidades del proveedor (precios, financiamiento, asistencia técnica, garantía, servicio de mantenimiento y piezas de repuesto).
- ✓ Grado de integración nacional de la tecnología y de la posibilidad de elaborar en el país la documentación técnica de proyectos.
- ✓ Compatibilidad de la tecnología con los sistemas técnico-productivos con los que debe vincularse, en particular para la reparación, el mantenimiento y la metrología.
- ✓ Parámetros de calidad de los productos a obtener en comparación con productos competitivos en el mercado mundial, atendiendo también a los requerimientos de los consumidores nacionales. Normas, patrones o rango de mercado, marcas y especificaciones. Control de calidad.
- ✓ Caracterización y disponibilidad de los insumos.

- ✓ Economía de materias primas y portadores energéticos.
 - ✓ Índices de consumo de las materias primas fundamentales y su procedencia, analizando la posibilidad de disponer de los servicios técnicos y de los insumos apropiados.
 - ✓ Consumo de portadores energéticos, agua y gases por unidad de producto.
 - ✓ Comportamiento de los costos de producción
 - ✓ Fuerza de trabajo requerida. Cantidad y calificación. Posibilidad de asimilación de la tecnología por la fuerza laboral disponible.
 - ✓ Grado en que se observan las prácticas de producción limpia (generación mínima de desechos y su aprovechamiento, consumo mínimo de portadores energéticos, etc.)
 - ✓ Tipos de residuales (líquidos, sólidos y gaseosos). Necesidad de tratamiento, traslado, disposición y manejo, así como del reciclaje cuando proceda.
- Soluciones previstas.

Conclusiones Parciales

- 1- La Refinería "Sergio Soto" de Cabaiguán tiene una alta demanda de producción de líquido asfáltico que no se puede cubrir hasta la instalación de los nuevos equipos debido a las paradas innecesarias por averías y además de las limitaciones con la materia prima.
- 2- El estado técnico de los hornos el F-101 y F-102, la torre de destilación atmosférica T-101 y las bombas P-105 A, P-109 A, P-109 C es crítico, debido al tiempo de explotación y las características que presenta la composición del crudo cubano.
- 3- Un estudio de factibilidad es un factor determinante para el logro de la eficiencia del proyecto de inversión, donde se conoce el alcance que va a tener el proyecto, la cantidad y tipo de equipos que necesitemos incluyendo los costos requeridos para el desarrollo del proceso.

Capítulo III: Aplicación de la metodología propuesta.

En el capítulo anterior se describió el estado técnico de la torre de destilación atmosférica T-101, los hornos F-101 y F-102 y de las bombas P-105 A, P-109 A, P-109 C y se comprobó que están en mal estado y es necesario la reposición de estos equipos debido a los años de explotación que tienen además de las características corrosivas del crudo cubano, Por esto se va a invertir en dichos equipos para lograr una mayor eficiencia en el proceso productivo.

3.1- Equipos.

3.1.1-Torre de destilación T-101.

La Empresa de Ingeniería y Proyectos del Petróleo (EIPP) de la ciudad de la Habana es la empresa encargada del diseño de los proyectos vinculados con la refinería “Sergio Soto”; esta vez realizando el diseño de la nueva torre de destilación atmosférica, la cual reemplazará la torre existente, debido a los años de explotación que esta sufre además de que ha presentado reiteradas averías en estos últimos tres años siendo con cierta frecuencia pequeñas piteras en el envolvente y tubuladuras, esta torre tiene un total de 19 platos y está diseñada para una capacidad de 14 000,0 toneladas anuales; o sea para menores capacidades de la que hoy en día nos pide el mercado debido a la alta demanda de líquido asfáltico (AC-30) que tiene el país, dado este deterioro de la torre y la necesidad del incremento de la capacidad se ha previsto su sustitución por esta torre nueva ya diseñada por esta empresa de proyectos y que cumple con los requisitos necesarios para la sustitución. La nueva torre tendrá una capacidad de instalación de 420 000,0 toneladas anuales, constara con un total de 24 platos, esta torre está diseñada para tener en funcionamiento tres despojadores cada uno con un total de 3 platos y serian de esta forma: un despojador de queroseno; un despojador de diésel y constará con un tercer despojador que será para la nafta pesada siendo este último otra ventaja sobre la otra torre actualmente en funcionamiento. Con la instalación de esta nueva columna se perspectiva a dar cumplimiento a la demanda de mercado de líquido asfáltico (AC-30).

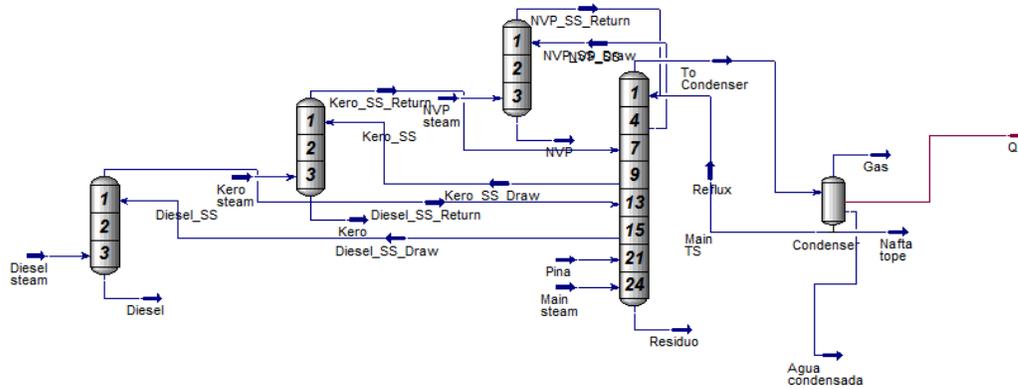


Figura 2: Simulación de la torre de destilación atmosférica.

Fuente: Empresa de Ingeniería y Proyectos del Petróleo (EIPP).

3.1.2-Horno F-101 y F-102.

La refinería ya cuenta con todo lo componente necesarios para el montaje de los nuevos hornos, en la reparación de estos se necesitaba el cambio urgente de los siguientes componentes:

- Tubos de Entrada y Salida del Horno
- Estructura.
- Refractario.
- Tubos.
- Cabezales.
- Soportes de la zona de Radiación.
- Placas soporte de la zona de Convección.
- Quemadores.
- Chimenea.

Al concluir con el montaje e instalación de los hornos nuevos se contribuirá al aumento de la producción de líquido asfáltico en el país.

3.1.3-Bombas.

Las nuevas bombas son más eficientes que las actuales, recirculan el agua para mantener la caja de agua húmeda y así se protege más el sello mecánico de las incrustaciones e impurezas del agua. La instalación de las nuevas bombas es más

que necesaria para el proceso porque al ser los equipos que más se rompen por su baja fiabilidad son los encargados de transportar todos los fluidos.

3.2-Antecedentes en la evaluación económica de una inversión, en los lineamientos de la política científica (PCC 2011) se plantea:

1- Las inversiones fundamentales a realizar responderán a la estrategia de desarrollo del país a corto, mediano y largo plazos, erradicando la espontaneidad, la inmovilización la superficialidad, el incumplimiento de los planes, la falta de profundidad en los estudios de factibilidad y la carencia de integridad al emprender una inversión.

2-Constituirá la primera prioridad las actividades de mantenimiento tecnológico y constructivo en todas las esferas de la economía.

3-Las inversiones se orientarán prioritariamente hacia la esfera productiva y de los servicios para generar beneficios en el corto plazo, así como hacia aquellas inversiones de infraestructura necesarias para el desarrollo sostenible de la economía.

Por ello es aconsejable trabajar en la efectividad de las inversiones lo que está íntimamente vinculado a la ejecución de su cronograma, decidiendo en muchos casos la efectividad real de la ciencia y la técnica.

Para la ejecución de un proyecto de inversión es necesario tener una medida de su rentabilidad que permita determinar si es económicamente posible y si es también financieramente rentable (ONU, 2011).

3.3-La fiabilidad en la inversión con redundancia.

Se calculó la fiabilidad del sistema de la siguiente forma, con la redundancia óptima para los equipos que la requieren:

$$R_{total} = R_a * R_b$$

$$R_{total} = 0,032$$

$$R_a = (1 - (1 - R_1)^4) * (1 - (1 - R_2)^3) * (1 - (1 - R_3)^3) * (1 - (1 - R_4)^3) * R_5 * R_6 * (1 - (1 - R_7)^3) * (1 - (1 - R_8)^3) * (1 - (1 - R_9)^3) * (1 - (1 - R_{10})^3) * (1 - (1 - R_{11})^3) * (1 - (1 - R_{12})^3) * (1 - (1 - R_{13})^2) * (1 - (1 - R_{14})^3) * (1 - (1 - R_{15})^4) * (1 - (1 - R_{16})^3) * (1 - (1 - R_{17})^3) *$$

$$R_b = R_{17} * R_{18} * (1 - (1 - R_{19})^3) * (1 - (1 - R_{20})^4) * (1 - (1 - R_{21})^4) * (1 - (1 - R_{22})^4) * (1 - (1 - R_{23})^4) * (1 - (1 - R_{24})^3) * (1 - (1 - R_{25})^3) * (1 - (1 - R_{26})^3) * (1 - (1 - R_{27})^3) * (1 - (1 - R_{28})^4)$$

Fiabilidad del sistema óptima:

$R_{total}=0,080$

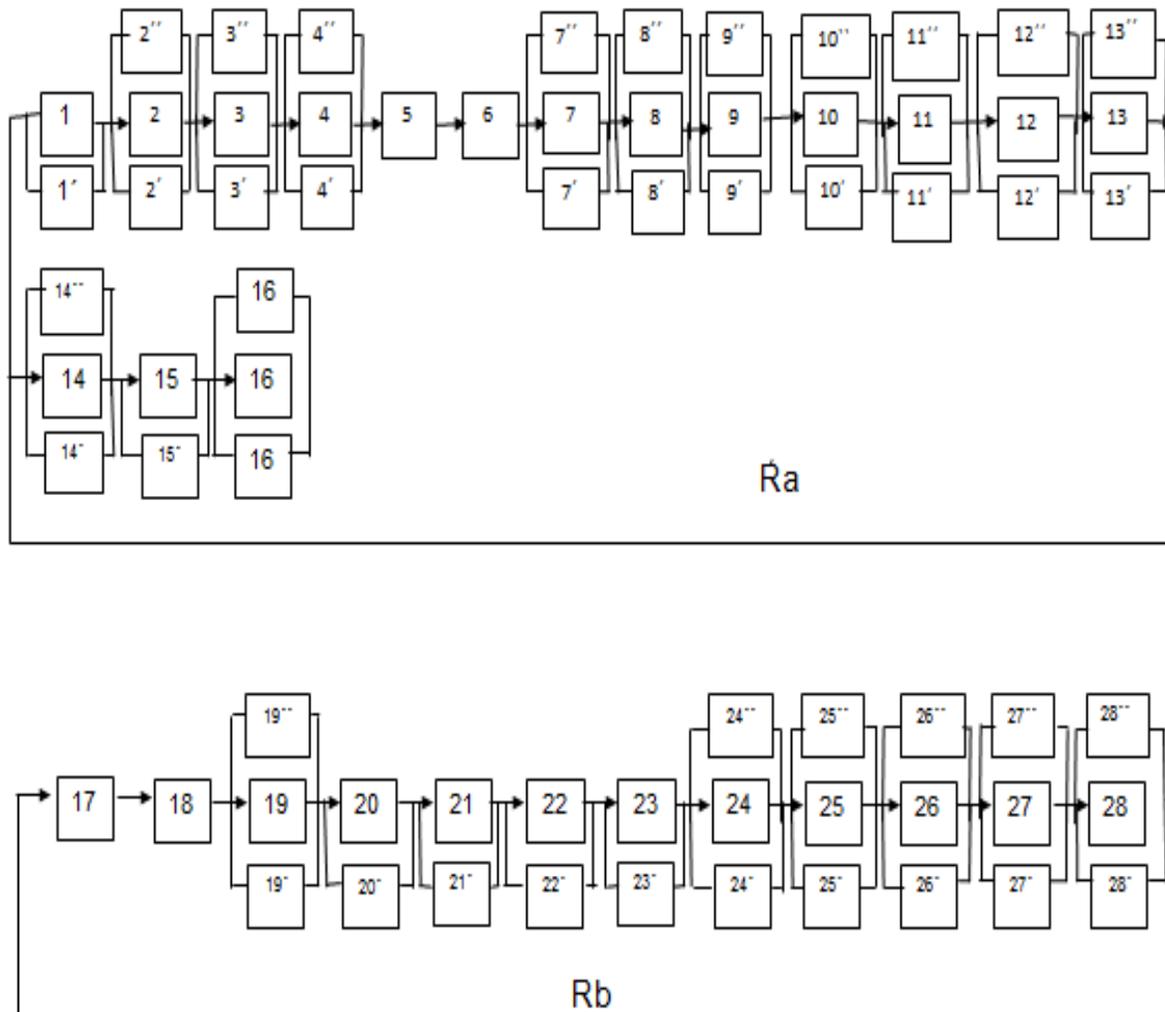


Diagrama 2: Diagrama de la fiabilidad del sistema.

Una vez calculada la fiabilidad del sistema se procedió al cálculo de la disponibilidad de acuerdo con la expresión siguiente:

$$D=R_{total} \cdot T_{trabj} / [(R_{total} \cdot T_{trabj}) + T_{mto}]$$

Disponibilidad:

$$D=0,79$$

3.4- Determinación de los indicadores económicos.

El mundo económico actual se mueve casi siempre en el campo de la incertidumbre, por ello:

- 1-No es aconsejable llamar riesgo a la desviación positiva de un resultado.
- 2-El hecho de que un peligro no pueda ser probabilizado no elimina su amenaza.
- 3-El riesgo no es una incertidumbre probabilizable, pues lo que se puede probabilizar son los acontecimientos; incertidumbre y riesgo son dos cosas distintas, pero estrechamente relacionado. Incertidumbre es falta de certeza y duda; el riesgo es la amenaza de un daño, de un peligro.

El tratamiento de riesgo ha de pasar frecuentemente por un proceso informativo cuyo objeto inmediato es lograr conocimientos que reduzcan la incertidumbre. Con ello se persigue eliminar errores que son amenazas para la decisión y gestión, así como descubrir riesgos y perfilar mejor su decisión.

Utilización de la estadística para calcular el riesgo

Se puede utilizar ciertas medidas estadísticas de riesgo de un proyecto las que proporcionan un valor concreto indicativo de la variabilidad del proyecto y en consecuencia del riesgo. Mientras mayor sea esta variabilidad menos confianza debe tenerse acerca de los resultados relacionados con un proyecto. En la actualidad se ha llegado a la conclusión de que en situaciones que son aparentemente de máximamente incertidumbre, el mejor criterio de decisión será el de la esperanza matemática, calculada utilizando las probabilidades subjetivas. El sujeto decisor elegirá aquella línea de acción que le proporcione la máxima esperanza matemática de beneficio. No obstante, el empresario no debe conformarse solamente con el conocimiento de la esperanza matemática del valor capital para la adopción de la decisión de inversión. Dos inversiones con el mismo valor capital pueden no ser diferentes para el inversor, debido, precisamente, al

distinto grado de riesgo. El riesgo de un proyecto viene definido por la variabilidad de sus flujos de cajas y suele ser diferente tomar como su medida la varianza del valor capital.

El inversor tiene que moverse entre dos fuerzas en sentidos opuestos: intentar maximizar la esperanza matemática de ganancia y al mismo tiempo tratar de minimizar la varianza o riesgo de la inversión, pues ocurre que generalmente las inversiones más rentables son las más arriesgadas o viceversa. La conducta racional del inversor consistirá en escoger entre las inversiones que exigen igual capital aquella que tenga una varianza menor; o lo que es equivalente, elegir entre las inversiones que tengan igual varianza aquella que tenga un valor capital medio mayor.

El valor de una inversión calculado sobre la base de los flujos de caja medios debe ir acompañado de la varianza. El valor de este parámetro le advertirá al inversor sobre el riesgo que lleva implícita la decisión de inversión y entre las inversiones con igual valor capital serán preferibles aquellas que tengan una mayor varianza.

En el análisis económico se utilizan estimaciones del futuro para ayudar a tomar decisiones. Estas estimaciones pueden ser incorrectas y en consecuencia se presentan, en algún grado los errores en los análisis económicos. Existen formas de estimar estos errores. El efecto de la variación en el estimado utilizado, en los análisis económicos, pueden determinarse realizando los análisis de sensibilidad, estos constituyen estudios para ver de qué manera se alterará la decisión económica si varían ciertos factores. Como se sabe, entre los indicadores más recomendados para la realización de los mismos se encuentran el VAN, la TIR y el PRD.

La esperanza matemática (o media teórica) de una suma de variables aleatorias, sean estas independientes o dependientes, es siempre igual a la suma de las esperanzas matemáticas de cada una de dichas variables, aplicado al valor capital se describe como:

$$E[VC] = -E[A] + \frac{1}{(1+k)} \cdot E[Q_1] + \frac{1}{(1+k)^2} \cdot E[Q_2] + \dots + \frac{1}{(1+k)^n} \cdot E[Q_n]$$

$$= -E[A] + \sum_{t=1}^n \frac{E[Q_t]}{(1+k)^t}$$

donde:

$$E[A] = \sum_{r=1}^h A_o^r \cdot P_o^r$$

$$E[Q_t] = \sum_{r=1}^h Q_t^r \cdot P_t^r$$

A_o^r : posible valor que puede tomar el desembolso inicial ($r = 1, 2, \dots, h$)

P_o^r : probabilidad de ocurrencia de A_o^r

Q_t^r : posible valor que puede tomar el flujo de caja en el momento t ($r = 1, 2, \dots, h$; $t = 1, 2, \dots, n$)

P_t^r : probabilidad de ocurrencia de Q_t^r

Cuando el desembolso inicial, o alguno de los flujos de caja, es una magnitud perfectamente conocida y no una variable aleatoria ya se sabe que su esperanza matemática es idéntica a su valor y su varianza es nula. En realidad, solo tiene sentido hablar de esperanza matemática y de varianza de una variable aleatoria. Sin embargo, al determinar estos parámetros puede ocurrir que no todos los sumandos sean variables estocásticas y unos pueden conocerse con exactitud mientras que otros solo es posible conocerlos en términos de probabilidad

En los casos donde la esperanza matemática coincide, es muy importante conocer la dispersión o variabilidad, la cual es mayor mientras más alejados se encuentran los posibles valores, respecto al valor esperado y cuanto mayores son las probabilidades de estos valores que se encuentran distanciados de la media. Aunque existen diversos parámetros por los que se mide la dispersión, los más empleados son la varianza y la desviación típica.

La varianza de una variable aleatoria, es igual a la media aritmética ponderada de las desviaciones cuadráticas de dicha variable con respecto a su valor medio. Para un período de tiempo t , la varianza del flujo de caja correspondiente vendrá dada por:

$$\sigma^2(Q_t) = \sum_{r=1}^h (Q_t^r - E[Q_t^r])^2 \cdot P_t^r$$

donde:

Q_t^r : flujo de caja de la posibilidad en el período t

P_t^r : probabilidad de que ocurra Q_t^r

$E[Q_t^r]$: esperanza matemática de Q_t^r

La varianza de una suma de variables aleatorias es igual a la suma de varianzas cuando tales variables son independientes; en el caso de que las variables sean dependientes habrá que tener en cuenta los momentos mixtos. En el cálculo de la varianza del valor capital se distinguen tres casos: a) los distintos flujos de caja son independientes, b) los flujos de caja están perfectamente correlacionados, c) situación intermedia entre las dos anteriores.

La desviación típica o estándar es igual a la raíz cuadrada de la varianza.

$$\sigma(Q_t) = \sqrt{\sum_{r=1}^h (Q_t^r - E[Q_t^r])^2 \cdot P_t^r}$$

Es necesario ser cuidadoso al utilizar la desviación típica, ya que solamente es un indicador absoluto de dispersión y no considera la dispersión de valores en relación a un valor esperado. En comparaciones de proyectos con valores esperados diferentes, la utilización de la desviación estándar se puede mejorar fácilmente convirtiéndola en un coeficiente de variación.

Existe un parámetro, denominado coeficiente de variación (CV), que combina el riesgo y la esperanza matemática:

$$CV = \frac{\text{Desviación típica}}{\text{Esperanza Matemática}}$$

Representa el por ciento de la desviación típica respecto al valor esperado de la variable. Mientras más alto sea el coeficiente de variación más riesgoso es el proyecto. La utilidad real de este coeficiente está en la comparación de proyectos que tengan valores esperados diferentes.

El valor esperado puede interpretarse como un resultado promedio, a largo plazo, si se repitiese muchas veces el proyecto.

Determinación de los flujos de caja:

Para este análisis se han tenido en cuenta los supuestos siguientes:

- 1- Se consideran los flujos de cajas al final y constantes.

- 2- Terminando el primer año ya se han realizado las inversiones iniciales del proyecto.
- 3- En el segundo y tercer año del proyecto solo se recibirán el 50 y 80 % de los ingresos totales, respectivamente, hasta que en el cuarto año se normalice la producción.
- 4- Los préstamos monetarios se reintegrarán con un 10% de intereses.
- 5- Se convenía que la devolución del préstamo sea en un término de dos años.
- 6- Se procede a calcular los indicadores VAN, TIR y PR.

Si se considera que el costo de inversión es una variable conocida y que los flujos de caja son una variable aleatoria que se conocen en términos de probabilidad, pueden existir tres tipos de flujos de caja: pesimista, probable y optimista. Teniendo en cuenta lo anterior, se procede a la aplicación de los métodos de análisis de riesgo para cada alternativa.

De acuerdo con lo anterior se determinó la esperanza matemática para para cada una de las posibles inversiones.

a) Valor actual neto (VAN)

El Valor Neto Actualizado o Valor Actual Neto (VAN) (Peters and Timem, 1971) de un proyecto mide en dinero corriente el grado de mayor riqueza que tendrá el inversionista en el futuro si emprende el proyecto. Se define como el valor actualizado del flujo de ingresos netos obtenidos durante la vida útil económica del proyecto a partir de la determinación por año de las entradas y salidas de divisas en efectivo, desde que se incurre en el primer gasto de inversión durante el proceso inversionista hasta que concluyen los años de operación o funcionamiento de la inversión.

Estos saldos anuales que pueden ser positivos o negativos y que se producen en diferentes momentos no es válido compararlos directamente porque la unidad monetaria, cualquiera que sea, dentro de un determinado número de años no tendrá igual valor que en el momento actual, será menor ya que se va reduciendo su poder adquisitivo dado el efecto inflacionario. Es por ello, que para comparar una unidad monetaria en distintos momentos se actualizan los saldos en el

momento cero de la inversión, es decir en el año en que se incurre en el primer gasto en la ejecución del proyecto, utilizando para ello una tasa de actualización o tasa de descuento que se fija predeterminadamente y que homogeniza los saldos que se han obtenido en diferentes momentos, reduciéndolos a una unidad común. Es aconsejable calcular el VAN para diferentes tasas de descuento, considerando la conveniencia de introducir otros factores de riesgo adicionales, como es la inflación y la devaluación monetaria.

Si el capital invertido es prestado la tasa de actualización debe ser superior a la tasa de interés sobre el préstamo.

El valor en el momento actual (año cero) del flujo de ingresos netos que se obtienen para los años de vida del proyecto se calcula a partir de:

$$VAN = (FC_0 * a_0) + (FC_1 * a_1) + \dots + (FC_j * a_j) + \dots + (FC_n * a_n)$$

o sea
$$VAN = \sum_{j=0}^n FC_j a_j$$

donde:

FC: es la corriente de liquidez neta de un proyecto, o ingreso neto, positivo o negativo que se obtiene en los años 0,1, 2, 3, ..., n.

a: es el factor de actualización en los años 1,2, 3, ..., n, correspondiente a la tasa de actualización que se utilice.

Se parte del año cero porque se consideran desde los primeros gastos de inversión, es decir el análisis se realiza a partir del período de construcción. Es conveniente anotar que la tasa de descuento puede cambiar de año en año.

El factor de actualización se puede obtener de las tablas de actualización editadas por organismos internacionales como la ONUDI. (*Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI)*), (Oquendo Ferrer, 2002)De forma

manual puede calcularse mediante la fórmula $a_j = \frac{1}{(1+k)^j}$, donde i es la tasa de

actualización y j es igual a 1,2, ... n, es decir para cada año del proyecto en que se generan egresos e ingresos en efectivo.

El período de actualización debe ser igual a la duración del proyecto y debe actualizarse al año corriente.

Por abarcar todo el período de vida útil, para calcular el VAN del proyecto se considerarán como ingresos en el último año del período, determinados componentes del costo de inversión que mantienen su valor al final del proyecto, como los terrenos, el capital de trabajo o de explotación y el valor remanente de equipos y edificaciones, por los que estos valores deben ser considerados como ingresos en el último año del período de vida útil.

En el caso de los equipos que sea necesario sustituir durante la vida del proyecto, por tener una duración más corta, como por ejemplo los equipos de transporte, se debe considerar la erogación por sustitución de los mismos durante el período de actualización, es decir introducirlos en el análisis como reinversiones en los años correspondientes.

En el cálculo del VAN no se considera la depreciación, pues el egreso correspondiente se produjo al momento de pagar por el activo en cuestión, estando incorporada a la inversión, no reflejando ningún movimiento de caja o efectivo. Constituyen cargos contables, sin realización efectiva.

A los efectos de selección del proyecto el criterio será siempre que el mismo será rentable si el valor actual del flujo de ingresos es mayor que el valor actual del flujo de costos cuando éstos se actualizan con la misma tasa de descuento, es decir cuando la diferencia entre ambos flujos es mayor que cero. Dicho de otra forma, cuando el VAN es positivo ya que significa que el proyecto cubre sus costos.

De esta forma se dice que el proyecto garantiza una tasa de rendimiento del capital igual o superior al costo de oportunidad del capital, ya que el VAN indica en cuanto más rico o más pobre se hace un inversionista por efectuar el proyecto, comparado con dejar de realizar el mejor proyecto alternativo que tiene.

Tabla 4: Cálculo de la fiabilidad después de la inversión incluida la torre.

Número de equipos	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Disponibilidad
1	+	+	+	-	+	-	-	0,70
2	+	+	-	+	-	-	+	0,68
3	+	-	+	-	-	+	+	0,67
4	-	+	-	-	+	+	+	0,69
5	+	-	-	+	+	+	-	0,70
6	-	-	+	+	+	-	+	0,71
7	-	+	+	+	-	+	-	0,69
8	-	-	-	-	-	-	-	0,58

Fuente: Elaboración propia.

Se calculó la fiabilidad para todos los equipos y se le determinó la disponibilidad del sistema.

Tabla 5: Cálculo del VAN en dependencia de las disponibilidades.

Número de equipos	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Disponibilidad	VAN(10 ³ \$)
1	+	+	+	-	+	-	-	0,70	1 720,965
2	+	+	-	+	-	-	+	0,68	1 758,863
3	+	-	+	-	-	+	+	0,67	1 777,812
4	-	+	-	-	+	+	+	0,69	1 739,914
5	+	-	-	+	+	+	-	0,70	1 720,965
6	-	-	+	+	+	-	+	0,71	1 702,016
7	-	+	+	+	-	+	-	0,69	1 739,914
8	-	-	-	-	-	-	-	0,58	1 948,353
Promedio									1 763,600 25

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 5 relaciona los diferentes valores del VAN obtenido por el método del Peters con relación a la variación de la disponibilidad calculados a partir de la matriz experimental. El valor actual neto es satisfactorio para la inversión.

c) Período de recuperación del capital (PR)

Este indicador mide el número de años que transcurrirán desde la puesta en explotación de la inversión, para recuperar el capital invertido en el proyecto mediante las utilidades netas del mismo, considerando además la depreciación y los gastos financieros. En otros términos, se dice que es el período que media entre el inicio de la explotación hasta que se obtiene el primer saldo positivo o período de tiempo de recuperación de una inversión.

Una forma sencilla de cálculo se realiza a partir de la siguiente fórmula.

$$PR = t_n + \frac{SA1}{SA1 + SA2} - m$$

donde:

t_n : es el número de años con saldo acumulado negativo desde el primer gasto anual de inversión (incluyendo la construcción).

SA1: es el valor absoluto del último saldo acumulado negativo.

SA2: es el valor absoluto del primer saldo acumulado positivo.

m : es el período de tiempo de la construcción y el montaje.

El período de recuperación no considera la etapa referida a la construcción por lo que se deduce el tiempo que media entre el inicio de la construcción y el momento de la puesta en explotación. Tampoco considera para su cálculo la corriente de costo y beneficio durante la vida productiva del proyecto después que se ha reembolsado el costo de inversión original.

La ventaja de este criterio radica en su simplicidad, pero su aplicación no sirve para comparar proyectos, dado que no considera el valor del dinero en el tiempo, sino que compara directamente valores obtenidos en distintos momentos. Más que un criterio económico, este indicador es una medida de tiempo.

No es aconsejable utilizarlo tampoco como criterio básico o de decisión fundamental para seleccionar proyectos. Es por ello que se utiliza sólo como complemento del análisis de rentabilidad de inversión y de indicadores básicos como el VAN y la TIR. Es útil sobre todo en condiciones de elevado riesgo, en que la rápida recuperación del capital tiene particular importancia y por lo tanto interesa conocer cuánto demora recuperar lo invertido.

Para el PRD

Tabla 6: Cálculo del PRD (años) en función de la disponibilidad.

Número de equipos	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Disponibilidad	PRD (años)
1	+	+	+	-	+	-	-	0,70	2,5
2	+	+	-	+	-	-	+	0,68	2,5
3	+	-	+	-	-	+	+	0,67	2,5
4	-	+	-	-	+	+	+	0,69	2,5
5	+	-	-	+	+	+	-	0,70	2,5
6	-	-	+	+	+	-	+	0,71	2,5
7	-	+	+	+	-	+	-	0,69	2,5
8	-	-	-	-	-	-	-	0,58	2,5
Promedio									2,5

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 6 relaciona los diferentes valores del PRD obtenido por el método del Peters con relación a la variación de la disponibilidad calculados a partir de la matriz experimental. La inversión se recupera en dos años y medio, por lo tanto, los resultados son satisfactorios.

b) Tasa interna de retorno o de rendimiento (TIR)

La tasa interna de retorno o rendimiento (TIR) representa la rentabilidad general del proyecto y es la tasa de actualización o de descuento a la cual el valor actual del flujo de ingresos en efectivo es igual al valor actual del flujo de egresos en efectivo. En

otros términos, se dice que la TIR corresponde a la tasa de interés que torna cero el VAN de un proyecto, anulándose la rentabilidad del mismo.

De esta forma se puede conocer hasta qué nivel puede crecer la tasa de descuento y aún el proyecto sigue siendo rentable financieramente.

El procedimiento para calcular la TIR es similar al utilizado para calcular el VAN, estimándose diferentes tasas de actualización que aproximen lo más posible el VAN a cero a partir de un proceso iterativo, hasta llegar a que el VAN sea negativo. La TIR se encontrará entre esas dos tasas y mientras más cercana sea la aproximación a cero mayores será la exactitud obtenida, debiendo estar la diferencia entre las tasas en un rango no mayor del $\pm 2\%$ si se quiere lograr una buena aproximación.

La fórmula para hallar la TIR será:

$$TIR = i_1 \frac{VAN_p (i_2 - i_1)}{VAN_p + VAN_n}$$

donde:

i_1 : es la tasa de actualización en que el VAN es positivo e i_2 en que es negativo. VAN p y VAN n son los resultados correspondientes al VAN positivo a la tasa i_1 y al VAN negativo a la tasa i_2 .

El VAN n se suma con signo positivo.

Para que la TIR calculada sea lo más exacta posible los valores VAN p y VAN n deben ser los más cercanos a cero. Este indicador se calcula cuando la corriente de liquidez tiene saldos positivos y negativos.

El criterio de selección corresponderá a aquellos proyectos que posean una mayor TIR y ésta siempre deberá ser mayor o igual a la tasa de actualización que garantice un rendimiento mínimo de capital para la inversión propuesta.

En otras palabras, se puede aceptar el proyecto propuesto si la TIR es mayor o igual que el costo externo del capital determinado en los mercados financieros. En caso contrario, no es propicio ejecutarlo. Es recomendable insistir que el costo de capital pertinente es la tasa de interés que habría que abonar sobre un crédito que se solicitare para realizar el proyecto, o la rentabilidad de la mejor alternativa de inversión, si se emplea capital propio.

La utilización del criterio de la TIR tiene la ventaja, para proyectos independientes, de dar una imagen de la rentabilidad, al arrojar como resultado una tasa que posibilita la comparación de proyectos. En presencia de escasez de capitales, la aplicación de la TIR ayuda a elegir los mejores proyectos rentables.

Para el TIR

Tabla 7: Cálculo del TIR (%) en función de la disponibilidad.

Número de equipos	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Disponibilidad	TIR %
1	+	+	+	-	+	-	-	0,70	49%
2	+	+	-	+	-	-	+	0,68	49%
3	+	-	+	-	-	+	+	0,67	49%
4	-	+	-	-	+	+	+	0,69	49%
5	+	-	-	+	+	+	-	0,70	48%
6	-	-	+	+	+	-	+	0,71	48%
7	-	+	+	+	-	+	-	0,69	49%
8	-	-	-	-	-	-	-	0,58	53%
Promedio									49.5%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 7 se relacionan los valores del TIR (%) obtenidos por método del Peters con los valores de disponibilidad calculados a partir de la matriz experimental, donde la tasa interna de retorno es un valor satisfactorio para la inversión.

Tabla 8: Resultados de los indicadores económicos y la varianza.

Número de equipos	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Disponibilidad	VAN (10 ³ \$)	TIR %	PRD(años)	Varianza
1	+	+	+	-	+	-	-	0,70	1 720,965	49%	2,5	17 636 018,98
2	+	+	-	+	-	-	+	0,68	1 758,863	49%	2,5	17 636 018,99
3	+	-	+	-	-	+	+	0,67	1 777,812	49%	2,5	17 636 018,99
4	-	+	-	-	+	+	+	0,69	1 739,914	49%	2,5	17 636 018,98
5	+	-	-	+	+	+	-	0,70	1 720,965	48%	2,5	17 636 018,98
6	-	-	+	+	+	-	+	0,71	1 702,016	48%	2,5	17 636 018,97
7	-	+	+	+	-	+	-	0,69	1 739,914	49%	2,5	17 636 018,98
8	-	-	-	-	-	-	-	0,58	1 948,353	53%	2,5	17 636 019,04

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 8 se relacionan las diferentes disponibilidades y varianzas calculadas a partir de la matriz experimental, con los valores del VAN, TIR y PRD obtenidos por método del Peters.

3.5-Cálculo del riesgo para los indicadores económicos VAN, TIR, PRD.

Se calcula el error estándar para los tres indicadores, el cual nos dará una medida del orden en que debemos establecer el cronograma de inversión. Se utiliza la ecuación del error estándar para calcular los porcentos de riesgo donde el menor porcentaje es el que se toma porque tiene un menor margen de error.

$$\sqrt{VAN_{1,2..7} - (VAN)^2}$$

Tabla 9: Cálculo del riesgo a través del VAN

Número de equipos	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	VAN (10 ³ \$)	Error estándar (%)
1	+	+	+	-	+	-	-	1 720,965	0,116
2	+	+	-	+	-	-	+	1 758,863	0,09
3	+	-	+	-	-	+	+	1 777,812	0,08
4	-	+	-	-	+	+	+	1 739,914	0,10
5	+	-	-	+	+	+	-	1 720,965	0,115
6	-	-	+	+	+	-	+	1 702,016	0,13
7	-	+	+	+	-	+	-	1 739,914	0,10
8	-	-	-	-	-	-	-	1 948,353	0
Promedio								1 763,600 25	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 9 se calculó el riesgo para el valor actual neto de la inversión siendo el equipo con menor porcentaje de error estándar la bomba de reflujo al tope T - 101.

En la tabla 10 se utiliza la ecuación del error estándar para calcular los porcentos de riesgo en la tasa interna de retorno donde el menor porcentaje es el que se toma porque tiene un menor margen de error.

$$\sqrt{TIR_{1,2..7} - (TIR)^2}$$

Tabla 10: Cálculo del riesgo para el TIR (%).

Número de equipos	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Disponibilidad	TIR %	Error estándar (%)
1	+	+	+	-	+	-	-	0,70	49	0,98
2	+	+	-	+	-	-	+	0,68	49	0,98
3	+	-	+	-	-	+	+	0,67	49	0,98
4	-	+	-	-	+	+	+	0,69	49	0,98
5	+	-	-	+	+	+	-	0,70	48	0,96
6	-	-	+	+	+	-	+	0,71	48	0,97
7	-	+	+	+	-	+	-	0,69	49	0,98
8	-	-	-	-	-	-	-	0,58	53	0
Promedio									49.5	

Fuente: Elaboración propia.

El menor porcentaje de riesgo en la tasa interna de retorno es el 96 % que le corresponde a la bomba de reflujo al tope de T-201.

En la tabla 11 se utiliza la ecuación del error estándar para calcular los porcentajes de riesgo en el período de recuperación al descontado, donde el menor porcentaje es el que se toma porque tiene un menor margen de error.

$$\sqrt{PRD_{1,2..7} - (PRD)^2}$$

Tabla 11: Cálculo del riesgo para el PRD (años).

Número de equipos	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Disponibilidad	PRD (años)	Error estándar (%)
1	+	+	+	-	+	-	-	0,70	2,5	0,772
2	+	+	-	+	-	-	+	0,68	2,5	0,772
3	+	-	+	-	-	+	+	0,67	2,5	0,772
4	-	+	-	-	+	+	+	0,69	2,5	0,772
5	+	-	-	+	+	+	-	0,70	2,5	0,772
6	-	-	+	+	+	-	+	0,71	2,5	0,772
7	-	+	+	+	-	+	-	0,69	2,5	0,772
8	-	-	-	-	-	-	-	0,58	2,5	0
Promedio									2,5	

Fuente: Elaboración propia.

En este caso del período de recuperación al descontado, el porcentaje de riesgo es de 77,2 % de error estándar para todos los equipos.

3.6- Elaboración del cronograma para la inversión.

Listado de bombas a tener en cuenta para el orden de su instalación en el proceso:

- 1- bomba P-203
- 2- bomba del fondo de vacío
- 3- bomba de refluo al tope T-101
- 4- bomba de inyector
- 5- bomba de refluo al tope T-201
- 6- bomba de despojador D-201
- 7- Tanque de asfalto

Tabla 12: Secuencia del coeficiente de variación (CV) para cada uno de los indicadores económicos.

Secuencia de equipos	VAN (CV)	TIR(CV)	PRD(CV)
1	0,08	0,96	0,772
2	0,09	0,97	0,772
3	0,10	0,98	0,772
4	0,10	0,98	0,772
5	0,15	0,98	0,772
6	0,116	0,98	0,772
7	0,13	0,98	0,772

Fuente: Elaboración propia.

Para la realización del cronograma inversionista se decidió trabajar con el valor actual neto (VAN), descartando esta vez el período de recuperación al descontado (PRD) y la tasa interna de retorno (TIR) porque al realizar los cálculos del coeficiente de variación no hay una diferencia entre los resultados de esta secuencia de equipos, o sea se mantienen constantes, por lo tanto nos apoyaremos en los efectos del VAN para la organización del cronograma inversionista, quedando de la siguiente forma:

Tabla 13: Cronograma inversionista.

Equipos (bombas)	Meses																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P-203											+													
Fondo de vacío				+																				
Reflujo al tope T-101		+																						
Inyector P-105A						+																		
Reflujo al tope T-201									+															
Despojador D-201												+												
Tanque de asfalto								+																

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones parciales

- 1- Con las adquisición e instalación de los equipos torre T-101, hornos F-101 y F-102 y las bombas P-105 A, P-109 A, P-109 C se obtendrá una mayor disponibilidad en el proceso productivo de la refinería y con ello un aumento de la producción lo que contribuirá a la economía de forma positiva.
- 2- La determinación de la fiabilidad del sistema con las redundancias que estimaron pertinentes siendo esta de 0,080 y la disponibilidad que presentará la planta luego de la reparación que será de 0,79 lo que demuestra que en comparación con los valores actuales esta inversión traerá una mejora para la rentabilidad de la planta.
- 3- Al calcular los indicadores económicos estos arrojaron los siguientes valores el Valor Actual Neto (VAN) fue de \$3 015 342,48, la Tasa Interna de Retorno (TIR) de 48 % y el Período de Recuperación al Descontado (PRD) es de dos años, estos valores demuestran que la inversión será factible para la refinería.
- 4- El cálculo del error estándar de cada indicador dinámico de la factibilidad arrojó valores del TIR que se encuentran entre 0,96 y 0,98%, de PRD constante iguales 2,5 años, los cuales son relativamente constantes, excepto el valor del VAN que tenían mayor diferenciación y es más variable para realizar el cronograma inversionista para las bombas.

Conclusiones generales

1. Los conocimientos de las características de los procesos tecnológicos obtenidos de las investigaciones o de información de la literatura y métodos de la ingeniería de procesos químicos deben complementarse para lograr una estimación adecuada de los valores de la inversión y el costo de producción.
2. Es necesario considerar en los análisis estimados de los valores de una inversión, alternativa en lo referente a esquemas tecnológicos, capacidad de instalación y diagrama de fiabilidad de los equipos, las que pueden evaluarse mediante criterios económicos bien fundamentados.
3. La inserción de la fiabilidad de los equipos y de los sistemas tecnológicos en los análisis técnico económico mediante el efecto que tiene en la disponibilidad de la instalación, engrandecen la orientación de la estimación de la eficiencia de una inversión brindando nuevos elementos que en muchos casos modifican decisiones realizadas sin estas consideraciones.
4. Es necesario desde la etapa inversionista elaborar una adecuada estrategia de inversión, donde se organice un cronograma de instalación, pues esto incide decisivamente en el valor de la disponibilidad de la instalación propuesta.

Recomendaciones

1. Que se consulte la bibliografía para estudios futuros concernientes con la metodología trazada en el trabajo.
2. Que se tenga presente en la realización de la inversión los factores que juegan papeles primordiales para su correcta ejecución.
3. Que en los análisis técnicos-económicos inversionistas se debe incluir la fiabilidad de los esquemas tecnológicos, aquí es donde entra la disponibilidad que tendrá la planta y con ella la eficiencia del proceso.
4. Que para cada proceso inversionista que incluya el montaje e instalación de nuevos equipos se necesitará realizar un cronograma inversionista el cual de una idea de qué equipo se puede invertir primero para que sea más factible esta inversión.

Bibliografía.

- ARGUIMBAU, F. 2011. *Combustibles y combustión. Combustibles sólidos, líquidos y gaseosos.*
- AUTORES, C. D. 1999. *Evaluación y decisión multicriterios, reflexiones y experiencia.*
- BALART, C.-D. 2000. *Ciencia e innovación: un reto de la industria cubana más allá del 2000.*
- BODIE 1998.
- CARRASQUERO, N. & TORRES, M. 1993. *Tópicos en la ingeniería de gestión.*
- CASTRO-DÍAZ BALART. 2002. *Ciencia, innovación y futuro*
- CEINPET 1999. Características del petróleo Varadero.
- CUBA-PETRÓLEO, U. 2001. Manual de la producción. Reglamento Tecnológico para las unidades de Destilación Atmosférica y al Vacío.
- CUBA, C. D. L. R. D. 2014. Decreto 327.
- DÍAZ, R. J. 1994. *Desagregación del crudo Pina-Cristales según sus densidades.*
- EILON, S. 1975. *Industrial Engineering Tables.*
- EIPP 2018. Torre de Destilación Atmosférica en la Refinería "Sergio Soto" de Cabaiguan.
- GARCÍA RUIZ, F. & EDGARDO ROMERO, R. 2017. Caracterización y análisis de modelos de evaluación económica de proyectos de inversión bajo incertidumbre.
- GONZALEZ, E. 2005a. Asimilación (Adopción) y reconversión de tecnologías para la producción de biocombustibles. *Ciencia y tecnología.*
- GONZALEZ, E. 2005b. *La Vigilancia Tecnológica en los procesos preparatorios de la Transferencia de Tecnología.*
- GONZALEZ, E. 2005c. *Los estudios previos inversionistas en la gestión de negocios de transferencia de tecnología.*
- GONZALEZ, E. 2005d. *Vías para el diseño de nuevas instalaciones de la industria de procesos químicos fermentativos y farmacéuticos,* La Habana, Cuba.
- GONZALEZ, E. 2008. *Estrategia de procesos en la industria química y fermentativa en las nuevas tecnologías para la obtención de biocombustible.*
- GONZÁLEZ, E., GONZALES, V. & LOTHAR, T. 1987. *Aspectos técnicos-económicos en la proyección de plantas químicas.*
- GONZALEZ, E. & LEÓN, T. 2005. La vigilancia tecnológica en los procesos preparatorios de la transferencia de tecnologías 68.
- GONZALEZ, E., ROSA DOMÍNGUEZ, E. & LABORDE, A. 2005. Los estudios previos inversionistas en la gestión de negocios de transferencia de tecnología que emplean la biomasa como materia prima.
- HAUPTMANN, V. 1986. *Análisis de árboles de fallos.*
- HIDALGO NUCHERA, A., LEÓN SERRANO, G. & PAVÓN MOROTE, J. 2002. La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones
- HIRSBLEIFER & JOHN 1986.
- KLESNET, O. 2016. *Particularidades y perspectivas del desarrollo de la industria.*
- KOLONTÁI, V. & TIAGUNENKO, V. 1974. *Problemas de la industrialización de los países en desarrollo; problemas de los países del tercer mundo. Progreso.*
- KRAUS, G. 1998. *systeme informations strategien*
- LAGE DÁVILA, A. 2013. *La economía del conocimiento y el socialismo.*
- LEY CHONG, N. & GONZALES, E. 2004. *La asimilación y la transferencia de tecnologías en la industria de procesos químicos y fermentativos.*
- LOTHAR, K. 1972. *Introducción a la Dialéctica General*
- MARTÍNEZ, E. 1994. *Ciencia tecnología y desarrollo: interrelaciones teóricas y metódicas.*

- MARTÍNEZ GARCÍA, L. 2018. Modificaciones tecnológicas en la refinería "Sergio Soto" para aumentar la producción del líquido asfáltico
- MARTINO, D. R. L. 2015. *Administración y Control de Proyectos*
- MERCADO, A. & TESTA, P. 2001. Tecnología y ambiente; el desafío competitivo de la industria química y petroquímica venezolana.
- OLARTE, J. C. 2006. Incertidumbre y evaluación de riesgos financieros XII, 347-350.
- ONU 1967. *Manual de proyectos de desarrollo económicos*.
- ONU 2011. *Lineamientos de la política económica y social del partido y la revolución*
- OQUENDO FERRER, H. 2002. *Alternativas de desarrollo prospectivo de los derivados de la caña de azúcar*. Dra. en Ciencias Técnicas, Universidad de Camagüey
- PETERS, M. S. & TIMEM, K. D. 1971. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*.
- REPSOL-YPF 2000. Manual de combustibles. Refinación.
- RUDD, D. F. 1986. *The synthesis of systems desing: elementary decomposition theory" Aiche Journal*.
- RUDD, D. F. & WATSON, C. C. 1968. *Strategy of Process engineering*.
- RUDD, D. F. & WATSON, C. C. 1980. *Strategy of process Engineering*.
- VALDÉS, R. S. S. 2003. Caracterización general de la Refinería "Sergio Soto". In: SOTO", R. S. (ed.).
- VALDÉS, R. S. S. 2004a. Manual procedimiento Transferencia tecnología.
- VALDÉS, R. S. S. 2004b. Procedimientos para la primera fase de ejecución de proyectos Inversiones.
- VALDÉS, R. S. S. 2005. Manual de operación de las plantas AVT. In: CABAIGUÁN, R. S. S. D. (ed.).
- VALDÉS, R. S. S. 2011a. Composición química de los componentes
- VALDÉS, R. S. S. 2011b. Documento interno: Manual de la producción. Reglamento tecnológico.
- VALDÉS, R. S. S. 2012. Procedimientos para la etapa diseño de proyectos Inversiones.
- VALDÉS, R. S. S. 2013. Actualización del estudio de factibilidad-inversión, reparación capital de plantas In: CABAIGUÁN, R. S. S. D. (ed.).
- VALDÉS, R. S. S. 2014a. EFTE Incremento de la Capacidad Instalada. In: CABAIGUÁN, R. S. S. D. (ed.).
- VALDÉS, R. S. S. 2014b. Manual de Sistema de innovación Tecnológica.
- VALDÉS, R. S. S. 2014c. Manual del Sistema Innovación Tecnológica. In: CABAIGUÁN, R. S. S. D. (ed.).
- VALDÉS, R. S. S. 2017. Densidad y grados de API de los distintos tipos de crudos
- VALDÉS, R. S. S. 2019. Diagnóstico de la torre T-101 y los hornos F-101 y F-102.
- VERDE, R. P. 2010. *Tecnología Moderna del Petróleo en Cuba*.
- WWW.ENERGÍA.GOB.MX/RES/85/REFINACIÓN_WEB. 2017. *Refinación* [Online]. [Accessed].

