

Universidad Nacional
“José Faustino Sánchez Carrión”



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA

TESIS:

**“OPTIMIZACIÓN DEL ÁREA DE INTERCAMBIO DE CALOR DE UN
GENERADOR DE VAPOR UTILIZANDO LOS MÉTODOS REGIÓN
AUREA, FIBONACCI Y TABULACIÓN GRAFICA”**

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO

AUTOR:

EDUARDO ZORRILLA GONZALES

ASESOR:

Ing. Edwin Guillermo Gálvez Torres

INGENIERO QUÍMICO – Registro CIP N° 19027

Código docente N° DNQ 246

HUACHO - PERÚ

2019

MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Legua Cárdenas, José Antonio
PRESIDENTE

M(o). Ramos Pacheco, Ronald Luis
SECRETARIO

Ing. Toledo Sosa, José Alonzo.
VOCAL

M(o). Gálvez Torres, Edwin Guillermo
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, por guiarme siempre por el buen camino y estar conmigo en cada instante de mi vida.

A mis padres, Natividad Gonzales Souza y Eduardo Zorrilla Tarazona, que, gracias a su apoyo incondicional, consejos y amor he logrado alcanzar mis objetivos en la vida.

AGRADECIMIENTO

A mis maestros, en especial a mi asesor Ing. Edwin Gálvez Torres y a mi hermano Ing. Edwin Fernández G. quien con su paciencia y sabios consejos supo guiarme para culminar esta etapa de mi formación profesional.

ÍNDICE

	Pg.
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	2
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.2.1 Problema General	2
1.2.2 Problemas Específicos	3
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.3.1 Objetivo General	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.4.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	3
1.4.2 JUSTIFICACIÓN PRACTICA	3
1.4.3 JUSTIFICACIÓN LEGAL	3
1.4.4 JUSTIFICACIÓN SOCIAL	4
1.5 DELIMITACIONES DEL ESTUDIO	4
1.5.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL	4
1.5.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL	4
1.5.3 DELIMITACIÓN TEÓRICA	4
1.6 VIABILIDAD DEL ESTUDIO	4
1.6.1 VIABILIDAD TÉCNICA	4
1.6.2 VIABILIDAD AMBIENTAL	4
1.6.3 VIABILIDAD FINANCIERA	5
1.6.4 VIABILIDAD SOCIAL	5
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.1.1 Nacionales	7
2.1.2 Internacionales	7
2.1.3 Otras investigaciones	9
2.2 BASES TEÓRICAS	9
2.2.1 GENERADOR DE VAPOR	9
2.2.1.1 Partes de un Generador de Vapor	10

2.2.1.2	Economizadores y Chimeneas	10
2.2.1.3	Sobrecalentadores y Recalentadores	10
2.2.1.4	Quemadores y Alimentadores de Aire	10
2.2.1.5	Condensadores	11
2.2.1.6	Bombas y Tanques de Alimentación	11
2.2.1.7	Domos	12
2.2.2	OPTIMIZACION DE PROCESOS	12
2.2.2.1	TECNICAS DE OPTIMIZACION	13
2.2.2.2	METODOS DE OPTIMIZACION	13
2.2.2.2.1	METODO FIBONACCI	13
2.2.2.2.2	METODO DE REGIÓN AUREA	14
2.2.2.2.3	METODO APROXIMACION GRAFICA	14
2.3	DEFINICIONES CONCEPTUALES	14
2.4	FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	15
2.4.1	Hipótesis General	15
2.4.2	Hipótesis Específicas	15
	CAPITULO III: METODOLOGÍA	16
3.1	DISEÑO METODOLÓGICO	17
3.1.1	Tipo	17
3.1.2	Enfoque	17
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA	17
3.3	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES	17
3.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	17
3.4.1	Técnicas a Emplear	17
3.4.2	Descripción de los Instrumentos	18
3.5	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	18
	CAPITULO IV: CALCULOS Y RESULTADOS	19
4.1	Análisis del problema	20
4.2	Modelado Matemático	21
4.2.1	Análisis Técnico	21
4.2.2	Análisis Económico	22
4.2.3	Función Objetivo	23
4.3	Método tabulación grafica	23

4.3.1	Resultado Grafico	27
4.3.2	Parámetros Óptimos de Operación	27
4.4	Sección dorada	28
4.4.1	Resultado Grafico	29
4.4.2	Parámetros óptimos de operación	29
4.5	Fibonacci	30
4.5.1	Resultado Grafico	31
4.5.2	Parámetros Óptimos de Operación	31
CAPITULO V: CONCLUSION, RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES		32
5.1	Discusión	33
5.2	Conclusiones	35
5.3	Recomendaciones	36
CAPITULO VI: FUENTES DE INFORMACION		37
6.1	FUENTES BIBLIOGRÁFICAS	38
6.2	FUENTES BIBLIOGRÁFICAS	39
6.3	FUENTES HEMEROGRÁFICAS	39
6.4	FUENTES ELECTRÓNICAS	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Resultado grafico – Método Tabular	27
Figura 2: Resultado grafico – Método Sección Dorada	29
Figura 3: Resultado grafico – Método Fibonacci	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables.	17
Tabla 2: Datos del Problema.	20
Tabla 3: Tabulación y cálculos – Método Tabular	23
Tabla 4: Parámetros Óptimos de operación – Método Tabular	28
Tabla 5: Tabulación y cálculos – Sección dorada	28
Tabla 6: Parámetros Óptimos de operación – Método Sección Dorada	30
Tabla 7: Tabulación y cálculos – Fibonacci	30
Tabla 8: Parámetros Óptimos de operación – Método Fibonacci	31
Tabla 9: Comparación de Resultados.	33
Tabla 10: Simulando en Solver.	34
Tabla 11: Parámetros Óptimos - Solver.	34

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia	41
Anexo 2: Hoja de Recolección de Datos	42

RESUMEN

El siguiente trabajo trata de optimizar el área de intercambio de un generador de vapor y para ello utilizamos los métodos de tabulación gráfica, sección dorada y Fibonacci, haciendo una comparación de cada método y ver cuál de estos es el más eficiente para la resolución del problema.

el programa que se utiliza para realizar las tabulaciones es Microsoft Excel, el cual es una hoja de cálculo que cuenta con herramientas gráficas, tablas dinámicas, entre otros que facilita la resolución del problema.

El método utilizado por el autor (método analítico) al igual que el método tabular son muy eficientes al momento de obtener una respuesta, El método tabular es una alternativa muy efectiva para resolver problemas de optimización no lineal univariable, siempre y cuando se cuente con el apoyo de un software como Ms. Excel u otro.

Los resultados obtenidos son aproximadamente iguales con los resultados obtenidos por el autor, por lo tanto, el problema está bien resuelto. el autor del texto, solo precisa 2 de los resultados, las cuales son el Área de intercambio óptimo y la temperatura de salida del aceite, también se puede apreciar que los resultados obtenidos por mi persona solo varían en décimas con respecto a los resultados obtenidos por el autor, esto puede deberse a que el autor redondeo los resultados obtenidos.

Algunos problemas encontrados en los métodos sección dorada y Fibonacci, es en el rango de evaluación una posible solución sería acortar el intervalo de evaluación ya que al ser muy alto pierde el resultado óptimo.

Palabras Clave: optimización, intercambiador, caldero, Fibonacci, sección dorada, tabulación, región aurea, área de intercambio.

ABSTRAC

The following work tries to optimize the exchange area of a steam generator and for this we use the methods of graphic tabulation, golden section and Fibonacci, making a comparison of each method and see which of these is the most efficient for solving the problem .

The program used to perform the tabulations is Microsoft Excel, which is a spreadsheet that has graphic tools, dynamic tables, among others that facilitates the resolution of the problem.

The method used by the author (analytical method) as well as the tabular method are very efficient when obtaining an answer. The tabular method is a very effective alternative to solve univariable nonlinear optimization problems, as long as the Support of software such as Ms. Excel or other.

The results obtained are approximately equal with the results obtained by the author, therefore, the problem is well solved. the author of the text, only needs 2 of the results, which are the optimal exchange area and the oil outlet temperature, it can also be seen that the results obtained by my person only vary in tenths with respect to the results obtained by the author, this may be because the author rounded off the results obtained.

Some problems found in the golden section and Fibonacci methods, it is in the evaluation range a possible solution would be to shorten the evaluation interval since being very high loses the optimal result.

Keywords: optimization, exchanger, cauldron, Fibonacci, golden section, tabulation, golden region, exchange area.

INTRODUCCION

La presente investigación se trata del desarrollo de un problema de optimización del área de intercambio de un generador de vapor para lo cual utilizamos el programa Microsoft Excel.

Hoy en día muchas empresas se encuentran inmersas en proyectos de mejora u optimización de procesos y automatización de estos, con el fin de resistir óptimos niveles de eficiencia y sinceridad al último gasto posible, que les permita ser competitivos, rentables y se diferencien de su emulación por su linaje de procesos y tarea al cliente.

En el capítulo 1 vemos el planteamiento del problema ¿Cuál es el mejor método para la optimización del área de intercambio de calor en un generador de vapor?, ¿De qué manera se realizará la optimización del área de intercambio de calor en un generador de vapor?, ¿Cómo determinaremos cual es el método para la optimización del área de intercambio de calor en un generador de vapor?

En el capítulo 2 se detalló el marco teórico, sus antecedentes nacionales y internacionales, bases teóricas.

En el capítulo 3 de metodología, investigación experimental, ya que Comprende la utilidad de un marco sereno o semi-sereno en adonde se manipula una o más variables para buscar asistir los resultados deseados. Toda la opinión generará la noticia con la cual se le dará respuesta al problema.

En el capítulo 4 cálculos y resultados, se explica paso a paso el modelo matemático para la solución del problema y se tabula cada método en la hoja de cálculo de Excel.

En el capítulo 5 discusión de resultados, comparamos los resultados obtenidos por el autor y de cada método resultado por mi persona y se puede apreciar que los resultados obtenidos por mi persona solo varían en décimas con respecto a los resultados obtenidos por el autor, esto puede deberse a que el autor redondeo los resultados obtenidos.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En la actualidad el uso de programas de computadora facilita el cálculo de los métodos numéricos de simulación y optimización en los problemas de ingeniería, ahorrando tiempo y costos para la resolución de dichos problemas con una aproximación bastante cercana a la real. en este trabajo de investigación se quiere demostrar la importancia y la forma de uso de estos métodos numéricos, aplicándolo a un sistema termodinámico como es el de un generador de vapor.

Los primeros estudios de generadores de fluido datan de finales del tiempo XVIII con el propósito de aplicarlos a las máquinas de fluido que se encontraban en un avance originario. Prontamente, el fluido se utilizó en turbinas para la producción de energía eléctrica, lo que conllevó al fundamento de generadores de fluido de Óptimo volumen y tamaño.

Los tipos de problemas a los que se enfrentan los ingenieros a lo extenso de la tradición son esencialmente los mismos. Entre los problemas más comunes que se puede hallar un profesional en tanto su trayectoria profesional están: Minimizar costes, Optimizar la producción, Optimizar la eficacia, Maximizar la fabricación, etc. Todos estos problemas, se engloban íntimamente de la clase de optimización de funciones. Un inconveniente de optimización se resuelve tomando una sucesión óptima de decisiones para maximizar (ganancias, ligereza, eficacia, etc.) o minimizar (costes, tiempo, riesgo, error, etc.) siguiendo un determinado criterio. Desgraciadamente, en la totalidad de los problemas de ingeniería la optimización es mucho más compleja, digno a las numerosas restricciones que se tienen que manipular en la resolución de la dificultad.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema General

¿Cuál es el mejor método para la optimización del área de intercambio de calor en un generador de vapor?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿De qué manera se realizará la optimización del área de intercambio de calor en un generador de vapor?
- ¿Cómo determinaremos cual es el método para la optimización del área de intercambio de calor en un generador de vapor?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Objetivo General

Encontrar el mejor método para la optimización del área de intercambio de calor en un generador de vapor.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Optimizar el área de intercambio de calor en un generador de vapor utilizando los métodos región aurea, Fibonacci y tabulación gráfica.
- Encontrar la utilidad máxima para la optimización del área de intercambio de calor en un generador de vapor.

1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Se cuenta con fórmulas en función a la temperatura Debido a que los Parámetros a calcular se encuentra en función a esta. asimismo, se cuenta con información bibliográfica.

1.4.2 JUSTIFICACIÓN PRACTICA

Está justificado ya que se pretende aportar con una herramienta de diseño y evaluación con un software muy accesible para los profesionales capacitados y semicapacitados.

1.4.3 JUSTIFICACIÓN LEGAL

No se encuentra ningún impedimento legal para la realización, toda la etapa del estudio se realiza en gabinete.

1.4.4 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Se facilitará el cálculo del área de intercambio de calor óptimo, el cual servirá para reducir costos.

1.5 DELIMITACIONES DEL ESTUDIO

1.5.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL

Lugar : Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Distrito : Huacho
Provincia : Huaura
Departamento : Lima
Región : Lima provincias

1.5.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL

Meses : Diciembre
Año : 2019

1.5.3 DELIMITACIÓN TEÓRICA

- Simulador
- Optimización
- Evaluación
- Generador de Vapor
- Diseño

1.6 VIABILIDAD DEL ESTUDIO

1.6.1 VIABILIDAD TÉCNICA

Es viable técnicamente ya que se dispone de datos operacionales de generadores de vapor para la verificación, evaluación y diseño del área de intercambio.

1.6.2 VIABILIDAD AMBIENTAL

Dada la naturaleza del estudio, los impactos ambientales no son generados, por tratarse de un estudio experimental de gabinete.

1.6.3 VIABILIDAD FINANCIERA

Todo el financiamiento para el estudio corrió por parte del investigador.

1.6.4 VIABILIDAD SOCIAL

Es viable por el hecho que se cuenta con la mano de obra calificada como el asesor y el investigador.

CAPITULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 Nacionales

Mamani (2018), Universidad Nacional del Altiplano de Puno, en su tesis optimización energética del generador de vapor (caldera) del comedor universitario de la universidad nacional del altiplano de puno con capacidad de 150 kg de vapor/hora, cuyos objetivos fueron Realizar la optimización energética de la caldera piro tubular marca "INTESA" de 250 BHP del comedor universitario de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno. Realizar el balance energético experimental de la caldera, llegando a la conclusión que Presentemente en el Perú, a régimen del aumento del coste de combustible sea progresivo mientras tanto los combustibles fósiles son más limitados, la subsistencia de energía es necesario para que las industrias transforme energía sin afectar su producción, se debe tener formas para usar la energía más eficiente. considerando más cantidades de calderos que ya estaban en la industria, optimizando en un 1% en su eficiencia de operación generaría un ahorro significativo para la economía del país. poniendo en contexto se desarrolla un balance energético del caldero marca "INTENSA" con 250 HP de potencia para la caldera del comedor, cuyo ensayo teórico y experimental se hizo a fines del mes de diciembre del 2016 para realizar la optimización energética del caldero piro tubular de la universidad nacional del altiplano.

2.1.2 Internacionales

Galvis & Pacheco (2014), universidad san buenaventura Cartagena, Colombia; en su tesis diseño de un intercambiador de calor coraza y tubos para optimizar el margen de refinación en la unidad de destilación combinada de la refinería de Cartagena (rcsa), cuyos objetivos fueron: Diseñar un intercambiador de calor coraza y tubos para optimizar el margen de refinación en la Unidad de Destilación Combinada de la Refinería de Cartagena (RCSA). Diagnosticar la condición actual del sistema de enfriamiento de gasóleo en la unidad de

destilación combinada, llegando a las siguientes conclusiones: Se analizó el marco teórico del intercambiador de tubos y ayuda preciso a las normas TEMA y ASME, identificando los diversos tipos y configuraciones existentes, siendo el más popular el don nadie AES para portear a cabo el profesión de refrigera miento de gasóleo, el cual tiene una ayuda de un paso, naciente permite el esparcimiento térmica de los tubos referente a la égida y es más fácil el desmontaje y lavado interno de los tubos. Además, a seccionar del retiro teórico se determinaron las ecuaciones y el recurso de esquema oportuno que recibe el nombre dialéctico de plan de exceso de superficie para transportar a sirga el boceto térmico e hidráulico del intercambiador de fogata de tubos y favor, con el fin de presentar un ofrecimiento que brinde unos resultados satisfactorios para el pago en la máquina de goteo combinada del salero de Cartagena.

Vargas (2016), Escuela superior politécnica de Chimborazo, ecuador; en su tesis análisis de la eficiencia energética aplicado al mantenimiento del sistema de generación y distribución de vapor para la empresa “la ibérica”, cuyos objetivo fue identificar las pérdidas que se están generando y proponer las soluciones técnicas, para el análisis se exponen los históricos de la empresa se realiza un análisis de la generación y distribución de vapor con un estudio termo gráfico para verificar el aislamiento y recubrimiento térmico, llegando a las siguientes conclusiones: los criterios de eficiencia energética para la realización de este proyecto. Se realizó las diferentes termografías adentro de la planta para establecer que desgaste de energía más destacado es por radiación térmica al ambiente, económicamente esta representa el 17.6 % de la cuantía pagada por combustibles. El procedimiento de vapor está funcionando en su conjunto, pero no con las normativas que rigen estos sistemas. La caldera está operando con una inflamación no adecuada, porque según los resultados del estudio de gases residuos de la inflamación, existe exceso de oxígeno, que es una clara muestra de una excesiva cantidad de aire que no aporta al proceso de la

inflamación y botamos energía térmica al ambiente, hay que examinar el método de inyección de combustible, porque asimismo tenemos un alto contenido de CO₂ (monóxido de carbono), ya con estos resultados se ha podido tomar las respectivas correcciones para comprimir la contaminación al ambiente para la conservación de energía para la compañía.

2.1.3 Otras investigaciones

Ruiz & Benvenuto (2003), Universidad Tecnológica Nacional, Argentina, en su artículo reducción de costos de vapor y potencia en las industrias de refinación y petroquímica, En este trabajo se explorarán las variables y restricciones significativas usualmente encontradas en la optimización de Sistemas de Emanación en Refinerías, asimismo como las estrategias utilizadas por el software Sensorio Tablero para enfrentarlas. Se presentan asimismo ejemplos de los ahorros obtenidos de su diligencia. El carácter necesario para la fecundación del fluido y el vigor eléctrico constituyen una porción sustancial de los costos asociados con las industrias de Refinación y Petroquímica. Estos suelen ente comparable con los costos de las mismas materias primas. Existe en esas industrias, por resultante, la utilidad de hacer más eficaz la maniobra de los sistemas de fluido y fortaleza, porque aún ahorros porcentuales pequeños, pueden proporcionar término a importantes títulos.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 GENERADOR DE VAPOR

Un creador de vapor es una máquina o dispositivo de ingeniería, donde la ceremonia química, se transforma en ceremonia térmica.

Generalmente es gastado en las turbinas de vapor para suscitar vapor, asiduamente vapor de néctar, con fuerza engréido como para repujar funcionar un productor en un ciclo de Rankine descompuesto y, en su eventualidad, repujar electricidad. (Wikipedia.org, 2019)

2.2.1.1 Partes de un Generador de Vapor

2.2.1.2 Economizadores y Chimeneas

Un economizador es un dispositivo automático intercambiador de entusiasmo que pretende cifrar el consumo de vehemencia, o proyectar otra subordinación vestido como el precalentamiento de un desenvuelto. Puede ayudar al capital de empaque en edificios, utilizando el rostro exterior como entorno de enfriamiento. (Wikipedia.org, 2019)

2.2.1.3 Sobrecalentadores y Recalentadores

El sobrecalentado de vapor es básicamente un intercambiador de derramamiento gases-vapor, diseñado teniendo en perla las particularidades de su misión con gases de calcinación. El impreciso es asistir un vapor a entrada temperatura que no sufra problemas de condensación en su andana desde la caldera hasta el proceso. (academia.edu, 2014)

2.2.1.4 Quemadores y Alimentadores de Aire

Es un trasto para quemar combustible líquido, gasificado o ambos (excepcionalmente igualmente sólido) y labrar calor generalmente mediante una flama.

Habitualmente va accionista a una caldera o un creador para calentar agua o aire, no obstante, incluso se usa en procesos industriales para sofocar cualquier sustancia. (coursehero.com, 2019)

El carburante desgastado puede ser gaseoso, generalmente gas natural, butano, propano, etc.; liquido, generalmente gasoil (todavía fuel) o un cóctel de entre ambos (gas y gasóleo), Los hay atmosféricos, que producen la fogosidad a presión atmosférica, y con suplante, donde un ventilador se encarga de agigantar la presión necesitado para el incendio, lo que hace que se pueda quemar más cantidad de combustible y que la ganancia sea mayor.

Asimismo se solía entrometer polvo de lignito con gas, para agigantar el genio calorífico del combustible, no obstante, no es modelo cotidiano hoy en día. (coursehero.com, 2019)

2.2.1.5 Condensadores

El condensador del vapor, es un elemento sustancioso del ciclo del vapor en instalaciones de generador de potencia. Es un recinto cerrado en el cual el vapor sale del creador y se empaque para flaquear su calor latente de la vaporización. Esto indigna el chocolate operacional de la bizarría permitiendo reutilizar la consumición de nutrición, y resulta más razonable encarecer un transparente que el vapor. El instante sumario, aumenta la aptitud del ciclo permitiendo que el ciclo funcione opere con los gradientes más grandes nociones de temperatura y bloqueo entre la poza de calor (caldera) y la canal de calor (condensador). Condensando el vapor del extractor del generador, el bloqueo del extractor es escasa hacia lo alto de la presión atmosférica hasta abajo del boicot atmosférico, incrementando la desviación de presión del vapor entre el comienzo y la salida del generador de vapor. Esta parquedad del boicoteo en el extractor de la turbina, genera más efusión por mecanismo de amalgama de vapor dado a la turbina, por trastorno de poder mecánico. Ya que ocurre cuajarón, el afecto profundo de condensación se usa en lapso del ímpetu disfrazado de vaporización. (slideshare.net, 2016)

2.2.1.6 Bombas y Tanques de Alimentación

Las bombas de alimentación de calderas están diseñadas para añadir agua a las calderas. Un regulador de nivel en la caldera activa las bombas de alimentacion de calderas. Tanto los tanques atmosféricos como los presurizados están disponibles con o sin calorífero de índole inyeccion directa (a veces se le dice caño de precalentamiento). Los tanques presurizados tiene naturaleza ASME. El utillaje del deposito puede ser de acero negro o inoxidable. Los tanques de acero negro se pueden recubrir con epoxi o plasite. Un dispositivo característico incluye colector, bombas de suministro (montadas y canalizadas) y un sección

de inspección precableado y montado. La dispositivo se puede realizar en un armazón de acero si es inevitable. (coursehero.com, 2019)

2.2.1.7 Domos

Estos vapores se concentran en la zona superior del recipiente inicialmente vacío, normalmente llamado domo, de donde se extrae vía conductos para ser desgastado en el proceso en cuestión. (scribd.com, 2014)

2.2.2 OPTIMIZACION DE PROCESOS

Las técnicas de optimización, simultáneamente con los sistemas informáticos, se han transformado en una poderosa herramienta para pronóstico y contingencia de múltiples problemas complejos, presentes en las ciencias de la gestión, convirtiéndose en parte concluyente, que aporta nociones importantes en la toma de decisiones. En matemáticas, estadísticas, ciencias empíricas, disciplina de la computación, o economía, optimización matemática o admisiblemente, optimización o programación matemática, es el sufragio del mejor integrante con respecto a cierto de una totalidad de rudimentos disponibles. En el caso más ingenuo, un problema de optimización consiste en maximizar o minimizar una función real eligiendo sistemáticamente valores de borde tomados de un conjunto consentido y computando el atrevimiento de la función. La difusión de la hipótesis de la optimización y técnicas para otras formulaciones comprende un plano amplio de las matemáticas aplicadas. De condición abierta, la optimización incluye la revelación de los mejores valores de alguna función objetivo dando un ámbito limitado, incluyendo una índole de diferentes tipos de funciones objetivos y diferentes tipos de dominios. (slideshare.net, 2017)

2.2.2.1 TECNICAS DE OPTIMIZACION

Las técnicas de optimización son herramientas matemáticas que tienen como objetivo la maximización de beneficios, Digamos de la efectividad de un proceso o la minimización de esfuerzos o pérdidas, digamos de las pérdidas de un material para fabricar un producto. Dado que la medida de un arranque necesitado, medida de pérdidas o medida de beneficios puede expresarse como una función (función objetivo) de muchas variables, el proceso de optimización se puede definir como el asunto de investigación de aquellas variables que minimizan o maximizan el importe de la función. El juicio de optimización con la persecución de la minimización o maximización de un grado indeterminado se manejó problemas, ya que con la función negativa se llega al máximo o se obtiene el mínimo con la función, se dice que no existe solo un método para la resolución de todos los problemas de optimización de una forma eficiente, más bien que se desarrolló varios métodos de optimización para la resolución de diferentes tipos de problemas. entre estas técnicas están las más conocidas como la programación matemática o determinísticas, técnicas estocásticas, técnicas estadísticas y técnicas modernas.(slideshare.com, 2017)

2.2.2.2 METODOS DE OPTIMIZACION

2.2.2.2.1 METODO FIBONACCI

Este método tiene las siguientes características:

- Es suficiente eficaz para aproximar, bajo cierto aguante de error.
- Sirve para localizar mínimos o máximos en una situación unimodal de una sola inconstante.
- No utiliza derivadas.
- Supone que se conoce una categoría originaria de investigación.
- En conjunto estimación el procedimiento tiende a cercar al recinto óptimo

$$l_i = b_i - \tau_i(b_i - a_i)$$

$$r_i = a_i + \tau_i(b_i - a_i)$$

2.2.2.2.2 METODO DE REGIÓN AUREA

Este método trabaja bajo los mismos supuestos que el de Fibonacci, solo que, en vez de utilizar la serie de Fibonacci, hace tender esta serie al infinito y de ahí se obtiene lo que se le conoce como la sección aurea.

$$-l_i = b_i - \tau(b_i - a_i)$$

$$-r_i = a_i + \tau(b_i - a_i)$$

$$\tau = 0.618$$

2.2.2.2.3 METODO APROXIMACION GRAFICA

El método de aproximación grafica es un recurso de solución de problemas gastado comúnmente en ingeniería, muy condicionado en cuanto al número de variables, ya que solo se puede utilizar para ecuaciones de 2 variables del tipo $xy=z$ siendo z el valor óptimo.

La forma de usar este método es asignando valores iniciales y finales a una de sus variables. La forma más fácil de hacerlo es tabulando los datos en una hoja de cálculo. (ingenieriaindustrialonline.com, 2019)

2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES

Optimización: Procedimiento para establecer los títulos de las variables que intervienen en un causa o régimen para que la consecuencia sea el excelente posible. (léxico, s.f.)

Tabulación: Término de títulos, magnitudes, conceptos, etc., por intermedio de tablas o retratos. (RAE, s.f.)

Intercambiador de calor: Es un calefactor diseñado para arrastrar energía entre ambos fluidos, o entre la zona de un cristal y un fluido en vibración. (Course Hero, 2019)

Controlador: Terminal que proporciona señales o corriente eléctrica para impulsar una ranura de traspaso o un telón de exposición. (RAE, s.f.)

Función Objetivo: La función objetivo es la igualdad que será optimizada dadas las limitaciones o restricciones determinadas y con variables que necesitan ente minimizadas o maximizadas usando técnicas de categorización rectilíneo o no rectilíneo. (academia.edu, s.f.)

Generador de Vapor: Es una aparato o conector de industria, en el que la energía química, se transforma en energía térmica. (RAE, s.f.)

Univariable: los métodos de estudio univariable se utilizan para aprender la conducta de las variables de representación propia. (Docplayer.es, 2017)

Multivariable: El estudio Multivariable es un procedimiento estadístico utilizado para fijar el impuesto de varios factores en un estricto evento o secuela. (monografías.com, 2016)

2.4 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

2.4.1 Hipótesis General

El método de región aurea es el mejor para la optimización del área de intercambio de calor en un generador de vapor.

2.4.2 Hipótesis Específicas

- Excel es el programa que mejor se adecua para la evaluación de los distintos métodos utilizados en la optimización del área de intercambio de calor en un generador de vapor.
- Se realizará la optimización del área de intercambio de calor en un generador de vapor calculando el costo mínimo de operación en función del área de intercambio.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 DISEÑO METODOLÓGICO

3.1.1 Tipo

Tesis de investigación experimental, ya que comprende la elaboración de una escena controlado o semi-controlado en el que se manipula una o más variables para investigar adquirir los resultados deseados. Todo el asunto generará la investigación con la cual se le dará objeción al inconveniente.

3.1.2 Enfoque

Se tomará el enfoque cuantitativo por que se pretende obtener la cogida de datos para estar al tanto o calcular el anómalo en estudio.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población y la muestra no se aplican al presente trabajo, debido a que se trata de una tesis de investigación experimental.

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES

Tabla 1

Operacionalización de variables

TIPO VARIABLE	VARIABLE	INDICADOR
Dependiente	Optimización Del Área De Intercambio De Calor De Un Generador De Vapor	Utilidad
Independiente	Métodos Región Aurea, Fibonacci Y Tabulación Grafica	

Fuente: Elaboración Propia

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1 Técnicas a Emplear

Las técnicas a emplear serán las siguientes:

- Análisis Crítico.
- La experimentación.
- La medición.

3.4.2 Descripción de los Instrumentos

Para cumplir los objetivos de la tesis utilizaremos los siguientes instrumentos:

- **Microsoft Excel;** Se conoce de un software que permite llevar a cabo tareas contables y financieras gracias a sus funciones, desarrolladas específicamente para amparar a barbechar y trabajar con hojas de cálculo. (Wikipedia, 2019)
- **Hoja de recolección de datos:** Asimismo llamada hoja de rastreo, sirve para congrega y archivar la información. Esta herramienta nos ayudará a rastrear toda la investigación obtenida de las diversas corridas experimentales.

3.5 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La técnica a utilizarse será la siguiente:

- **Regresión Numérica;** para la obtención de modelos matemáticos que nos ayuden a simular el comportamiento de las variables a medir y controlar.

CAPITULO IV

CALCULOS Y RESULTADOS

4.1 Análisis del problema

Para determinar cuál de los distintos métodos (método tabular, sección dorada y Fibonacci) funciona mejor en la optimización de un área optima de intercambio de calor de un generador de vapor, se tomará como referencia el problema de la página 15 del libro "Optimización y Simulación de Procesos" del autor Enrique Eduardo Tarifa de la Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Jujuy - Argentina; el cual plantea lo siguiente:

Queremos optimizar el área de intercambio de un generador de vapor. Se necesita enfriar una corriente de aceite, inicialmente a 400 °F, y al mismo tiempo generar vapor a 250°F y 30 psia. Las condiciones del generador son:

$$U = 100 \text{ Btu/ (h ft}^2 \text{ °F)}$$

$$m_{oil} \cdot C_{poil} = 7.5 \times 10^4 \text{ Btu/(°F h)}$$

El precio del área es de 25 \$/ft², el beneficio proveniente del vapor generado es 2 x10⁻⁶ \$/BTU. Las horas de servicio son 8000 h/año. Suponer que se solicita un préstamo con una tasa de interés de 15% y un periodo de 10 años para su devolución en cuotas iguales.

Tabla 2
Datos del Problema.

DATOS DEL PROBLEMA		
VARIABLES	VALOR	UNIDAD
flujo de calor del aceite ($m_{oil} \cdot C_{poil}$)	7.50E+04	BTU/hr.°F
Temperatura del Aceite	400	°F
Temperatura del Vapor	250	°F
Coefficiente global de transferencia (U)	100	BTU/hr.ft ² .°F
Tiempo de operación	8000	hr/año
Costos		
Venta de Vapor	2.00E-06	\$/BTU
Área de intercambiador	25	\$/ft ²
Tasa de Reembolso	0.2	1/año

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Modelado Matemático

4.2.1 Análisis Técnico

Para determinar el flujo de calor perdido por el aceite:

$$\dot{Q} = \dot{m}_{oil} \cdot C_{p_{oil}} \cdot (T_{oil_2} - T_{oil_1}) \quad (1)$$

Reemplazando el dato del problema en la ecuación (1):

$$\dot{Q}_{oil} = \left(7.5 \times 10^4 \frac{\text{BTU}}{^\circ\text{F} \cdot \text{h}}\right) \cdot (T_{oil_2} - 400)^\circ\text{F} \quad (2)$$

Para determinar el flujo de calor ganado por el vapor:

$$\dot{m}_v \cdot \lambda_v = \dot{Q} \quad (3)$$

$$\dot{Q}_v = -\dot{Q}_{oil} \quad (4)$$

Reemplazando la ecuación (2) en la ecuación (4):

$$\begin{aligned} \dot{Q}_v &= - \left[\left(7.5 \times 10^4 \frac{\text{BTU}}{^\circ\text{F} \cdot \text{h}}\right) \cdot (T_{oil_2} - 400)^\circ\text{F} \right] \\ \dot{Q}_v &= \left(7.5 \times 10^4 \frac{\text{BTU}}{\text{h}}\right) \cdot (400 - T_{oil_2}) \quad (5) \end{aligned}$$

Para determinar la temperatura media logarítmica:

$$T_{ML} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln\left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}\right)} = \frac{(T_{oil_1} - T_v) - (T_{oil_2} - T_v)}{\ln\left(\frac{T_{oil_1} - T_v}{T_{oil_2} - T_v}\right)} \quad (6)$$

Reemplazando el dato del problema en la ecuación (6):

$$\begin{aligned} T_{ML} &= \frac{(400^\circ\text{F} - 250^\circ\text{F}) - (T_{oil_2} - 250^\circ\text{F})}{\ln\left(\frac{400^\circ\text{F} - 250^\circ\text{F}}{T_{oil_2} - 250^\circ\text{F}}\right)} \\ T_{ML} &= \frac{(400^\circ\text{F} - T_{oil_2})}{\ln\left(\frac{150^\circ\text{F}}{T_{oil_2} - 250^\circ\text{F}}\right)} \quad (7) \end{aligned}$$

Para determinar el Área del intercambiador de calor.

$$\dot{Q} = U \cdot A \cdot T_{ML} \quad (8)$$

$$A = \frac{\dot{Q}}{U \cdot T_{ML}} \quad (9)$$

4.2.2 Análisis Económico

Para determinar el Beneficio Obtenido por el vapor:

$$C_v = \dot{Q}_v \cdot t_{operacion} \cdot costo_v \quad (10)$$

reemplazando los datos del problema en la ecuacion (10)

$$C_v = (\dot{Q}_v) \cdot \left(8000 \frac{hr}{Año}\right) \cdot \left(2 \cdot 10^{-6} \frac{\$}{BTU}\right) \quad (11)$$

Para determinar el costo del Área del intercambiador:

$$C_I = Area \cdot costo_{area} \quad (12)$$

reemplazando los datos del problema en la ecuacion (12)

$$C_I = Area \cdot \left(25 \frac{\$}{ft^2}\right) \quad (13)$$

Para determinar el Costo de devolución anual o Reembolso por el préstamo para el equipo:

Debido a que se realiza un préstamo para cubrir el costo del intercambiador, se requiere calcular la tasa de reembolso, sabiendo que se solicitó el préstamo con una tasa de interés del 15% (i) y un periodo de devolución de 10 años (n).

$$R = P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (14)$$

Como el préstamo que se solicita es igual al costo del intercambiador, y reemplazando los datos del problema, la ecuación (14) queda de la siguiente manera:

$$R = C_I \cdot \frac{(0.15)(1 + 0.15)^{10}}{(1 + 0.15)^{10} - 1} \quad (15)$$

$$R = C_I \cdot (0.2) \quad (16)$$

4.2.3 Función Objetivo

$$Utilidad = C_v \left(\frac{\$}{año} \right) - R \left(\frac{\$}{año} \right) \quad (17)$$

Reemplazando la ecuación (16) en la ecuación (17):

$$Utilidad = C_v \left(\frac{\$}{año} \right) - (C_I \cdot (0.2)) \left(\frac{\$}{año} \right) \quad (18)$$

La ecuación obtenida será la función objetivo que se Maximizará para obtener los parámetros óptimos del intercambiador.

Para la solución del problema se utilizará el método tabulación gráfica, sección dorada y Fibonacci utilizándose la siguiente tabla de datos:

4.3 Método tabulación grafica

Debido a que los Parámetros a calcular se encuentra en función de T_{Oil2}, Mediante este método evaluaremos la función objetivo para valores de 251°F < T_{c2} < 399°F.

Tabla 3
Tabulación y cálculos – Método Tabular

°T _{Oil_f} (°F)	Q _{Oil} (BTU/hr)	Q _{Vapor} (BTU/hr)	T _{ML} (°F)	A _{interc.} (ft ²)	C _{interc.} (\\$)	C _{devoluci.} (\$/Año)	Venta _{vap.} (\$/Año)	Utilidad (\$/Año)
251.00	-11175000	11175000	29.74	3757.98	93949.41	18789.88	178800	160010.12
251.04	-11172000	11172000	29.96	3728.56	93214.02	18642.80	178752	160109.20
251.08	-11169000	11169000	30.18	3700.26	92506.39	18501.28	178704	160202.72
251.12	-11166000	11166000	30.40	3672.98	91824.50	18364.90	178656	160291.10
251.16	-11163000	11163000	30.61	3646.66	91166.54	18233.31	178608	160374.69
251.20	-11160000	11160000	30.82	3621.24	90530.88	18106.18	178560	160453.82
251.24	-11157000	11157000	31.02	3596.64	89916.07	17983.21	178512	160528.79

251.28	-11154000	11154000	31.22	3572.83	89320.79	17864.16	178464	160599.84
251.32	-11151000	11151000	31.41	3549.75	88743.82	17748.76	178416	160667.24
251.36	-11148000	11148000	31.60	3527.36	88184.07	17636.81	178368	160731.19
251.40	-11145000	11145000	31.79	3505.62	87640.56	17528.11	178320	160791.89
251.44	-11142000	11142000	31.98	3484.49	87112.35	17422.47	178272	160849.53
251.48	-11139000	11139000	32.16	3463.94	86598.62	17319.72	178224	160904.28
251.52	-11136000	11136000	32.34	3443.94	86098.59	17219.72	178176	160956.28
251.56	-11133000	11133000	32.51	3424.46	85611.55	17122.31	178128	161005.69
251.60	-11130000	11130000	32.68	3405.47	85136.84	17027.37	178080	161052.63
251.64	-11127000	11127000	32.85	3386.95	84673.86	16934.77	178032	161097.23
251.68	-11124000	11124000	33.02	3368.88	84222.03	16844.41	177984	161139.59
251.72	-11121000	11121000	33.18	3351.23	83780.83	16756.17	177936	161179.83
251.76	-11118000	11118000	33.35	3333.99	83349.78	16669.96	177888	161218.04
251.80	-11115000	11115000	33.51	3317.14	82928.41	16585.68	177840	161254.32
251.84	-11112000	11112000	33.67	3300.65	82516.31	16503.26	177792	161288.74
251.88	-11109000	11109000	33.82	3284.52	82113.07	16422.61	177744	161321.39
251.92	-11106000	11106000	33.98	3268.73	81718.31	16343.66	177696	161352.34
251.96	-11103000	11103000	34.13	3253.27	81331.70	16266.34	177648	161381.66
252.00	-11100000	11100000	34.28	3238.12	80952.90	16190.58	177600	161409.42
252.04	-11097000	11097000	34.43	3223.26	80581.60	16116.32	177552	161435.68
252.08	-11094000	11094000	34.57	3208.70	80217.51	16043.50	177504	161460.50
252.12	-11091000	11091000	34.72	3194.41	79860.36	15972.07	177456	161483.93
252.16	-11088000	11088000	34.86	3180.40	79509.88	15901.98	177408	161506.02
252.20	-11085000	11085000	35.01	3166.63	79165.84	15833.17	177360	161526.83
252.24	-11082000	11082000	35.15	3153.12	78827.99	15765.60	177312	161546.40
252.28	-11079000	11079000	35.29	3139.84	78496.12	15699.22	177264	161564.78
252.32	-11076000	11076000	35.42	3126.80	78170.03	15634.01	177216	161581.99
252.36	-11073000	11073000	35.56	3113.98	77849.51	15569.90	177168	161598.10
252.40	-11070000	11070000	35.69	3101.37	77534.37	15506.87	177120	161613.13
252.44	-11067000	11067000	35.83	3088.98	77224.45	15444.89	177072	161627.11
252.48	-11064000	11064000	35.96	3076.78	76919.56	15383.91	177024	161640.09
252.52	-11061000	11061000	36.09	3064.78	76619.56	15323.91	176976	161652.09
252.56	-11058000	11058000	36.22	3052.97	76324.28	15264.86	176928	161663.14
252.60	-11055000	11055000	36.35	3041.34	76033.57	15206.71	176880	161673.29
252.64	-11052000	11052000	36.48	3029.89	75747.31	15149.46	176832	161682.54
252.68	-11049000	11049000	36.60	3018.61	75465.35	15093.07	176784	161690.93
252.72	-11046000	11046000	36.73	3007.50	75187.56	15037.51	176736	161698.49
252.76	-11043000	11043000	36.85	2996.55	74913.84	14982.77	176688	161705.23
252.80	-11040000	11040000	36.98	2985.76	74644.05	14928.81	176640	161711.19
252.84	-11037000	11037000	37.10	2975.12	74378.09	14875.62	176592	161716.38
252.88	-11034000	11034000	37.22	2964.63	74115.84	14823.17	176544	161720.83
252.92	-11031000	11031000	37.34	2954.29	73857.22	14771.44	176496	161724.56
252.96	-11028000	11028000	37.46	2944.08	73602.11	14720.42	176448	161727.58
253.00	-11025000	11025000	37.58	2934.02	73350.43	14670.09	176400	161729.91
253.04	-11022000	11022000	37.69	2924.08	73102.08	14620.42	176352	161731.58

253.08	-11019000	11019000	37.81	2914.28	72856.98	14571.40	176304	161732.60
253.12	-11016000	11016000	37.93	2904.60	72615.04	14523.01	176256	161732.99
253.16	-11013000	11013000	38.04	2895.05	72376.19	14475.24	176208	161732.76
253.20	-11010000	11010000	38.15	2885.61	72140.33	14428.07	176160	161731.93
253.24	-11007000	11007000	38.27	2876.30	71907.41	14381.48	176112	161730.52
253.28	-11004000	11004000	38.38	2867.09	71677.35	14335.47	176064	161728.53
253.32	-11001000	11001000	38.49	2858.00	71450.07	14290.01	176016	161725.99
253.36	-10998000	10998000	38.60	2849.02	71225.52	14245.10	175968	161722.90
253.40	-10995000	10995000	38.71	2840.14	71003.62	14200.72	175920	161719.28
253.44	-10992000	10992000	38.82	2831.37	70784.32	14156.86	175872	161715.14
253.48	-10989000	10989000	38.93	2822.70	70567.56	14113.51	175824	161710.49
253.52	-10986000	10986000	39.04	2814.13	70353.27	14070.65	175776	161705.35
253.56	-10983000	10983000	39.15	2805.66	70141.40	14028.28	175728	161699.72
253.60	-10980000	10980000	39.25	2797.28	69931.90	13986.38	175680	161693.62
253.64	-10977000	10977000	39.36	2788.99	69724.72	13944.94	175632	161687.06
253.68	-10974000	10974000	39.46	2780.79	69519.80	13903.96	175584	161680.04
253.72	-10971000	10971000	39.57	2772.68	69317.09	13863.42	175536	161672.58
253.76	-10968000	10968000	39.67	2764.66	69116.56	13823.31	175488	161664.69
253.80	-10965000	10965000	39.78	2756.73	68918.14	13783.63	175440	161656.37
253.84	-10962000	10962000	39.88	2748.87	68721.80	13744.36	175392	161647.64
253.88	-10959000	10959000	39.98	2741.10	68527.50	13705.50	175344	161638.50
253.92	-10956000	10956000	40.08	2733.41	68335.19	13667.04	175296	161628.96
253.96	-10953000	10953000	40.18	2725.79	68144.84	13628.97	175248	161619.03
254.00	-10950000	10950000	40.28	2718.26	67956.39	13591.28	175200	161608.72
254.04	-10947000	10947000	40.38	2710.79	67769.82	13553.96	175152	161598.04
254.08	-10944000	10944000	40.48	2703.40	67585.09	13517.02	175104	161586.98
254.12	-10941000	10941000	40.58	2696.09	67402.16	13480.43	175056	161575.57
254.16	-10938000	10938000	40.68	2688.84	67221.00	13444.20	175008	161563.80
254.20	-10935000	10935000	40.78	2681.66	67041.58	13408.32	174960	161551.68
254.24	-10932000	10932000	40.87	2674.55	66863.85	13372.77	174912	161539.23
254.28	-10929000	10929000	40.97	2667.51	66687.79	13337.56	174864	161526.44
254.32	-10926000	10926000	41.07	2660.53	66513.37	13302.67	174816	161513.33
254.36	-10923000	10923000	41.16	2653.62	66340.56	13268.11	174768	161499.89
254.40	-10920000	10920000	41.26	2646.77	66169.33	13233.87	174720	161486.13
254.44	-10917000	10917000	41.35	2639.99	65999.64	13199.93	174672	161472.07
254.48	-10914000	10914000	41.45	2633.26	65831.48	13166.30	174624	161457.70
254.52	-10911000	10911000	41.54	2626.59	65664.81	13132.96	174576	161443.04
254.56	-10908000	10908000	41.63	2619.98	65499.61	13099.92	174528	161428.08
254.60	-10905000	10905000	41.73	2613.43	65335.86	13067.17	174480	161412.83
254.64	-10902000	10902000	41.82	2606.94	65173.52	13034.70	174432	161397.30
254.68	-10899000	10899000	41.91	2600.50	65012.57	13002.51	174384	161381.49
254.72	-10896000	10896000	42.00	2594.12	64853.00	12970.60	174336	161365.40
254.76	-10893000	10893000	42.09	2587.79	64694.77	12938.95	174288	161349.05
254.80	-10890000	10890000	42.18	2581.51	64537.86	12907.57	174240	161332.43
254.84	-10887000	10887000	42.27	2575.29	64382.26	12876.45	174192	161315.55

254.88	-10884000	10884000	42.36	2569.12	64227.94	12845.59	174144	161298.41
254.92	-10881000	10881000	42.45	2563.00	64074.88	12814.98	174096	161281.02
254.96	-10878000	10878000	42.54	2556.92	63923.05	12784.61	174048	161263.39
255.00	-10875000	10875000	42.63	2550.90	63772.45	12754.49	174000	161245.51
255.04	-10872000	10872000	42.72	2544.92	63623.05	12724.61	173952	161227.39
255.08	-10869000	10869000	42.81	2538.99	63474.83	12694.97	173904	161209.03
255.12	-10866000	10866000	42.90	2533.11	63327.77	12665.55	173856	161190.45
255.16	-10863000	10863000	42.98	2527.27	63181.85	12636.37	173808	161171.63
255.20	-10860000	10860000	43.07	2521.48	63037.06	12607.41	173760	161152.59
255.24	-10857000	10857000	43.16	2515.74	62893.38	12578.68	173712	161133.32
255.28	-10854000	10854000	43.24	2510.03	62750.80	12550.16	173664	161113.84
255.32	-10851000	10851000	43.33	2504.37	62609.29	12521.86	173616	161094.14
255.36	-10848000	10848000	43.41	2498.75	62468.84	12493.77	173568	161074.23
255.40	-10845000	10845000	43.50	2493.18	62329.43	12465.89	173520	161054.11
255.44	-10842000	10842000	43.58	2487.64	62191.05	12438.21	173472	161033.79
255.48	-10839000	10839000	43.67	2482.15	62053.69	12410.74	173424	161013.26
255.52	-10836000	10836000	43.75	2476.69	61917.33	12383.47	173376	160992.53
255.56	-10833000	10833000	43.84	2471.28	61781.95	12356.39	173328	160971.61
255.60	-10830000	10830000	43.92	2465.90	61647.54	12329.51	173280	160950.49
255.64	-10827000	10827000	44.00	2460.56	61514.09	12302.82	173232	160929.18
255.68	-10824000	10824000	44.08	2455.26	61381.58	12276.32	173184	160907.68
255.72	-10821000	10821000	44.17	2450.00	61250.00	12250.00	173136	160886.00
255.76	-10818000	10818000	44.25	2444.77	61119.33	12223.87	173088	160864.13
255.80	-10815000	10815000	44.33	2439.58	60989.58	12197.92	173040	160842.08
255.84	-10812000	10812000	44.41	2434.43	60860.71	12172.14	172992	160819.86
255.88	-10809000	10809000	44.49	2429.31	60732.72	12146.54	172944	160797.46
255.92	-10806000	10806000	44.58	2424.22	60605.60	12121.12	172896	160774.88
255.96	-10803000	10803000	44.66	2419.17	60479.34	12095.87	172848	160752.13
256.00	-10800000	10800000	44.74	2414.16	60353.92	12070.78	172800	160729.22
256.04	-10797000	10797000	44.82	2409.17	60229.34	12045.87	172752	160706.13
256.08	-10794000	10794000	44.90	2404.22	60105.57	12021.11	172704	160682.89
256.12	-10791000	10791000	44.98	2399.30	59982.62	11996.52	172656	160659.48
256.16	-10788000	10788000	45.05	2394.42	59860.47	11972.09	172608	160635.91
256.20	-10785000	10785000	45.13	2389.56	59739.11	11947.82	172560	160612.18
256.24	-10782000	10782000	45.21	2384.74	59618.53	11923.71	172512	160588.29
256.28	-10779000	10779000	45.29	2379.95	59498.72	11899.74	172464	160564.26
256.32	-10776000	10776000	45.37	2375.19	59379.68	11875.94	172416	160540.06
256.36	-10773000	10773000	45.45	2370.46	59261.38	11852.28	172368	160515.72
256.40	-10770000	10770000	45.52	2365.75	59143.82	11828.76	172320	160491.24
256.44	-10767000	10767000	45.60	2361.08	59027.00	11805.40	172272	160466.60
256.48	-10764000	10764000	45.68	2356.44	58910.90	11782.18	172224	160441.82
256.52	-10761000	10761000	45.76	2351.82	58795.52	11759.10	172176	160416.90
256.56	-10758000	10758000	45.83	2347.23	58680.84	11736.17	172128	160391.83
256.60	-10755000	10755000	45.91	2342.67	58566.86	11713.37	172080	160366.63
256.64	-10752000	10752000	45.99	2338.14	58453.56	11690.71	172032	160341.29

256.68	-10749000	10749000	46.06	2333.64	58340.95	11668.19	171984	160315.81
256.72	-10746000	10746000	46.14	2329.16	58229.01	11645.80	171936	160290.20
256.76	-10743000	10743000	46.21	2324.71	58117.73	11623.55	171888	160264.45
256.80	-10740000	10740000	46.29	2320.28	58007.11	11601.42	171840	160238.58
256.84	-10737000	10737000	46.36	2315.89	57897.14	11579.43	171792	160212.57
256.88	-10734000	10734000	46.44	2311.51	57787.81	11557.56	171744	160186.44
256.92	-10731000	10731000	46.51	2307.16	57679.12	11535.82	171696	160160.18

Fuente: Elaboración propia.

4.3.1 Resultado Grafico

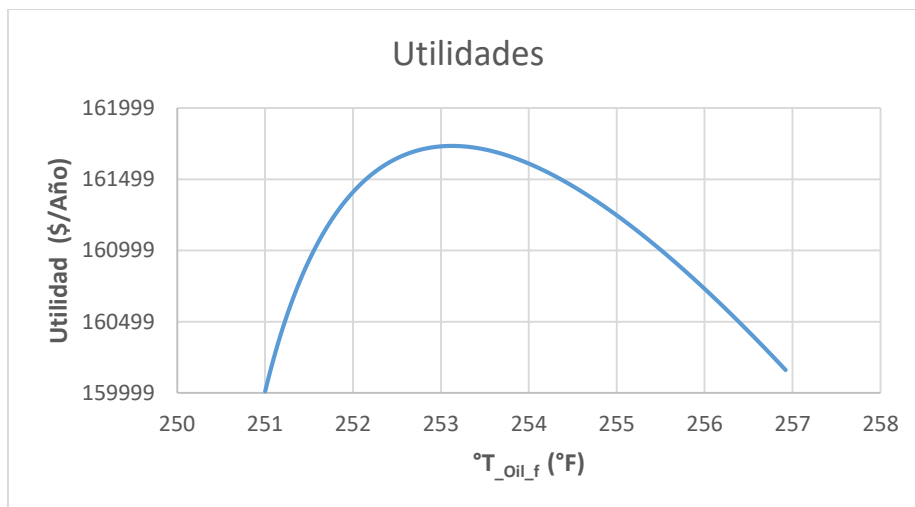


Figura 1. Resultado grafico – Método Tabular

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2 Parámetros Óptimos de Operación

Los parámetros óptimos de operación son aquellos parámetros que hacen máxima a la función Objetivo (Utilidades), y de acuerdo a los resultados obtenidos se obtuvo lo siguiente:

Tabla 4

Parámetros Óptimos de operación – Método Tabular

DATOS OPTIMOS DEL PROCESO		
Temperatura de °T _{oil_f}	253.12	°F
Flujo de calor	11016000.00	BTU/hr
Área Intercambio	2904.60	ft ²
Costo intercambiador	72615.04	\$ USD
Costo devolución anual	14523.01	\$ USD/año
Beneficio de Vapor	176256.00	\$ USD/año
Utilidad Máxima	161732.99	\$ USD/año

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Sección dorada

Tabla 5

Tabulación y cálculos – Sección dorada

iteración	Parámetros de Evaluación				Evaluación de Costo			
	b = Ti	a=Tf	l _i	r _i	f(l _i)	f(r _i)	F(b)	F(a)
0	399.00	251.00	307.54	342.46	107363.5	67228.9	1174.9	160010.1
1	342.46	251.00	285.94	307.52	131514.9	107376.2	67228.9	160010.1
2	307.52	251.00	272.59	285.93	145790.2	131522.5	107376.2	160010.1
3	285.93	251.00	264.34	272.59	153984.7	145794.7	131522.5	160010.1
4	272.59	251.00	259.25	264.34	158455.1	153987.2	145794.7	160010.1
5	264.34	251.00	256.10	259.25	160673.3	158456.4	153987.2	160010.1
6	259.25	256.10	257.30	258.04	159905.2	159377.1	158456.4	160673.3
7	258.04	256.10	256.84	257.30	160212.7	159905.4	159377.1	160673.3
8	257.30	256.10	256.56	256.84	160394.5	160212.8	159905.4	160673.3
9	256.84	256.10	256.38	256.56	160503.3	160394.5	160212.8	160673.3
10	256.56	256.10	256.27	256.38	160569.1	160503.3	160394.5	160673.3
11	256.38	256.10	256.20	256.27	160609.3	160569.2	160503.3	160673.3
12	256.27	256.10	256.16	256.20	160633.9	160609.3	160569.2	160673.3
13	256.20	256.10	256.14	256.16	160649.0	160633.9	160609.3	160673.3
14	256.16	256.10	256.12	256.14	160658.3	160649.0	160633.9	160673.3
15	256.14	256.10	256.11	256.12	160664.0	160658.3	160649.0	160673.3
16	256.12	256.10	256.11	256.11	160667.6	160664.0	160658.3	160673.3
17	256.11	256.10	256.10	256.11	160669.7	160667.6	160664.0	160673.3
18	256.11	256.10	256.10	256.10	160671.1	160669.7	160667.6	160673.3
19	256.10	256.10	256.10	256.10	160671.9	160671.1	160669.7	160673.3
20	256.10	256.10	256.10	256.10	160672.4	160671.9	160671.1	160673.3
21	256.10	256.10	256.10	256.10	160672.8	160672.4	160671.9	160673.3
22	256.10	256.10	256.10	256.10	160673.0	160672.8	160672.4	160673.3
23	256.10	256.10	256.10	256.10	160673.1	160673.0	160672.8	160673.3

24	256.10	256.10	256.10	256.10	160673.2	160673.1	160673.0	160673.3
25	256.10	256.10	256.10	256.10	160673.2	160673.2	160673.1	160673.3
26	256.10	256.10	256.10	256.10	160673.2	160673.2	160673.2	160673.3
27	256.10	256.10	256.10	256.10	160673.3	160673.2	160673.2	160673.3
28	256.10	256.10	256.10	256.10	160673.3	160673.3	160673.2	160673.3
29	256.10	256.10	256.10	256.10	160673.3	160673.3	160673.3	160673.3
30	256.10	256.10	256.10	256.10	160673.3	160673.3	160673.3	160673.3

Fuente: Elaboración propia.

4.4.1 Resultado Grafico

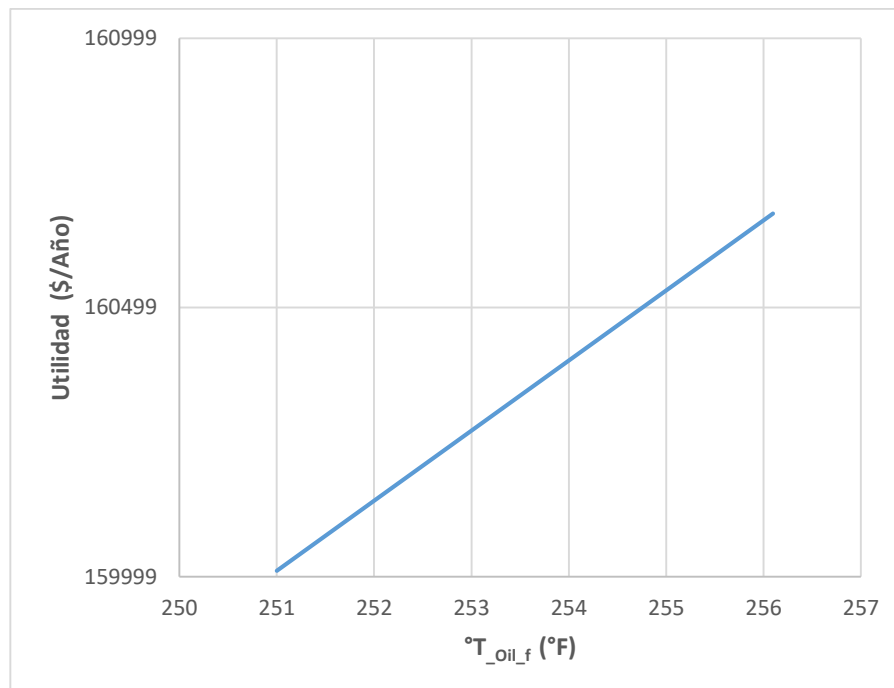


Figura 2. Resultado grafico – Método Sección Dorada

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2 Parámetros óptimos de operación

Los parámetros óptimos de operación obtenidos con el método sección dorada son las Utilidades y temperatura final del aceite, y de acuerdo a los resultados obtenidos se obtuvo lo siguiente:

Tabla 6
Parámetros Óptimos de operación – Método Sección Dorada

DATOS OPTIMOS DE PROCESO		
Temperatura de °T _{oil_f}	256.09645	°F
Flujo de calor	10792766.5	BTU/hr
Area Intercambio	2402.20	ft ²
Costo intercambiador	60054.92	\$ USD
Costo devolucion anual	12010.98	\$ USD/año
Beneficio de Vapor	172684.264	\$ USD/año
Utilidad Maxima	160673.28	\$ USD/año

Fuente: Elaboración propia.

4.5 Fibonacci

Tabla 7
Tabulación y cálculos – Fibonacci

iteración	Puntos de Evaluación					Evaluación de Costo					
	b = Ti	a=Tf	num.	deno.	Fibonacci.	l _i	r _i	f(l _i)	f(r _i)	F(b)	F(a)
0	399.00	251.00	2178309	3524578	0.618	307.53	342.47	107369.2	67223.1	1174.9	160010.1
1	342.47	251.00	1346269	2178309	0.618	285.94	307.53	131516.2	107369.2	67223.1	160010.1
2	307.53	251.00	832040	1346269	0.618	272.59	285.94	145789.8	131516.2	107369.2	160010.1
3	285.94	251.00	514229	832040	0.618	264.35	272.59	153983.7	145789.8	131516.2	160010.1
4	272.59	251.00	317811	514229	0.618	259.25	264.35	158454.2	153983.7	145789.8	160010.1
5	264.35	251.00	196418	317811	0.618	256.10	259.25	160672.7	158454.2	153983.7	160010.1
6	259.25	256.10	121393	196418	0.618	257.30	258.04	159904.1	159375.5	158454.2	160672.7
7	258.04	256.10	75025	121393	0.618	256.84	257.30	160211.9	159904.1	159375.5	160672.7
8	257.30	256.10	46368	75025	0.618	256.56	256.84	160393.7	160211.9	159904.1	160672.7
9	256.84	256.10	28657	46368	0.618	256.38	256.56	160502.6	160393.7	160211.9	160672.7
10	256.56	256.10	17711	28657	0.618	256.27	256.38	160568.5	160502.6	160393.7	160672.7
11	256.38	256.10	10946	17711	0.618	256.21	256.27	160608.7	160568.5	160502.6	160672.7
12	256.27	256.10	6765	10946	0.618	256.16	256.21	160633.3	160608.7	160568.5	160672.7
13	256.21	256.10	4181	6765	0.618	256.14	256.16	160648.4	160633.3	160608.7	160672.7
14	256.16	256.10	2584	4181	0.618	256.12	256.14	160657.7	160648.4	160633.3	160672.7
15	256.14	256.10	1597	2584	0.618	256.11	256.12	160663.5	160657.7	160648.4	160672.7
16	256.12	256.10	987	1597	0.618	256.11	256.11	160667.0	160663.5	160657.7	160672.7
17	256.11	256.10	610	987	0.618	256.10	256.11	160669.2	160667.0	160663.5	160672.7
18	256.11	256.10	377	610	0.618	256.10	256.10	160670.5	160669.2	160667.0	160672.7
19	256.10	256.10	233	377	0.618	256.10	256.10	160671.4	160670.5	160669.2	160672.7
20	256.10	256.10	144	233	0.618	256.10	256.10	160671.9	160671.4	160670.5	160672.7
21	256.10	256.10	89	144	0.618	256.10	256.10	160672.2	160671.9	160671.4	160672.7
22	256.10	256.10	55	89	0.618	256.10	256.10	160672.4	160672.2	160671.9	160672.7
23	256.10	256.10	34	55	0.618	256.10	256.10	160672.5	160672.4	160672.2	160672.7
24	256.10	256.10	21	34	0.618	256.10	256.10	160672.6	160672.5	160672.4	160672.7
25	256.10	256.10	13	21	0.619	256.10	256.10	160672.7	160672.6	160672.5	160672.7
26	256.10	256.10	8	13	0.615	256.10	256.10	160672.7	160672.7	160672.6	160672.7

27	256.10	256.10	5	8	0.625	256.10	256.10	160672.7	160672.7	160672.7	160672.7
28	256.10	256.10	3	5	0.600	256.10	256.10	160672.7	160672.7	160672.7	160672.7
29	256.10	256.10	2	3	0.667	256.10	256.10	160672.7	160672.7	160672.7	160672.7
30	256.10	256.10	1	2	0.500	256.10	256.10	160672.7	160672.7	160672.7	160672.7

Fuente: Elaboración propia.

4.5.1 Resultado Grafico

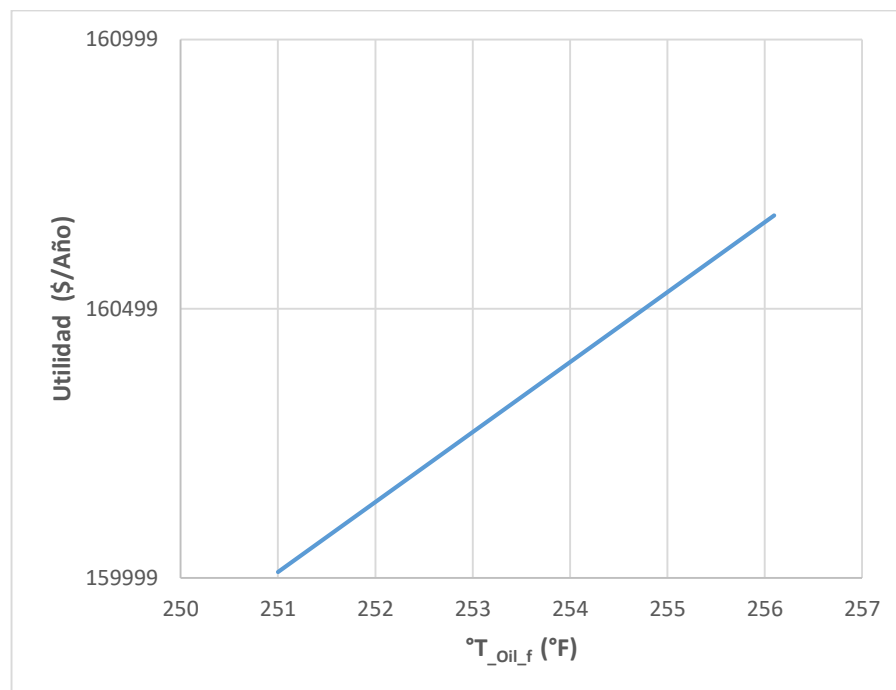


Figura 3. Resultado grafico – Método Fibonacci

Fuente: Elaboración propia.

4.5.2 Parámetros Óptimos de Operación

Los parámetros óptimos de operación obtenidos con el método sección dorada son las Utilidades y temperatura final del aceite, y de acuerdo a los resultados obtenidos se obtuvo lo siguiente:

Tabla 8

Parámetros Óptimos de operación – Método Fibonacci

DATOS OPTIMOS DE PROCESO		
Temperatura de °T_oil_f	256.097394	°F
Flujo de calor	10792695.4	BTU/hr
Area Intercambio	2402.08	ft ²
Costo intercambiador	60052.01	\$ USD
Costo devolucion anual	12010.40	\$ USD/año
Beneficio de Vapor	172683.127	\$ USD/año
Utilidad Maxima	160672.73	\$ USD/año

Fuente: Elaboración Propia.

CAPITULO V

DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Discusión

En la siguiente tabla se muestran una comparación de los resultados obtenidos por el autor del texto “Optimización y simulación de Procesos”, Enrique Eduardo Tarifa de la Universidad Nacional de Jujuy, y por mi persona, Eduardo Zorrilla Gonzales de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

Tabla 9

Comparación de Resultados.

COMPARACION DE RESULTADOS					
Resuelto Por:	Enrique E. Tarifa	Eduardo Zorrilla G.	Eduardo Zorrilla G.	Eduardo Zorrilla G.	Unidades
Método Utilizado	Analítico	S. Dorada	Fibonacci	Tabular	
Temperatura de °T _{oil_f}	253.1	256.09645	256.097394	253.12	°F
Flujo de calor	-----	10792766.5	10792695.4	11016000.00	BTU/hr
Área Intercambio	2905	2402.20	2402.08	2904.60	ft ²
Costo intercambiador	-----	60054.92	60052.01	72615.04	\$ USD
Costo devolución anual	-----	12010.98	12010.40	14523.01	\$ USD/año
Beneficio de Vapor	-----	172684.264	172683.127	176256.00	\$ USD/año
Utilidad Máxima	-----	160673.28	160672.73	161732.99	\$ USD/año

Fuente: Elaboración propia.

Como se Puede apreciar en la tabla 9, el autor del texto, solo precisa 2 de los resultados, las cuales son el Área de intercambio optimo y la temperatura de salida del aceite, también se puede apreciar que los resultados obtenidos por mi persona solo varían en décimas con respecto a los resultados obtenidos por el autor, esto puede deberse a que el autor redondeo los resultados obtenidos.

Según los resultados obtenidos se puede apreciar una variación en los resultados de los métodos sección dorada y Fibonacci, los cuales ocurre por los siguiente:

El método de sección dorada funciona haciendo aumentos en los valores iniciales y finales de las variables para encontrar la función objetivo máxima o mínima según se requiere, dicho aumento se puede representar como un porcentaje del 0.618 que es considerado el número áureo, al ser este aumento

muy grande (61.8%); en nuestro problema hizo que el intervalo de la sección evaluada por el método sobrepasara el área o la sección donde se hacía más máxima la función objetivo, algo parecido ocurre con el método de Fibonacci solo que el intervalo tiene una ligera variación entre 0.618 a 0.5.

SOLUCION MEDIANTE SOLVER

Tabla 10
Simulando en Solver.

$^{\circ}T_{oil_f}$ ($^{\circ}F$)	Q_{oil} (BTU/hr)	Q_{Vapor} (BTU/hr)	T_{ML} ($^{\circ}F$)	$A_{interc.}$ (ft ²)	$C_{interc.}$ ($\$$)	$C_{devoluci.}$ ($\$/Año$)	$C_{vap.}$ ($\$/Año$)	Utilidad ($\$/Año$)
253.125	-11015625	11015625	37.94	2903.40	72585.02	14517.00	1.76E+05	161733.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11
Parámetros Óptimos - Solver.

PARAMETROS OPTIMOS - SOLVER		
Temperatura de $^{\circ}T_{oil_f}$	253.13	$^{\circ}F$
Flujo de calor	11015625.00	BTU/hr
Área Intercambio	2903.40	ft ²
Costo intercambiador	72585.02	$\$$ USD
Costo devolución anual	14517.00	$\$$ USD/año
Beneficio de Vapor	176250.00	$\$$ USD/año
Utilidad Máxima	161733.00	$\$$ USD/año

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos mediante el Solver son cercanos a los valores obtenidos por los métodos anteriores, pero en esta ocasión se observa que los resultados obtenidos se alejan más de los resultados obtenidos por el autor, aunque estos solo sean por decimales.

5.2 Conclusiones

- El método utilizado por el autor (método analítico) al igual que el método tabular son muy eficientes al momento de obtener una respuesta.
- El método analítico, puede convertirse en un método muy tedioso cuando la función objetivo obtenida es una función muy compleja de derivar.
- El método tabular es una alternativa muy efectiva para resolver problemas de optimización no lineal univariable, siempre y cuando se cuente con el apoyo de un software como Ms. Excel u otro.
- El autor solo precisa los resultados de la temperatura de salida del aceite y del área óptima de intercambio de calor, debido a que lo que pedía el problema solo era el área óptima de intercambio de calor.
- El método tabular nos permite obtener todos los parámetros óptimos, una vez hallada la respuesta.
- De los métodos analizados se concluye que el más efectivo y llega a maximizar mejor la función es el método tabular ya que el análisis no es por intervalos sino valor por valor.

5.3 Recomendaciones

- De los problemas encontrados en los métodos sección dorada y Fibonacci, una posible solución sería acortar el intervalo de evaluación ya que al ser muy alto el rango de evaluación pierde el resultado óptimo.
- Para el método tabular mientras menor sea el tamaño de paso mayor será la exactitud del resultado obtenido.
- Entre los métodos sección dorada, tabulación gráfica y Fibonacci se recomienda la tabulación grafica para este tipo de problemas ya que el resultado óptimo se aproxima más por el tamaño de paso.

CAPITULO VI
FUENTES DE INFORMACIÓN

6.1 Fuentes Documentales

- Mamani, C. (2018). Optimización energética del generador de vapor (caldera) del comedor universitario de la universidad nacional del altiplano de puno con capacidad de 150 kg de vapor/hora. Tesis de grado, universidad nacional del altiplano, puno. Recuperado el 15 de febrero de 2018, de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/unap/7374/mamani_montesinos_carlos_miguel_ramos_velez_frey_wilson.pdf?sequence=1&isallowed=y
- Galvis, A. & Pacheco, D. (2014). diseño de un intercambiador de calor coraza y tubos para optimizar el margen de refinación en la unidad de destilación combinada de la refinería de Cartagena (rcsa). Tesis de grado, universidad san buenaventura Cartagena, Colombia. Recuperado el 28 de julio de 2015, de http://bibliotecadigital.usb.edu.co:8080/bitstream/10819/2796/1/Dise%C3%B1o%20de%20un%20intercambiador%20de%20calor%20coraza_Albeiro%20Galvis_USBCTG_2015.pdf
- Vargas, K. (2016). análisis de la eficiencia energética aplicado al mantenimiento del sistema de generación y distribución de vapor para la empresa “la ibérica”, cuyo objetivo fue Identificar las pérdidas que se están generando y sostener las soluciones técnicas, para la grafología se exponen los históricos de la entidad se realiza una interpretación de la origen y orden de vapor con un convite termo esquema para realizar el separación y recubrimiento térmico. Tesis de grado, Escuela superior politécnica de Chimborazo, Ecuador. Recuperado el 6 de mayo de 2016, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5180/1/25T00270.pdf>

6.2 Fuentes bibliográficas

Carrazas, A. (2012). Guía básica de calderas industriales eficientes (4 ed.). Arequipa, Perú: Universidad Nacional de San Agustín E.I.R.L.

Díaz, U. & Celestino, P. (2006). Influencia De Las Calderas Sobre El Medio Ambiente (1 ed.). Santiago de Cuba, Cuba: Ciencia en su PC

Spirax Sarco. (2003). Ingeniería del vapor.

6.3 Fuentes hemerográficas

García, M., & Mallqui, F. (2017). Lectura de tabla de vapor saturado en problemas de calderos. *Tecnología Química*, 38(4), 351-366.

6.4 Fuentes electrónicas

López Calvajar, G. A., Castro Perdomo, N. A., & Guerra, O. (2017). Optimización del procedimiento de elaboración. Tesis de caso Marquetería de Aleación. *Universidad y Sociedad* [seriada en línea], 9 (1), pp. 178-186. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/>

Vidal Moya DA, Lapidó Rodríguez MJ. Determinación del factor de carga en las calderas piro tubulares en la ciudad de Cienfuegos. 2010. ISSN 1028-9925. [Citado 5 de marzo 2015]. Disponible en: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Ecosolar/Ecosolar31/HTML/articulo05N.htm>.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia:

“Optimización Del Área De Intercambio De Calor De Un Generador De Vapor Utilizando Los Métodos Región Aurea, Fibonacci Y Tabulación Grafica”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	MÉTODOS/ TÉCNICAS	INSTRUMENTOS																																																																																																			
<p>Problema general</p> <p>¿Cuál es el mejor método para la optimización del área de intercambio de calor en un generador de vapor?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Encontrar el mejor método para la optimización del área de intercambio de calor en un generador de vapor.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Elegir y caracterizar cuidadosamente los sensores y/o actuadores que se utilizarán para realizar el control automático del nivel. Diseñar el programa para el control automático de nivel del banco de bombas. Correr el programa para la validación de su funcionamiento, verificando que realice el control automático del nivel del banco de bombas, así como la medición de otros parámetros previamente programados en el sistema. 	<p>Hipótesis general</p> <p>El método de región aurea es el mejor para la optimización del área de intercambio de calor en un generador de vapor.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> Excel es el programa que mejor se adecua para la evaluación de los distintos métodos utilizados en la optimización del área de intercambio de calor en un generador de vapor. Se realizará la optimización del área de intercambio de calor en un generador de vapor calculando el costo mínimo de operación en función del área de intercambio. 	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE (X):</p> <p>Optimización del área de intercambio de calor de un generador de vapor</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE (Y):</p> <p>Métodos de región aurea, Fibonacci y tabulación grafica</p> <p>INDICADORES:</p> <p>Utilidades</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Tesis de desarrollo experimental.</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Diseño experimental, ya que comprende la preparación de un escenario controlado o semi-controlado en donde se manipula una o más variables para buscar obtener los resultados deseados.</p> <p>TÉCNICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> Análisis Crítico. La Experimentación. La medición. 	<p>Se usará como instrumento la hoja de recolección de datos:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p style="text-align: center;">ANEXO 2 HOJA DE RECOLECCION DE DATOS</p> <p>Variable a medir: _____ Nº Prueba: _____ Fecha: _____</p> <p>Lugar: _____</p> <p>Realizado por: _____</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>T_{ent} (°F)</th> <th>Q_{ent} (BTU/hr)</th> <th>Q_{sepe} (BTU/hr)</th> <th>T_{ent} (°F)</th> <th>A_{sepe} (ft²)</th> <th>C_{sepe} (\$)</th> <th>C_{sepe} (\$/Año)</th> <th>C_{sepe} (\$/Año)</th> <th>Utilidad (\$/Año)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table> <p>Observaciones: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> </div>	T _{ent} (°F)	Q _{ent} (BTU/hr)	Q _{sepe} (BTU/hr)	T _{ent} (°F)	A _{sepe} (ft ²)	C _{sepe} (\$)	C _{sepe} (\$/Año)	C _{sepe} (\$/Año)	Utilidad (\$/Año)																																																																																										
T _{ent} (°F)	Q _{ent} (BTU/hr)	Q _{sepe} (BTU/hr)	T _{ent} (°F)	A _{sepe} (ft ²)	C _{sepe} (\$)	C _{sepe} (\$/Año)	C _{sepe} (\$/Año)	Utilidad (\$/Año)																																																																																																

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 2

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Variable a medir: _____

Lugar: _____ N° Prueba: _____ Fecha: _____

Realizado por: _____

$^{\circ}T_{oil_f}$ ($^{\circ}F$)	Q_{oil} (BTU/hr)	Q_{vapor} (BTU/hr)	T_{ML} ($^{\circ}F$)	$A_{interc.}$ (ft^2)	$C_{interc.}$ ($\$$)	$C_{devoluci.}$ ($\$/Año$)	$C_{vap.}$ ($\$/Año$)	Utilidad ($\$/Año$)

Fuente: Elaboración propia.

Observaciones:
