

C
Ind
+500

UNIVERSIDAD DE MONTERREY
DIVISION DE ARQUITECTURA, DISEÑO E INGENIERIA



040.62
V722ya
2001

REDISEÑO DE UNA RED LOGISTICA

PROGRAMA DE EVALUACION FINAL

PRESENTAN:

ROGELIO HUMBERTO VILLARREAL LOPEZ
IRAN AMADO LOPEZ BALDENE BRO

PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

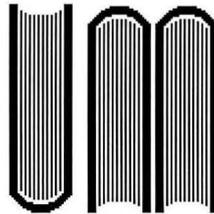
Vo Bo
C
30-Nov-01

BIBLIOTECA
UNIVERSIDAD DE MONTERREY
0904356

SAN PEDRO GARZA GARCIA, NUEVO LEON
DICIEMBRE DE 2001

UNIVERSIDAD DE MONTERREY

DIVISION DE ARQUITECTURA, DISEÑO E INGENIERIA



**UNIVERSIDAD
DE MONTERREY**

REDISEÑO DE UNA RED LOGÍSTICA

PROGRAMA DE EVALUACIÓN FINAL

QUE PRESENTAN

ROGELIO HUMBERTO VILLARREAL LÓPEZ

IRAN AMADO LÓPEZ BALDENEBRO

EN OPCION A TITULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

**SAN PEDRO GARZA GRACIA, NUEVO LEON
DICIEMBRE DE 2001**

DEDICATORIA

A Dios, por darme tan maravillosa oportunidad de comenzar, y ahora, terminar mis estudios universitarios, Señor, gracias por todo lo que has hecho en mí.

A María, madre de Dios, gracias por ayudarme en esos momentos de desesperación y angustia, por acrecentar mi fe hacia tu Hijo, y por tus grandes protecciones.

A mi madre, por esos momentos de apoyo y preocupación, por luchar siempre a mi lado, y por darme todas esas palabras de aliento cuando más las necesitaba, madre, sin ti esto no hubiera sido posible, GRACIAS mami i!!!

A mi padre, símbolo de mi admiración y fuerza, gracias por tus luchas incansables, por tus sabios consejos, gracias por confiar siempre en mí, por todas aquellas palabras de apoyo, y por todo lo que sufriste para que llegar a este momento, LO LOGRAMOS PADRE i!!!

A mi hermana, gracias por tu apoyo inmejorable, y por ser los oídos que siempre escuchan.

A mi familia, gracias a todos y cada uno de ustedes por todo su inmenso apoyo para lograr concluir este gran proyecto.

A todo el grupo de Siervos y Siervas de Nuestro Señor Jesucristo, en especial al Pbro. Juan José F. y a la Hna. Evangelina, gracias por todas sus oraciones, y por guiarme siempre por el camino de Dios.

A todos mis amigos, Chuy, Oscar, Alfredo, Hugo, Rodrigo, Adrián, Eluid, Jaime, Javier, Jorge S, Jorge U, Carlos, Miguel, Polo, Brenda, Michelle, Lety, Mayra, Ileana, Laura, Ale, gracias a todos ustedes por el gran apoyo que me brindaron es todo este tiempo, y gracias también por su bonita amistad.

Al Ing. Fernando L. Chavira A, gracias por su apoyo incondicional y su confianza durante todo este tiempo, y por darme la grandísima oportunidad de trabajar con usted.

A mis compañeros de trabajo, Sandra, Cristy, Paty, Brenda, Daniel, Raúl, Alfonso, Aleyda, Paty T, Rosy gracias por todos esos momentos y palabras de apoyo, fueron parte importante para llegar a este momento.

A mi compañero de PEF, Iran, gracias por todo tu apoyo, y por ser pieza clave para la realización y culminación de este proyecto, LO LOGRAMOS i!!!

Rogelio Humberto Villarreal López

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado sabiduría para caminar avante en esta etapa de mi vida y por mostrarme el camino en momentos difíciles. Gracias Padre.

A mis Padres, Amado López y Gloria Baldenebro de López, por la confianza que siempre me brindaron, por darme todo el apoyo incondicional cuando siempre lo ocupaba, gracias por sus siempre oportunos consejos que siempre tendré en mente.

A mi hermana Malka, por estar siempre cuando más se ocupaba una hermana, por ser mi siempre amiga y fiel acompañante en el camino de Dios. Gracias Mana.

A mi entera familia a todos y cada uno de ellos.

A mis amigos incondicionales que nunca me defraudan, Gracias Roberto, Jaime, Alonso, Gera , Emilio y Josh.

A mi compañero de PEF Rogelio por ser guía cuando se ocupaba y por toda su aportación en este proyecto.

Iran López Baldenebro

AGRADECIMIENTOS

A nuestro asesor, Ing. Edmundo González, por su leal compromiso y dedicación incondicional a nuestro proyecto.

A nuestros sinodales, Ing. Leopoldo Delgado y CP Marco Lara, por sus oportunas intervenciones para mejorar el presente proyecto.

Al Ing. Fernando Chavira A. por abrirnos las puertas y darnos la oportunidad y la facilidad de realizar el presente proyecto en La Productora.

Al Ing. Álvaro Hernández y a la Ing. Nora Retiz por ser fundamentales para la realización y culminación de este proyecto.

A todos los empleados de La Productora SA de CV, por abrirnos las puertas de sus departamentos, y llegar a buen término este proyecto.

A todos nuestros maestros, compañeros y amigos que de una manera u otra siempre nos apoyaron durante este proyecto.

MUCHAS GRACIAS A TODOS

Rogelio Villarreal e Iran López

PROLOGO

La mejora continua es ya un concepto arraigado en la mayoría de las organizaciones. En estas compañías existen constantes proyectos para reducir desperdicios, tiempos muertos, retrabajos, y todas aquellas actividades que no generen un valor agregado o representen un costo de operación innecesario.

Ese es precisamente el tema del proyecto realizado durante este semestre como Programa de Evaluación Final. A lo largo de este período, Rogelio Villarreal e Irán López, autores de este documento, fueron parte de un proceso de mejora continua en una organización de la localidad, teniendo su enfoque principal en la reducción de costos de logística.

Durante el semestre transcurrido, Rogelio e Irán mostraron interés profesional en resolver la problemática presentada por el cliente, estuvieron pendientes de analizar a detalle la información recopilada y a extraer conclusiones interesantes.

La dedicación y esfuerzo mostrada por Rogelio e Irán en esta última fase de preparación en su vida académica, sin duda alguna serán siempre el soporte fundamental para el logro de éxitos en su vida profesional. Mis más sinceros deseos para que las metas planeadas al futuro se cumplan satisfactoriamente.

Edmundo González
Asesor académico
Programa de Evaluación Final

Monterrey, NL; Noviembre de 2001

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes de la empresa	4
1.2 Perfil de la compañía	5
1.3 El Servicio que presta la compañía	6
1.4 Beneficios del reciclaje energético	6
1.5 Minimizar del impacto ambiental	6
1.6 Características del combustible alterno	6
1.6.1 Alta eficiencia de combustión	6
1.6.2 Ventajas del reciclaje	7

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 Logística	8
2.1.1 Definición de logística	8
2.1.2 Definición de logística del proyecto	9
2.1.3 Red logística	9
2.1.4 Localización de elementos de una red logística	9
2.1.5 Capacidad	10
2.1.5.1 Plantación de capacidad	10
2.1.6 Red de distribución	10
2.2 Costos	10
2.2.1 Costos de producción y costos de operación	10
2.2.1.1 Existen tres elementos del costo de producción:	10
2.2.1.2 Costos fijos y variables	11

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

3.1 Metodología a usar	13
3.2 Etapas de la metodología	14
3.2.1 Definir	14
3.2.1.1 Determinar objetivo del proyecto	15
3.2.1.2 Estado de la situación actual	15
3.2.1.3 Establecer alcance	15
3.2.2 Analizar	16
3.2.2.1 Recolección de Datos	16
3.2.2.2 Identificar diferencias entre el estado actual y potencial	16
3.2.2.3 Definir indicadores y medirlos	16
3.2.2.4 Generar ideas para la elaboración del rediseño de la red logística	16
3.2.3 Rediseñar	17
3.2.3.1 Crear escenarios de las situaciones potenciales	17
3.2.3.2 Desarrollar plan de verificación	17
3.2.4 Verificar	17
3.2.4.1 Verificar escenarios desarrollados	17
3.2.4.2 Desarrollar reporte del proyecto:	18

CAPÍTULO 4: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Definir	19
4.1.1 Determinar objetivo del proyecto	19
4.1.2 Estado de la situación actual	20
4.1.3 Establecer el alcance	23
4.2 Analizar	23
4.2.1 Definir indicadores y medirlos	24
4.2.2 Recolección de datos	24
4.2.2.1 Generadores	24
4.2.2.2 Plantas de la Productora	25
4.2.2.3 Costos totales de La Productora	26
4.2.2.4 Identificar diferencias entre el estado actual y potencial del La Productora y Plantas de la Consumidora	26
4.3 Rediseñar	29
4.3.1 Crear escenarios de las situaciones potenciales	30
4.3.1.1 Recolección de costos	30
4.3.1.2 Cálculo de costos por concepto para fabricar CAS	31
4.3.1.3 Otros factores a incurrir para la fabricación de CAS	31
4.3.1.4 Cálculo de costos por concepto para fabricar CAL	32
4.3.1.5 Otros factores a incurrir para la fabricación de CAL	33
4.3.2 Escenarios para cada situación	35
4.3.3 Escenarios evaluados por su costo	36
4.3.4 Desarrollar escenarios	37
4.3.5 Desarrollo de plan de verificación:	41
4.4 Verificar	42
4.4.1 Verificación de escenarios desarrollados	42
4.4.2 Desarrollo del reporte del proyecto	42

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

- ANEXO I
- ANEXO II

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Metodología a usar	14
Figura 2 Sistema productivo de la empresa	21
Figura 3 Instalaciones y sus capacidades	26
Figura 4 Situación actual de la compañía	28

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1 Comportamiento de la demanda y capacidades para CAS	27
Gráfico 2 Comportamiento de la demanda y capacidades para CAL	27
Gráfico 3 Fronteras para cada planta del cliente	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Capacidades de las plantas	26
Tabla 2 Costos totales para cada instalación de la compañía.	37
Tabla 3 Distribución de CAL para cada planta en m3.	39
Tabla 4 Distribución de CAS para cada planta en tons	39

ABSTRACT

Los sistemas de plantación de logística para la asignación y distribución de los productos están recibiendo atención primaria en las empresas. Se esta enfatizando primordialmente en la solución por medio de modelos que permitan elegir de diferentes alternativas por medio de programas por computadora, con el fin de ayudar a tomar decisiones mas sólidas, rápidas, con lógica y sin mucho riesgo.

En el presente trabajo se rediseño la red logística de la Productora que tiene como fin la distribución de combustible alterno sólido y liquido.

La metodología usada nos proyectó por diferentes etapas, se realizó un análisis de la situación actual con el fin de conocer su funcionamiento y todos sus elemento involucrados, y tratados de acorde a la definición de los objetivos.

Una vez ya contando con el análisis, se rediseñó la red validando cada una de las alternativas seleccionadas junto con la Productora.

Por ultimo, se elaboró un programa para la Productora donde se generan alternativas mostrando los diferentes costos, para uso de la empresa y selección de las mismas.

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Desde el inicio de los tiempos, el ser humano, como un ser racional, se ha preocupado por ir evolucionando de forma constante, ha creado formas de pensamiento con un fin de superación, esta superación lo ha llevado a un continuo cambio hacia la mejora en sus vidas; el ir siendo, a través del tiempo mas eficientes y consiguiendo una mejor calidad de vida, iniciando desde la domesticación de animales salvajes para uso de transporte y carga, dándose cuenta con esto que el animal puede cargar y viajar mas que un ser humano. Posteriormente por su instinto de superación crea la rueda, a partir de esta creación han surgido infinidad de cambios cumpliendo un solo propósito: mejorar la forma de vida de aquella época y dar bases para la época en la que vivimos.

No obstante con los grandes cambios surgidos en aquella época el ser humano ha ido en una mejora continua a través del tiempo. Comenzando con mejoras en el proceso de producción, sin importar en primera instancia ni la calidad ni la

transportación de los productos, actualmente el ser humano sigue ese instinto por mejorar, valiéndose de todos los recursos que tiene a su alcance para llegar a un momento en el cual pueda eliminar todas aquellas restricciones que impidan dos grandes metas, reducir los costos de operación y lograr la completa satisfacción de sus clientes.

Esta etapa en la que vivimos, es una con grandes cambios que han revolucionado al mundo, donde las empresas deben ir evolucionando al par con el mercado, mas que como estrategia competitiva, como un estilo de vida empresarial, llevando esto a una competencia por el mercado a través de la mejora continua.

En el siguiente trabajo se rediseñará una red logística para la **Productora SA, de CV**. No está de más mencionar que un sistema logístico no sólo involucra el proceso de fabricación y movimiento de materiales y recursos dentro de la empresa, sino que va desde el transporte para la recepción de la materia prima hasta la entrega del producto final al cliente.

Este trabajo se basa en el rediseño de la red logística que actualmente esta ocupando La Productora para la distribución de su producto, y nace de la necesidad de ofrecer en un futuro, un mejor servicio a sus clientes, según como se vaya presentando la demanda a través del tiempo.

El objetivo perseguido a lo largo de este proyecto es: "Definir la estructura logística a través del tiempo, con el fin de lograr satisfacer la demanda de las plantas de la consumidora al mínimo costo"

La Productora es una empresa 100% filial del grupo Consumidora SA de CV, la cual le provee combustibles alternos para el calentamiento de los hornos de la consumidora. En La Productora se reciben desechos industriales de empresas en todo México, La Productora procesa estos desechos y los transforma en combustibles alternos para la consumidora.

Es importante aclarar que el proyecto se realizará con base a la situación actual de la empresa, pero tendrá la capacidad de evolucionar en dado caso que el departamento en estudio así lo requiera.

Cabe mencionar que por motivos de confidencialidad y a petición del cliente, todos los datos presentados en el presente proyecto, así como los nombres de clientes y proveedores y nuestro cliente mismo, han sido completamente modificados, por lo que podrá existir ciertas incongruencias en los datos.

**ANTECEDENTES
DE LA
EMPRESA**

Capítulo 1

1. Conocimiento de la empresa

1.1 Antecedentes de la empresa

En la Productora tienen como misión:

"Proporcionar a la industria servicios de manejo de residuos con contenido energético para su disposición final como reciclaje energético en hornos de la consumidora".

Cuenta con una política de medio ambiente, seguridad y salud:

"La prevención de accidentes, al cuidado de la salud y la protección del medio ambiente son parte integral de nuestra misión de negocios".

Es política de la Productora que todas sus operaciones sean seguras para su personal, a la comunidad, a sus instalaciones y el medio ambiente, y se desarrollen bajo un estricto cumplimiento de la normatividad ambiental, a través de la mejora continua implementar acciones orientadas a mejorar la calidad de vida de su personal y la búsqueda del desarrollo sostenible.

1.2 El perfil de la compañía

Es una empresa mexicana fundada en 1993 por el grupo de la Consumidora como parte de su programa de reciclaje energético.

Con amplia experiencia en el manejo de residuos, utilizando tecnología de punta y altos estándares de calidad y seguridad, La Productora ofrece una solución integral y sustentable, ya que responde a la necesidad de la industria de eliminar adecuadamente residuos tóxicos, contribuyendo así a la conservación de los recursos energéticos no renovables.

Ofrece a la industria nacional un servicio integral de manejo y disposición de residuos con contenido energético, los cuales son perjudiciales al medio ambiente.

Su infraestructura se encuentra estratégicamente ubicada en el territorio nacional. Se cuentan con plantas propias de formulación de combustible alternos en Torreón Coahuila y Huichapan Hidalgo.

Sus operaciones están respaldadas por personal altamente especializado y tecnología de punta en el manejo de residuos industriales, la formulación de combustibles alternos y su alimentación a los hornos de la consumidora, cumpliendo con las más estrictas normas internacionales de seguridad y de protección ambiental.

La Productora cuenta con permiso de la SEMARNAP¹ referidos por la legislación ambiental mexicana. A sí mismo, los laboratorios están acreditados por el SINALP² y la planta de Torreón cuenta con la certificación de: "Una Industria Limpia" de PROFEPA³.

¹ Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca

² Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Pruebas

³ Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

Es así como la Productora ofrece un servicio seguro, confiable con un importante beneficio a largo plazo; la eliminación del pasivo ambiental de los residuos industriales tóxicos de nuestros clientes.

1.3 Los servicios que presta la compañía:

Ofrece a la industria nacional los servicios de recolección, consolidación, transporte, tratamiento y eliminación de residuos con contenido energético, para usar estos como reciclaje energético en hornos de la consumidora.

En la jerarquía de las tecnologías de disposición de residuos industriales, la Productora se ubica en el nivel de reciclaje o recuperación energética.

1.4 Beneficios del reciclaje energético

- La conversión de los residuos industriales en productos útiles a la sociedad.
- La eliminación del riesgo de manejar residuos tóxicos para el generador (cliente).

1.5 Minimizar del impacto ambiental

Queimar los residuos industriales tóxicos en los hornos de la consumidora apoya de gran manera a la preservación del medio ambiente, y es una forma ideal para convertir un desecho tóxico en energía calorífica.

1.6 Características del combustible alterno

1.6.1 Alta eficiencia de combustión:

- Provoca altas temperaturas (1,400 a 2000 grados centígrados),
- Tiene un largo tiempo de residencia (10 grados centígrados),
- Elevada turbulencia,
- Exceso de oxígeno (2-3%),
- Inercia térmica,
- Control automático,
- Ambiente altamente alcalino (80% caliza),

- Filtros de partículas de alta eficiencia,
- Medición continua de gases de salida.

1.6.2 Ventajas del reciclaje:

- Convierte compuestos orgánicos en gases de combustión
- Neutraliza y retiene en el clinker azufre y cloro.
- Verifica metales pasados en el clinker.
- No produce cenizas.

En este proyecto se analizará la ubicación de la sus plantas, almacenes y centros de transferencia, así como la asignación de producción que se le da a cada planta, es decir, la Productora desea analizar las posibles modificaciones de la red logística de distribución de combustible alternativo a las plantas de la consumidora según como la demanda se vaya presentando a través del tiempo.

Veremos que el principal problema que enfrenta la Productora, es programar su red Logística de distribución y ubicación adecuada de sus plantas, de tal forma que pueda satisfacer la demanda de las plantas de la consumidora con los mínimos costos para La Productora.

Actualmente la Productora opera con un sistema logístico suficiente para su demanda actual, pero como se verá más adelante, el sistema logístico de la Productora ya no será suficiente para la demanda que se irá presentando en los próximos años.

MARCO TEÓRICO

Capítulo 2

2. Marco teórico

2.1 Logística

2.1.1 Definición de Logística

Existen varias definiciones de Logística, pero las que mas aplican para este proyecto son las siguientes:

"Es el proceso de planeación, organización, asignación y control de todos los recursos comprometidos con la distribución física del producto, manufactura, y operaciones de abastecimiento".⁴

⁴ Browsersox, Closs and Hellfich. "Operaciones Logísticas"

La misión de logística es: *"tener los productos o servicios correctos en el lugar correcto en las condiciones deseadas mientras permitan alcanzar el máximo de contribución para la empresa"*.⁵

2.1.2 Definición de logística para este proyecto

Una definición acorde a este proyecto en especial, es la que a continuación se presenta: *"es el proceso de enviar el producto terminado cuando y donde el cliente lo requiera, satisfaciendo completamente la demanda minimizando los costos totales de producción y envío"*.

✦ 2.1.3 Red Logística

El diseño de la configuración de la red logística involucra la definición de la función, capacidad y localización de cada uno de sus elementos (plantas, almacenes, etc.), así como cuándo hacerlo.

Se debe considerar la estrategia corporativa, la misión y objetivos del sistema logístico, así como las metas en el nivel de servicio al consumidor establecidas.

El diseño de la red constituye un "issue" estratégico por el alto monto de inversión involucrado, por su impacto en el nivel competitivo de la empresa a largo plazo, y por el alto nivel de incertidumbre que acompaña su análisis.

✦ 2.1.4 Localización de elementos de una red logística

La ubicación de plantas, almacenes, clientes, proveedores, etc, que hacen posible el buen funcionamiento de una compañía.

⁵ Rondald H. Ballow. "Logistics Managment"

2.1.5 Capacidad

Se define como la tasa de producción de un proceso y se mide en unidades por período de tiempo, pero es necesaria su planeación.

2.1.5.1 Planeación de Capacidad

Su propósito es el determinar los niveles de capacidad requeridos para satisfacer la demanda futura al costo mínimo.

Las etapas básicas de la planeación son:

- a. Pronóstico de Demanda por productos;
- b. Analizar estrategia de la competencia;
- c. Establecer objetivos y estrategia de participación en mercado;
- d. Definir escenarios de demanda a satisfacer por empresa (usar árboles de decisión).

2.1.6 Red de Distribución

La estructura de la red de distribución de una red logística se integra principalmente por almacenes y centros de distribución.

Determinar la capacidad, cantidad, ubicación y función de los almacenes es de vital importancia.

2.2 Costos

2.2.1 Costos de producción y costos de operación.

En una compañía, siempre tenemos factores que, conjuntamente, con otros factores, son de gran importancia para la alta gerencia o dirección.

2.2.1.1 Existen tres elementos del costo de producción:

- a. *Material directo*: toda materia prima que sea integrante del producto terminado y que pueda asignarse cómodamente a unidades físicas

específicas; por ejemplo: las laminas de acero y los sub-ensambles. Cierta material secundario, como el pegamento o los clavos, puede considerarse como suministros o como material indirecto, y no como material directo, a causa de que no es práctico averiguar las cantidades de estos materiales que intervienen en unidades físicas específicas del producto.

- b. *Mano de obra directa:* toda mano de obra que evidentemente se relacione con productos específicos y que pueda ser apropiadamente identificable con los mismos: por ejemplo, la mano de obra de los operadores de las máquinas y los ensambladores. Mucha mano de obra, como la de los acarreadores de materiales, de los conserjes y de los guardias de la planta; se considera como mano de obra indirecta a causa de la dificultad o impracticabilidad de identificar tales partidas de costo con unidades físicas específicas.
- c. *Gastos indirectos de fabricación:* los costos de la fábrica, con excepción del material y la mano de obra directos: por ejemplo los suministros, la mano de obra indirecta, la calefacción, la luz, los impuestos sobre la propiedad, las reparaciones, la depreciación de la planta y el equipo, y los seguros. Para describir esta clase de gastos se emplean también otros términos como carga fabril, costos indirectos, gastos de fabricación y otros.

Los costos se clasifican en forma detallada principalmente con la intención de asociar un determinado costo con la causa o razón específica que la origina.

2.2.1.2 Costos fijos y variables

Por costo fijo se entiende por un costo que no cambia en el total durante toda su vida del modelo. Podemos decir que costo fijo son aquellos que no varían en el total, aun cuando las fluctuaciones en el volumen sean muy marcadas.

De manera contraria los costos variables tienen una estrecha relación con la producción, estos se mueven dependiendo de la actividad total, es decir del volumen total producido.

METODOLOGÍA

Capítulo 3

3. Metodología

Para la realización de este proyecto, es necesario establecer una metodología de trabajo, la cual, sea utilizada como guía para las actividades que se deben realizar para alcanzar lo objetivos trazados.

Como es de bien saber, una metodología va a ayudar para coordinar y establecer un ritmo de trabajo, así como lograr y observar los requerimientos de actividades establecidas en la misma. Es necesario que esta metodología este bien estructurada para llevar el proyecto por un buen camino y evitar desviaciones del mismo.

3.1 Metodología a usar

La metodología que será usada para este proyecto consta de cuatro pasos importantes a seguir, estos pasos son: DEFINIR, ANALIZAR, REDISEÑAR y VERIFICAR, ver FIGURA 1.

Para desarrollar esta metodología, se partió de la base de la metodología DMAIC, parte de la metodología de Six Sigma, y fue modificada para adecuarla a este proyecto.

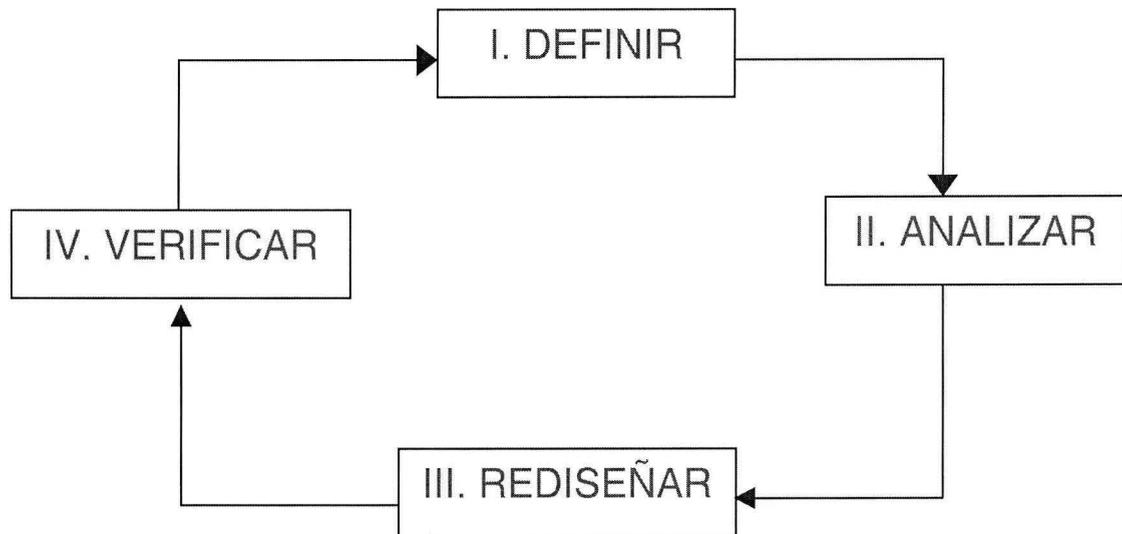


Figura 1 Metodología a usar

3. 2 Etapas de la metodología:

Cada uno de los cuatro pasos que vimos anteriormente, está dividido por sub-etapas, las cuales se explican mas a detalle a continuación:

3.2.1 Definir

En esta primer etapa de la metodología, se comienza con definir el proyecto, aquí son indispensable las reuniones con el cliente, y escuchar sus necesidades, las cuales ayudaran a un diseño del proyecto totalmente de acorde a sus necesidades y requerimientos.

Una vez conocida la necesidad del cliente, se comenzó a realizar los siguientes pasos, que son clasificados como sub-etapas de la etapa de definición.

3.2.1.1 Determinar objetivo del proyecto

Es de gran importancia el tener un objetivo del proyecto bien definido, que sea claro y fácil de entender, debe contener la visión de lo que se desea lograr al finalizar el proyecto y debe cubrir con la necesidad principal del cliente. Es importante tener muy bien definido este punto para que no exista la posibilidad de perderse durante el mismo teniendo siempre como meta principal el cumplimiento del objetivo trazado.

Es muy importante que cualquier decisión que se realice a lo largo del proyecto se formule la siguiente pregunta: "¿Con esto persigo el cumplimiento del objetivo?".

3.2.1.2 Estado de la situación actual

En esta etapa se comienza a realizar un análisis superficial de la compañía. Conocer el departamento que va a hacer beneficiado con este proyecto, conocer también, las variables que se van a presentar y familiarizarse con estas variables, para el proyecto es de gran importancia conocer las variables con las que se va a enfrentar a lo largo del desarrollo.

Es necesario conocer completamente el área de oportunidad de la compañía que se desea atacar con la realización del proyecto, también lo es el conocer a todas las personas que pueden aportar información al proyecto.

El conocimiento de este punto nos dará un punto de partido fijo, del cual será punto de comparación para muchas de las decisiones que se pudieran tomar en un futuro.

3.2.1.3 Establecer el alcance

El proyecto debe tener limitantes, para esto se establece un alcance, el cual va a aclarar donde comienza el proyecto y a donde se puede llegar con el, se puede decir en otras palabras: que se van a establecer las fronteras del proyecto.

3.2.2 Analizar

En esta parte del proyecto se comienza a involucrar mas en la compañía, se procede a entender completamente y a detalle los datos necesarios para el proyecto, lo siguiente se lleva a cabo mediante las siguientes sub-etapas.

3.2.2.1 Recolección de Datos

Se comienza a obtener todos los datos que directa e indirectamente afecten al proyecto, una vez obtenidos estos datos se procede a realizar un análisis detallado de estos.

3.2.2.2 Identificar diferencias entre el estado actual y potencial de La Productora y Plantas de la Consumidora

Es necesario conocer completamente la situación actual de la compañía así como conocer también, la situación potencial de todos los factores que son involucrados en el proyecto, este punto tiene amplia relación con el alcance del proyecto, nos permitirá ver una perspectiva a futuro de la situación actual.

3.2.2.3 Definir indicadores y medirlos

“Lo que no se mide no se puede mejorar”, por lo tanto, es necesario definir indicadores que nos van a ayudar a medir el alcance del proyecto y el cumplimiento del objetivo del mismo.

Los indicadores serán definidos de acorde para medir el acercamiento al objetivo del proyecto, diferentes variables estratégicas proporcionaran información para conocer el status del mismo con relación a situaciones alternativas.

3.2.2.4 Generar ideas para la elaboración del rediseño de la red logística

Es importante tener ya en esta etapa del proyecto varias alternativas de ideas para identificar como se va a llevar a cabo el rediseño, las diferentes

alternativas ayudaran a tener un panorama mas claro a la hora de empezar el rediseño y poder solucionar cualquier contingencia.

3.2.3 Rediseñar

En esta etapa del proyecto se comienza a realizar el entregable del proyecto, se realiza el rediseño de la red, para generar el rediseño deseado, se siguen las siguientes sub-etapas.

3.2.3.1 Crear escenarios de las situaciones potenciales

En esta etapa, se generan escenarios que son potenciales es decir candidatos para el rediseño de la red. Se presentan una serie de escenarios potenciales, de los cuales se retomara el de mayor beneficio para el proyecto, tomando como referencia el objetivo del mismo.

3.2.3.2 Desarrollar plan de verificación

Una vez desarrollados los escenarios potenciales y obtenido el escenario que representa la mejor opción, se realiza un plan para realizar una verificación de estos. Con el fin de validar el correcto funcionamiento del escenario que represente la mejor opción y de aquellos escenarios que son potencialmente viables, pero que no representen la mejor opción.

3.2.4 Verificar

El proyecto debe contener una etapa de verificación como medio de constatar que lo realizado es correcto.

3.2.4.1 Verificar escenarios desarrollados

Conforme al plan de verificación desarrollado en la etapa de rediseño, se comienza a verificar todos lo escenarios desarrollados, cualquier diferencia entre lo real y lo desarrollado, debe ser corregida inmediatamente.

3.2.4.2 Desarrollar reporte del proyecto:

Como un entregable hacia el cliente se desarrolla un reporte no muy extenso y fácil de usar, con el fin de que el cliente tenga de una idea rápida del proyecto y pueda ser usado este rápidamente sin la necesidad de leer todos los documentos del proyecto.

En el caso que el entregable sea un software, es necesario desarrollar un manual detallado para el uso de este.

**PRESENTACIÓN
Y
ANÁLISIS DE
RESULTADOS**

Capítulo 4

4. Presentación y análisis de resultados.

A continuación se explica la metodología y lo que se hizo en cada uno de los pasos que esta implica. Se hace la explicación en cada una de las etapas por separado mencionando los resultados que arrojan, así como las conclusiones del análisis de estos.

4.1 Definir

De acuerdo a la necesidad planteada por la Productora, al ver que a futuro no se podrá cubrir la demanda para todas las plantas de la Consumidora, que lo requieran, se determina el objetivo del proyecto, así como de la situación de la que se parte a un alcance que también tendrá que establecerse de acorde al objetivo ya acordado con la Productora.

4.1.1 Determinar objetivo del proyecto

Una vez que ya se conoció y entendió el área de oportunidad de la Productora, así como la estructura de esta misma, se llegó a tener un objetivo general del

proyecto. Una vez determinado este, se les comunica a la Productora el objetivo determinado para que a su vez sea validado.

Para este proyecto el objetivo general definido es:

“Definir la estructura logística a través del tiempo, con el fin de lograr satisfacer la demanda de las plantas de la Consumidora al mínimo costo”

4.1.2 Estado de la situación actual

El sistema de la Productora es un proceso basado en reciclar residuos industriales, con el cual se genera combustibles alternos, estos a su vez, son utilizados para la generación de calor en los hornos de las plantas de la Consumidora.

Los combustibles alternos generados en el proceso de la Productora son de dos tipos: Combustibles Alternos Sólidos (CAS) y Combustibles Alternos Líquidos (CAL), los cuales son enviados a las plantas de la Consumidoras ubicadas alrededor de la República Mexicana, con el fin de generar calor necesario para calentar los hornos de la consumidora.

Los Generadores son los que desechan material para que la Productora lo pueda transforma en combustible alternativo sólido o combustible alternativo líquido, estos requieren los servicios para que la Productora se encargue de reciclar sus desechos.

La Productora, cuenta con un total de 2 plantas con una participación en gran parte de México, dentro de este grupo existe una planta especializada en la generación de CAL, una planta especializada en la generación de CAS, también se tiene una estación de transferencia de CAS y CAL, y 1 almacén para CAS y CAL, las cuales están distribuidas de la siguiente forma:

Producto	Ubicación
CAS y CAL	Torreón Coahuila
CAL	Huichapan Hidalgo
CAS	Vallejo Estado de México (estación)
CAS y CAL	Escobedo, Nuevo León (almacén)

La Productora, es una institución que trabaja arduamente para cumplir su misión por la cual fue creada: *"Proporcionar a la industria de la Consumidora servicios de manejo de residuos con contenido energético para su disposición final como reciclaje energético en hornos, así como contribuir a la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales no renovables"*, para lograr esto se ha tenido una estructura sólida y estable, como lo muestra la Figura 2.

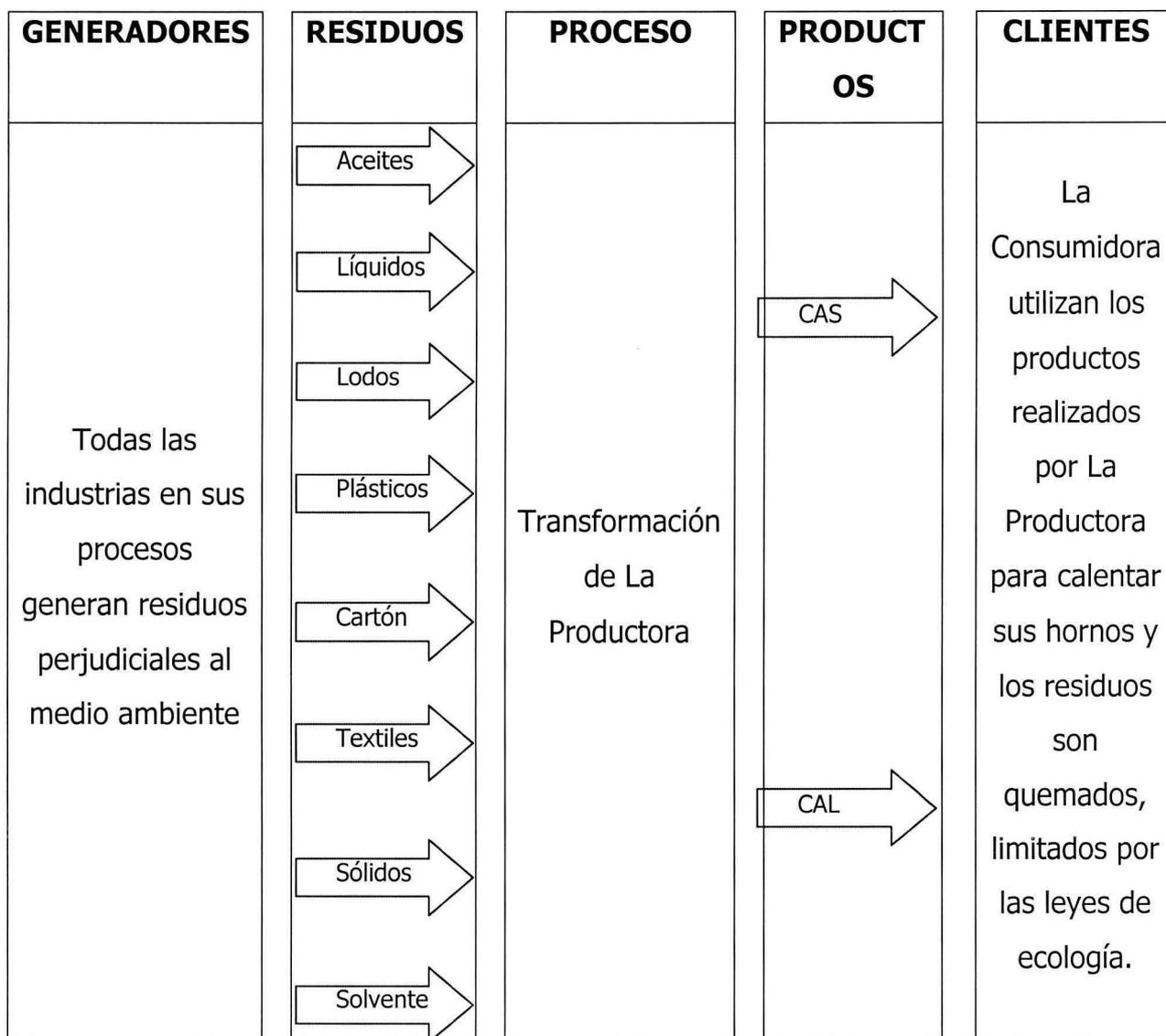


Figura 2 Sistema productivo de la empresa

Las 2 plantas de la Productora están ubicadas estratégicamente cerca de los consumidores del país, ésta se encuentra dividida en dos zonas geográficas: la Zona Norte y la Zona Centro, cada zona tiene un horno de la consumidora para ser alimentado con los productos de La Productora.

Cada planta, la estación de transferencia y el almacén están ubicadas cerca de las plantas de la Consumidoras, pero, la Consumidora pretende aumentar la cantidad de hornos que van a quemar combustibles alternos, este aumento esta en una proyección a 5 años. En la Productora preocupados por exceder las satisfacciones a su cliente desea programar el crecimiento de este y tener una herramienta que le ayude a tomar decisiones mediante los diferentes escenarios que se puedan ir presentando a consecuencia del crecimiento de la Consumidora.

Por esto surge la necesidad de desarrollar un proyecto que permita a La Productora tomar las decisiones correctas, en el momento correcto, esto es, antes de que la demanda se presente.

El proyecto debe ser capaz de soportar movimientos inesperados de sus consumidores, así como retroalimentar a la Productora en lo que este deberá hacer en sus procesos logísticos y productivos conforme se van presentando los diferentes escenarios. Así como de ser necesario, aumentar las capacidades en las plantas actuales, construir una planta de la Productora dentro de una planta de la Consumidora o en el último de los casos la apertura de una nueva planta, así como la cantidad que debe de aumentar la Productora en cuanto a su producción, para lograr satisfacer la demanda de sus consumidores.

Por otra parte, se observó que la Productora, absorbe el costo reflejado en la transportación de las plantas de esta, hacia los hornos de la consumidora. Los costos generados por el transporte de las industrias que arrojan los residuos a las plantas de la Productora son pagados por los mismos generadores.

Con este proyecto, el departamento usuario de la Productora, podrá obtener un conocimiento detallado del funcionamiento del sistema, esto aunado con la experiencia adquirida con anterioridad al laborar e la compañía, permitirá tener un proceso de toma de decisiones completamente confiable, con el fin de obtener una reacción anticipada a los movimientos de los consumidores con la confianza de que lo que se decida fue analizado anteriormente, y evitando con esto tomar decisiones repentinas para problemas logísticos.

4.1.3 Establecer el alcance

Una vez que ya se conoce el problema principal de la Productora, y se tiene un objetivo del proyecto, se comienza a buscar un alcance para el proyecto, el cual se define y se valida con la Productora, nuestro alcance es el siguiente:

"Se presentará un escenario conveniente a la Productora de la Red Logística en un periodo de 10 años para todo México, desde la recepción de la materia prima hasta la distribución del producto".

Es importante saber que existen supuestos, es decir, puntos que se dieron como establecidos para este proyecto.

- Los generadores no se tomaran para el desarrollo de este proyecto, ya que es responsabilidad del departamento de ventas tener los necesarios, para lograr satisfacer la demanda de las plantas de la Consumidora.
- Se toman las capacidades máximas tanto de las plantas de la Productora como las plantas de la Consumidora.

4.2 Analizar

Una etapa trascendente para el proyecto es el análisis de los datos, así como el saber interpretarlos. Se deben tomar en cuenta el punto de partido de la situación actual y el potencial. De tal modo que un buen análisis nos facilitara alcanzar los objetivos ya trazados, y llegar a un buen desarrollo del proyecto.

4.2.1 Definir indicadores y medirlos

Es importante contar indicadores bien definidos, ya que son estos indicadores los que servirán de apoyo para la selección de las alternativas generadas, los indicadores que son los mas viables para este proyecto son los siguientes:

- a. Cumplimiento de la demanda: uno de los indicadores que nos permitirá saber el grado de cumpliendo con uno de los objetivos del proyecto, cada planta de la Consumidora requerirá de determinada cantidad, la cual tiene que ser cubierta por la Productora.
- b. Porcentaje de capacidad: el cual no va a indicar si cada planta de La Productora tiene la capacidad necesaria para satisfacer completamente la demanda, y en caso contrario, tomar acciones pertinentes.
- c. Costo total⁶: indicador de mayor efecto, al escoger cualquiera de las alternativas que se vayan a evaluar a lo largo de este proyecto, este indicador, llevará la pauta, siendo trascendente para el cumplimiento del objetivo general del proyecto, escoger la alterativa que tenga este indicador mas bajo.

4.2.2 Recolección de datos

Se comenzó con conocer cuales datos y/o variables afectan directa e indirectamente con la logística de la Productora y se encontraron los siguientes:

- a. Generadores,
- b. Plantas de la Productora,
- c. Costos totales de la Productora y
- d. Plantas de la Consumidora.

4.2.2.1 Generadores

Los generadores son todas aquellas empresas que pagan a la Productora para que procesen sus residuos tóxicos, de tal forma que no perjudiquen el medio ambiente. Tomando en cuenta que el costo de transportar los desechos tóxicos

⁶ Costo Total = Costos fijos + Costos variables + Costos de envió

de las instalaciones de los generadores, hasta las plantas de la Productora son pagados por los generadores mismos.

Se tomó como un supuesto que los generadores siempre van a existir, ya que para este proyecto no se tiene contemplado en el alcance a los generadores, la Productora siempre debe tener generadores, y es labor del departamento de Ventas cumplir con este supuesto.

4.2.2.2 Plantas la Productora

Desde un inicio, como ya lo vimos, existen dos plantas, una estación de transferencia, y un almacén. Las dos plantas, la estación de transferencia y el almacén están distribuidas de la siguiente forma:

- Planta Torreón: con una disponibilidad en sus instalaciones para procesar residuos tóxicos sólidos y residuos tóxicos líquidos.
- Planta Huichapan: con una disponibilidad en sus instalaciones para procesar residuos tóxicos líquidos únicamente.
- Estación de transferencia Vallejo: con una disponibilidad en sus instalaciones para procesar residuos tóxicos sólidos únicamente.
- Almacén Escobedo: con una disponibilidad de almacenaje tanto de residuos tóxicos sólidos y residuos tóxicos líquidos.

Podemos observar la ubicación exacta de estos elementos en el Gráfico 1.

Ya que conocimos la ubicación exacta de las plantas y estación de transferencia nos vimos en la necesidad de conocer las capacidades máximas de producción (menos Escobedo, ya que es almacén) de estos cuatro elementos, tanto en sus procesos de elaboración de CAS (combustible alterno sólido) como en sus procesos de elaboración de CAL (combustible alterno líquido), el resultado es lo ilustrado en la Figura 3.

Instalación	Capacidad máxima de producción / mes	
	CAS Tons	CAL m ³
Planta Torreón	1,000	2,000
Planta Huichapan	Sin proceso	2,000
Estación Vallejo	200	Sin proceso
Almacén Escobedo	200	40

Figura 3 Instalaciones y sus capacidades

4.2.2.3 Costos totales de La Productora

Se comenzó con analizar todos los costos que incurren en la fabricación de CAS y en la fabricación de CAL, de aquí en adelante se comenzó a trabajar por separado el Combustible Alterno Sólido y el Combustible Alterno Líquido, ya que el proceso de fabricación de los dos elementos, tiene un costo distinto.

Comenzando con el análisis de los costos actuales de la compañía se llegó a la necesidad de identificar cuales costos eran identificados como fijos y cuantos costos eran identificados como variables, también se incurrió en el costo de envío, por lo tanto ya tenemos tres tipos de costos, el costo fijo, el costo variable y el costo de envío.

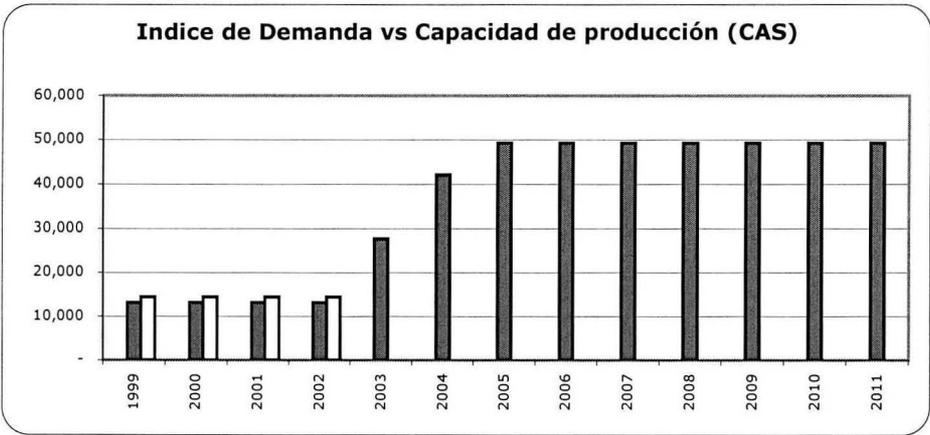
4.2.2.4 Identificar diferencias entre el estado actual y potencial del La Productora y Plantas de la Consumidora

Una vez que ya conocemos y analizamos, como trabajan las plantas de la Productora y los costos totales de todo la Productora, ahora pasamos a "empatar" toda esta información contra las plantas de la consumidora, esto es lo que veremos a continuación.

Primero que nada es necesario conocer la ubicación exacta de las plantas de la Consumidoras y la capacidad que tienen estas de recibir combustibles alternos (CAS y/o CAL), actualmente la Consumidora cuenta con un total de 15 plantas en todo México, de las cuales actualmente solo dos de ellas tienen preparación en sus hornos para quemar CAS y/o CAL, otras dos plantas de la Consumidoras

no tienen posibilidad de quemar ningún tipo de combustible alternos, lo que nos da un total de 11 plantas que se van a integrar a la red de distribución de la Productora en un tiempo determinado.

Debido a lo anterior nos vemos en la necesidad de buscar información sobre cada una de las plantas de la Consumidora: su capacidad máxima esperada en recepción de combustibles alternos, si estas plantas pueden recibir CAS, CAL o ambas, el año en el cual se espera la integración de cada planta al sistema de distribución de la Productora y la ubicación geográfica de estas; el resultado fue el mostrado en la Tabla 1, donde graficado a través de 5 años, nos dan dos Gráficos 1 y 2.



Gráfica 1. Comportamiento de la demanda y capacidades para CAS

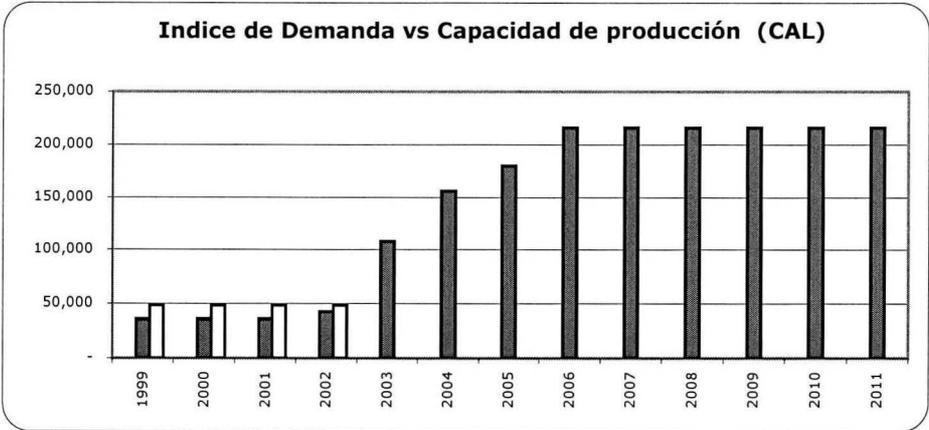


Grafico 2. Comportamiento de la demanda y capacidades para CAL

- Demanda de las plantas de la Consumidoras
- Capacidad de producción de la Productora

Actualmente, las plantas de la Productora tienen envíos de CAS y CAL entre si, como lo muestra la Figura 4.

Ahora, ya que conocemos la secuencia de integración de las plantas de la Consumidoras a la red de la Productora, es necesario analizar si la Productora actualmente tiene la capacidad adecuada para soportar estas variaciones.

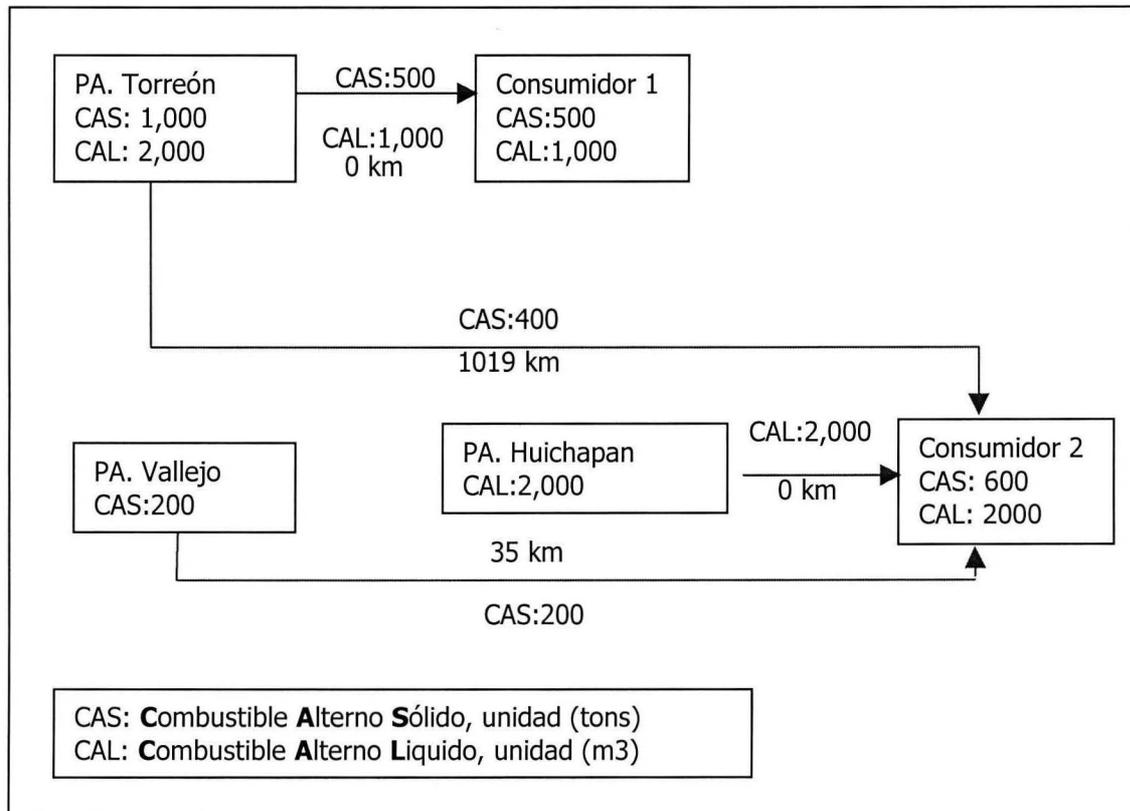


Figura 4. Situación actual de la compañía

Con base en el análisis que se realizó anteriormente a la red de la Productora, conocemos la capacidad de producción máxima instalada de la empresa y los costos que arroja trabajar a su máxima capacidad.

Una vez que ya sabemos las capacidades máximas de producción de la Productora y el comportamiento de las plantas de la Consumidoras en un futuro, ahora se procede a graficar todos estos datos en una proyección a 10 años a partir del año en curso y sumando los tres años de historia, lo que nos da una gráfica a través de tiempo, desde el año 1999 hasta el año 2011. Aquí

se graficará la capacidad máxima de producción de la Productora, el nivel de ventas por parte de los generadores, y la capacidad de recepción de las plantas de la Consumidoras. Ver Gráfico 1 y 2.

Como podemos observar en los Gráficos 1 y 2, la Productora todavía tiene la capacidad necesaria para satisfacer la demanda del año 2002, pero para el año 2003 la demanda sale completamente de su capacidad instalada actualmente y es en ese preciso momento cuando comienza a funcionar el presente proyecto, apoyando en tomar decisiones estratégicas para la compañía, así como recomendaciones precisas sobre las medidas que se deben de tomar cada año.

Como ya vimos anteriormente, los generadores quedan fuera de nuestro proyecto, por tal motivo, nuestra toma de decisiones en cuanto a la construcción de la red logística para la Productora va a tener su base en costos totales de trabajar una planta, costos totales de trabajar un centro de transferencia o costos totales de trabajar con un almacén, costos totales de abrir completamente una planta y costos totales de trabajar en las instalaciones de la planta de la Consumidora, esos se van a ir requiriendo conforme la demanda de las de la Consumidora.

Ahora, ya que conocemos la capacidad máxima de producción de la Productora en su totalidad y las demandas máximas de las plantas de la Consumidora, veamos ahora como se comporta el abastecimiento actual de la red logística de la Productora, Ver Figura 4. En este gráfico se puede observar el funcionamiento actual de la Productora, trabajando a su capacidad máxima podemos observar las distancias totales que se recorren, la cantidad de toneladas y metros cúbicos que se envían, y los destinos de cada planta, de la Productora a la Consumidora.

4.3 Rediseñar

En esta etapa se generaron diferentes escenarios con las situaciones potenciales, para poder ver la viabilidad de cada uno de ellos. La elaboración de

filtros para obtener un buen rediseño fue necesaria para poder llegar a los escenarios mas viables. También se concluye en esta etapa con los escenarios finales y la generación del plan de verificación.

4.3.1 Crear escenarios de las situaciones potenciales

Ya conociendo completamente al operar actual de la Productora, comenzamos a analizar cuales son las opciones más viables para lograr un envío del producto al menor costo y satisfaciendo completamente la demanda esperada.

4.3.1.1 Recolección de costos

Como un paso fundamental en nuestro proyecto, primero se optó por derivar todos los costos potenciales que puedan incurrir en nuestro proyecto, y de todas las plantas de la Consumidora que tienen que ser cubrirese su demanda, determinar que plantas de la Productora van a poder enviar CAS y CAL a que plantas de la Consumidora.

Se comenzó a investigar los tipos de costos que tiene la Productora, basándose en la siguiente formula:

$$\text{Costo Total} = \text{Costo Fijo} + \text{Costo Variable} + \text{Costo de Envío}^7$$

Desde un principio se enumeraron todos los elementos que se deben involucrar para realizar la construcción o ampliación de una planta de la Productora, y el resultado es lo ilustrado a continuación:

Abrir una planta	Ampliar una planta
Terreno	Nave
Edificio	Maquinaria (CAS y/o CAL)
Nave	Recursos Humanos
Maquinaria (CAS y/o CAL)	
Recursos Humanos	

⁷ CONTABILIDAD DE COSTOS Juan García Colín, Mc Graw Hill

Contratos de Luz, Agua y Gas

Pero si la opción es colocar una planta de la Productora dentro de una planta la Consumidora, se contemplan los siguientes conceptos:

Dentro de la Consumidora
Maquinaria (CAS y/o CAL)
Recursos Humanos

Por lo visto en las tablas anteriores, se puede concluir que el colocar un La Productora dentro de cada planta de la Consumidora se incurre en menos conceptos que el construir y ampliar una planta de la Productora en algún otro lugar, pero todavía no se esta completamente seguro que se incurran menos costos cuando se coloque una planta de la Productora dentro de La Consumidora que fuera de esta, así que es necesario realizar un cálculo detallado de cada uno de los conceptos.

4.3.1.2 Cálculo de costos por concepto para fabricar CAS

Para comenzar con el cálculo de los costos que se incurren en cada concepto se optó por comenzar con el concepto que este presente en las tres opciones que se tienen (Construir, Ampliar y Colocar dentro de la Consumidora), y este concepto es el de comprar la maquinaria y contratar recursos humanos que la operen.

4.3.1.3 Otros factores a incurrir para la fabricación de CAS

Otro factor en el que se debe incurrir para tomar la decisión de colocar una planta de la Productora dentro de la Consumidora o no, es el retorno de la inversión, que para la Productora es bien visto que el retorno no sea mayor a 3 años, por lo que también se necesita considerar que si la inversión va hacer de \$58,333.33 de pesos por mes, como mínimo, es necesario que el costo de envío

de cualquier planta de la Productora a una planta de la Consumidora no sea mayor a esta cantidad, convertido en kilómetros esto nos da lo siguiente:

Costo por kilómetro \$15

Capacidad de contenedor por viaje: 26 toneladas

Demanda máxima por planta de la consumidora: 600 toneladas / mes

(Demanda máxima por planta de la consumidora / capacidad de contenedor
por viaje)

$$(600 / 26) = 23.07 \simeq 24 \text{ viajes por mes}$$

$$(24) (15X) (12) (3) = 9,000,000$$

$$X = \frac{9,000,000}{(24) (17) (12) (3)} \quad \mathbf{X = 476.57 \text{ km}}$$

Por lo anterior tenemos que cada planta de la Productora, para lograr cumplir el retorno de inversión deseado por la compañía, debe no estar mas lejos que 476.57 Km; de lo contrario no es opción para surtir la demanda, todo esto dependerá del numero de toneladas o metros cúbicos según sea el caso ya que es mejor construir una planta de la Productora, en la planta de la consumidora.

4.3.1.4 Cálculo de costos por concepto para fabricar CAL

El cálculo de costos para fabricar CAL prácticamente es muy similar al cálculo de costos para fabricas CAS, ya que están presentes las tres opciones a tomar para el rediseño de la red logística, construir, aplicar y colocar una planta de la Productora dentro de las instalaciones de una planta de la Consumidora, con la única diferencia que para el proceso de fabricación de CAS se requieren diferentes máquinas que para el proceso de fabricación de CAL, por lo tanto, se incurren en diferentes costos.

4.3.1.5 Otros factores a incurrir para la fabricación de CAL

Otro factor en el que se debe incurrir para tomar la decisión de colocar una planta de la Productora dentro de la Consumidora o no, es el retorno de la inversión, que para La Productora es bien visto que el retorno no sea mayor a 3 años al igual que CAS, por lo que también se necesita considerar que si la inversión va a ser de \$77,500 de pesos por mes, como mínimo, es necesario que el costo de envío de cualquier plata de la Productora a una planta de la Consumidora no sea mayor a esta cantidad, convertido en kilómetros esto nos da lo siguiente

Costo por kilómetro \$16

Capacidad de contenedor por viaje: 36 metros cúbicos

Demanda máxima por planta de la consumidora: 2000 m³ / mes

(Demanda máxima por planta de la consumidora / capacidad de contenedor por viaje)

$$(2000 / 36) = 55.55 \simeq 56 \text{ viajes por mes}$$

$$(55)(36X)(12)(3) = 8,000,000$$

$$X = \frac{9,000,000}{(16)(36)(12)(3)} \quad \mathbf{X = 112.23 \text{ km}}$$

$$(16)(36)(12)(3)$$

Por lo anterior tenemos que cada planta de la Productora, para lograr cumplir el retorno de inversión deseado por la compañía, debe no estar mas lejos que 112.23 Km, de lo contrario no es opción para surtir la demanda.

Una vez que ya se establecieron las fronteras, se procedió a plasmarlas en un mapa de la República Mexicana lo que podemos ver en el Gráfico 3:



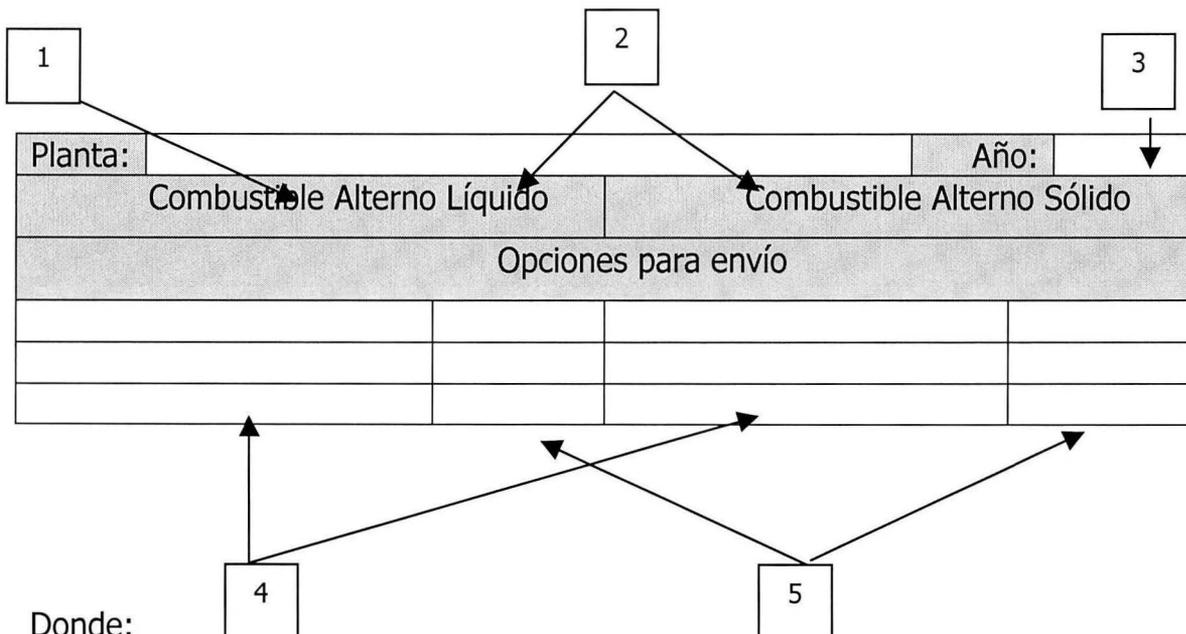
Gráfico 3. Fronteras para cada planta del cliente

Como vemos en el Gráfico 3, tenemos ahora, una delimitación del problema, anteriormente se tenía a todo México para rediseñar la red logística, lo que derivaba una cantidad enorme de escenarios, ya que se tenía que evaluar cada planta de la consumidora contra cada planta de la productora, y más aún, con todas las opciones de localización de nuevas plantas en todo México. Al analizar la situación en la cual se encontraba el proyecto se observó que sería demasiado complicado evaluar todas las alternativas, por lo que se tomaron los conceptos comunes entre las tres opciones de localizaciones de planta viables a nuestro proyecto, estas son: aumentar la capacidad de una planta existente, construir una planta y colocar la planta del productor en cada una de las plantas del consumidor, esto arrojó que se tenía un costo de operación, la adquisición de maquinaria, y la contratación de personal. Gracias a éste análisis y evaluando las opciones con los costos se establecieron las fronteras marcadas en el Gráfico 3, las cuales marcan, que dentro de esas fronteras es viable colocar una planta de el productor, ahora ya no tenemos a todo México como opción, sino a una cantidad mínima de kilómetros a la redonda de cada planta de el consumidor, esto se explicará detalladamente mas adelante.

4.3.2 Escenarios para cada situación

Una vez que ya se calcularon los kilómetros máximos que se deben recorrer de una planta de la Productora a una Planta de la Consumidora para cumplir la demanda, se ha logrado quitar todas aquellas plantas de la Consumidora a las cuales no es factible enviarles combustibles alternos, ya sea de CAS o CAL.

Con esto obtenemos todas aquellas plantas potencialmente viables de la Productora, que son capaces de enviar combustible alternativo, dependiendo de la ubicación de la planta de la Consumidora, estos escenarios los vemos en el ANEXO 1, para lograr entender mejor este, a continuación presentamos una explicación detallada de este:



1. Nombre de la Planta de la Consumidora a analizar;
2. Tipo de producto a analizar;
3. Año en el cual la Productora va a comenzar el envío de su producto a la planta de la Consumidora;
4. Opciones potencialmente viables, para enviarles de la planta de La Productora a la planta de la Consumidora correspondiente.
5. Distancia entre la planta de la Productora y la planta de la Consumidora.

4.3.3 Escenarios evaluados por su costo

Ya que conocemos que planta de la Productora es potencialmente viable para enviar combustible alternativo a cada planta de la Consumidora, tenemos la necesidad de colocar un filtro mas, evaluando el escenario en cuanto a su costo estimado total.

Se comenzó con investigar todos los costos relacionados con las plantas que actualmente están funcionando, estos costos fueron basándose en costos fijos y costos variables, el costo de envío ya lo habíamos definido anteriormente.

Ahora calcularemos los costos totales de cada planta de la Productora, a sus capacidades máximas, ya que dentro de este proyecto, estaremos trabajando solo con las capacidades máximas de la Productora y la Consumidora, pero esto no quiere decir que nuestro proyecto estará concluido solo en capacidades máximas.

Para comenzar a calcular los costos necesitamos saber que capacidades máximas de producción tiene cada una de ellas y posterior mente asignar un costo fijo y un costo variable para cada planta trabajando a su máxima capacidad; y esto lo vemos reflejado en la Tabla 2:

La Productora	Cap. Max.		Costos		
	CAS Tons.	CAL M3	Fijo	Variable	Total
Torreón	1,000		\$ 555,236.74	\$ 445,497.18	\$ 1,000,733.93
		2,000	\$ 217,992.35	\$ 354,530.25	\$ 572,522.60
Huichapan	0	2,000	\$ 141,839.85	\$ 168,331.42	\$ 310,171.28
Vellejo	200	0	\$ 153,761.71	\$ 36,342.52	\$ 190,104.23
Escobedo	200		\$ 143,204.35	\$ 0	\$ 143,204.35
		40	\$ 114,401.45	\$ 0	\$ 114,401.45

Tabla 2. Costos totales para cada instalación de la compañía.

El objetivo principal de sacar los costos, es para tomar decisiones en cuanto a minimizar el costo, como lo dice el objetivo general de este proyecto.

Ahora se procede a analizar toda la información que se tiene disponible, y se ve como se podrá trabajar con ella, para la realización de los escenarios de la red logística.

4.3.4 Desarrollar escenarios

Una vez que ya se tienen los escenarios potencialmente hábiles que se vieron en el punto 4.1.2 de este capítulo, es momento de identificar el escenario más viable, y que contenga el menor costo total para el envío del combustible alternativo de la Productora a la Consumidora.

Para comenzar, se trabajó únicamente con los escenarios potencialmente hábiles para cada planta de la consumidora, se plantearon los costos que se reflejaban en las únicas tres opciones posibles:

- a. Construir una nueva planta de la Productora,
- b. Ampliar una planta de la Productora, o
- c. Colocar un la Productora dentro de la planta de la Consumidora.

Incluyendo en cada una de estas los costos totales reflejados para cada opción y decidiendo por la que tenga el menor costo.

Para desarrollar el escenario más viable para cada planta de la Consumidora nos apoyamos en la ayuda del programa Microsoft Excel. Colocando en una hoja, una base de datos con los costos fijos, variables y de envío para cada situación.

En otras hojas del mismo programa, se colocaron cada una de las plantas de la Consumidoras con las plantas de la Productora potencialmente hábiles, después se ligaron los dos conceptos, la base de datos con los escenarios de cada planta de la Consumidora.

Se colocó la demanda de cada producto (CAS y CAL) en cada una de las hojas, y con referencia a los costos dados de alta en la base de datos, se corrió el programa y se observó cual de las opciones potencialmente hábiles era la que tenía menor costo, después se llevaron estos resultados a otra hoja del mismo programa, esto con motivo de resumir cual de las tres opciones es la que tiene un menor costo total, para observar cada una de las alternativas a evaluar podemos dirigirnos al Anexo 2, del cual arrojó las tablas 3 y 4.

		COMBUSTIBLE ALTERNO LÍQUIDO												
		PRODUCTOR												
		Torreón	Huichapan	Escobedo	Monterrey	Atotonilco	Tamuín	Tepeaca	Guadalajara	Barrientos	Hermosillo	Zapotitic	Merida	Ensenada
Torreón		1000												
Huichapan			2000											
Hidalgo				500										
Monterrey		1000			1000									
Atotonilco						2000								
Tamuín							2000							
Tepeaca								2000						
Guadalajara									2000					
Barrientos										2000				
Hermosillo											2000			
Zapotitic												1000		
Merida													1000	
Ensenada														1000

Tabla 3. Distribución de CAL para cada planta en m3.

		COMBUSTIBLE ALTERNO SOLIDO							
		PRODUCTOR							
		Torreón	Huichapan	Monterrey	Tamuín	Guadalajara	Tepeaca	Barrientos	Hermosillo
CONSUMIDOR	Torreón	500							
	Huichapan		600						
	Monterrey			600					
	Tamuín				600				
	Guadalajara					600			
	Tepeaca						600		
	Barrientos							600	
	Hermosillo								600

Tabla 4. Distribución de CAS para cada planta en tons.

Donde el lado izquierdo se tienen todas las plantas de la Consumidoras a las cuales se les va a enviar CAS y / o CAL, y el lado superior se tienen todas las opciones que tienen el menor costo total, y en las columnas y renglones centrales aparece la cantidad máxima de demanda mensual para cada una de las opciones.

Como conclusión observamos que tiene un menor costo colocar una planta de la Productora dentro de una planta de la Consumidora, y comprar una maquina

4.3.5 Desarrollo de plan de verificación:

Al tener establecido todas las bases de la etapa de verificación, es decir, los resultados de todos los escenarios con sus respectivas propuestas, se procederá a verificar el resultado de cada conclusión esto para tener la certeza de su confiabilidad para la toma de decisiones.

Se verifican las tablas realizadas en el programa Excel, esta verificación debe constar:

- a. Los resultados que arroje el programa deben ser congruentes con la realidad.
- b. Se deben probar con todos los casos que potencialmente pueden ocurrir.
- c. Verificar que todos los textos de sugerencias aparezcan cuando sea necesario.
- d. Validar todos los resultados con el cliente.
- e. Hacer pruebas beta con el cliente.

Para validar el buen funcionamiento y la confiabilidad del programa, se analiza la decisión que el programa arroje con datos actuales, de tal forma que al momento de correr el programa con los datos actuales, el resultado debe ser el mismo que la realidad en esos momentos.

Se verifica también la posibilidad de cambiar todos los costos de todas las plantas, y el programa debe seguir funcionando establemente.

En caso de existir diferencias, se generara un reporte de diferencias de costos de cualquier tipo, y se dará seguimiento a la diferencia llegando a una conclusión de esta y a la actualización de la base de datos.

Una vez ya validados todos los costos de acuerdo con la propuesta y la situación actual, así como cumplidos todos los puntos anteriores se dará como confiable el programa realizado y será descargado en algún servidor de la Productora.

4.4 Verificar

En esta etapa se revisaron todos resultados obtenidos con la Productora. Como se menciona antes se tomo como punto de referencia la situación actual con la cual fue evaluada la forma de tomar las decisiones de las diferentes alternativas, dando resultados congruentes validando así el programa para la selección de alternativa.

4.4.1 Verificación de escenarios desarrollados

De acorde al plan de verificación se verificaron todas las tablas generada por Excel. Los resultados arrojados por el programa fueron congruentes con la realidad, estos datos fueron verificados por la Productora, se realizaron pruebas beta junto con el cliente para la verificación del funcionamiento del programa y que este cumpliera con todos los puntos por el que fue hecho.

El programa funciona de manera muy estable, no existieron errores de rutina provocados por excel, la selección de vínculos de tablas generadas de costos fueron correctas.

Con respecto a los costos, no existieron diferencias en los reportes de costos actuales y en costos proyectados. Estos últimos algunos fueron generados por la Productora para fines de validación del programa y también no se tuvieron diferencias.

4.4.2 Desarrollo del reporte del proyecto

El reporte fue hecho de manera que fuera practica, se trato de enfocarse en los costos y en su generación ya que estos son muy importantes para el correcto desempeño del programa, mismo al que se le dio mas relevancia ya que era de alto interés para cliente. Se le explica también a la Productora como fueron generadas las tablas de costos y como es que el programa hace la selección, dependiendo de los factores como: distancia, costos fijos, costos variables y capacidad.

Ya validados todos estos datos que genera el programa así como los costos que se manejan se dio como confiable la selección de las alternativas, llegando de común acuerdo de la validación con la Productora

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Después de meses de trabajo, partiendo de la problemática de la Productora, el no poder cumplir con la demanda de las plantas de la Consumidora en los próximos años, se logro definir la estructura de la red logística, acorde a diferentes puntos, para cumplir con el objetivo trazado en la etapa de definición del problema.

Al observar la situación actual nos pudimos dar cuenta de manera tajante, de que la Productora para el año 2003 se quedaría sin capacidad para cumplir la cantidad de combustible alterno demandada por la Consumidora, así que de este modo la problemática se prestaba de manera clara.

La Etapa de Análisis resultó ser por más trascendente, previa al rediseño de la red logística, debido a que toda la información y conocimiento que se recopila en esta etapa fueron bases para poder manejar las diferentes alternativas generadas, para que se pudiese cumplir con la demanda de la Consumidora. Fue muy importante que antes de empezar con la generación de alternativas, se tuviera bien claro el alcance, las condiciones y restricciones que pudieran influir de cualquier manera. De este modo algunos supuestos como el contar con los generadores siempre, dieron una pauta diferente al proyecto, debido a que se le dio como responsabilidad al departamento de ventas y que quedara fuera del alcance de nuestro proyecto.

Una vez que ya se tuvo conceptualizado lo que se iba a realizar, fue muy importante tener la capacidad de pododer realizar un discernimiento entre lo que es factible como decisión y lo que no lo son, y pudieran caer en decisiones que no fuesen practicas. Las opciones que se plantean muchas veces no pueden ser factibles para la Productora, por eso fue muy importante la búsqueda de soluciones reales o factibles para la empresa.

El fijar indicadores como cumplimiento de la demanda, costo total y porcentajes de capacidad nos ayudaran a no salirnos de los objetivos del proyecto, es decir a mantener un costo bajo pero siempre cumpliendo con la demanda de la Consumidora. Cabe mencionar que las decisiones tomadas que a su vez fueron generadas por el programa elaborado en este proyecto recaen de manera directa en los costos y en la demanda, los cuales pudiesen variar en algunas ocasiones. Para este punto se elaboró el programa con la capacidad de ser flexible, es decir cualquier cambio en los costos o en la demanda será posible cambiar de manera fácil regenerando posiblemente nuevas alternativas, esto debido a que se concluyo que en futuro esto podría pasar.

A la hora del rediseño fue importante filtrar la información para reducir los escenarios potenciales o posibles a formar parte del rediseño, ya que se noto que no tendría importancia evaluar escenarios en los cuales los costos no pudieran superar el filtro. Este filtro se hizo acorde que, ha determinada distancia, dependiendo del tipo de combustible, pudiera salir más redituable el hacer una inversión y recuperarla en un plazo no mayor de 3 años, en otras palabras si el costo de transporte pasaba la cantidad de inversión recuperable en tres años no pasaba el filtro y por consecuente se pudo concentrar en los escenarios con verdadero potencial.

Después de evaluar todos los posibles escenarios y las alternativas que cada uno de estos involucraba, tomando en cuenta que se cumpliera con el objetivo, y verificando en todas las alternativas que involucran costo, capacidad de producción y cumplimiento de la demanda, se llegó a la conclusión de que la mejor opción tanto para combustible alterno sólido como para liquido, era mejor invertir dentro de cada planta de la Consumidora, para crear una nueva Productora que cumpliera con la demanda de esta planta cementera donde fuere hecho.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

Libros

Charles T. Horngren; La Contabilidad de Empresas; Editorial Hispano Americana.;1979.

Cárdenas, Raúl; Contabilidad de Costos; Editorial ANFECA; 1999.

García, Juan; Contabilidad de Costos; 1998

DeGramo, Paul; Ingeniería Económica; Prentice Hall; 1998.

Chase, R.B. and Aquilano, N.J.; Production and Operations Management; MacMillan Publishing Co.; 1998.

Hoekstra, S. and Romme, J.; Integral Logistic Structures; McGraw Hill Co.;1992.

Bowersox, D.J., Closs, D.J., Helferich, O.K.; Operaciones Logísticas .; MacMillan Publishing Co.; 1986.

Rondald H. Ballow; Logistics Management; McGraw Hill Co.; 1992.

Paginas de Internet

www.sme.com

www.logistic-data.com

ANEXOS

Escenarios potenciales por planta del consumidor

Planta:	Hidalgo, Nuevo León		Año:	2002
Combustible Alternativo Líquido		Combustible Alternativo Sólido		
Opciones para envío				
Escobedo, Nuevo León	30 km	No hay demanda de CAS		

Nota: planta Hidalgo, solo tiene permitido quemar aceites, y el almacén de Escobedo de Pro Ambiente, es el único que almacena aceites, por lo cual es la única opción para el envío.

Planta:	Monterrey, Nuevo León		Año:	2003
Combustible Alternativo Líquido		Combustible Alternativo Sólido		
Opciones para envío				
Torreón, Coahuila	361 km	Torreón, Coahuila	361 km	
Huichapan, Edo de México	1016 km	Escobedo, Nuevo León	30 km	
Monterrey, Nuevo León	0 km	Monterrey, Nuevo León	0 km	

Planta:	Tamuín, San Luis Potosí		Año:	2003
Combustible Alternativo Líquido		Combustible Alternativo Sólido		
Opciones para envío				
Torreón, Coahuila	948 km	Huichapan, Edo de México	300 km	
Huichapan, Edo de México	300 km	Vallejo, Edo de México	450 km	
Tamuí, San Luis Potosí	0 km	Guadalajara, Jalisco	371 km	
		Tamuí, San Luis Potosí	0 km	

Planta:	Tepeaca, Puebla		Año:	2004
Combustible Alternativo Líquido		Combustible Alternativo Sólido		
Opciones para envío				
Huichapan, Edo de México	463 km	Huichapan, Edo de México	463 km	
Tamuí, San Luis Potosí	351 km	Vallejo, Edo de México	210 km	
Tepeaca, Puebla	0 km	Tepeaca, Puebla	0 km	

Planta:	Guadalajara, Jalisco		Año:	2004
Combustible Alternativo Líquido		Combustible Alternativo Sólido		
Opciones para envío				
Guadalajara, Jalisco	0 km	Guadalajara, Jalisco	0 km	

ANEXO 1

Planta:	Barrientos, Distrito Federal		Año:	2005
Combustible Alternativo Líquido		Combustible Alternativo Sólido		
Opciones para envío				
Tepeaca, Puebla	67 km	Huichapan, Edo de México	250 km	
Barrientos, DF	0 km	Vallejo, Edo de México	20 km	
		Barrientos, DF	0 km	

Planta:	Hermosillo, Sonora		Año:	2005
Combustible Alternativo Líquido		Combustible Alternativo Sólido		
Opciones para envío				
Hermosillo, Sonora	0 km	Hermosillo, Sonora	0 km	

Planta:	Ensenada, BC		Año:	2006
Combustible Alternativo Líquido		Combustible Alternativo Sólido		
Opciones para envío				
Hermosillo, Sonora	900 km	No hay demanda de CAS		
Ensenada, BC	0 km			

Planta:	Mérida, Yucatán		Año:	2006
Combustible Alternativo Líquido		Combustible Alternativo Sólido		
Opciones para envío				
Mérida, Yucatán	0 km	No hay demanda de CAS		

Para combustible alterno sólido, por año: **CAS**

Planta		Torreón, Coahuila				AÑO	Actual
Demanda:	500						
	Capacidad	KM	\$ Producción	\$ de envío	\$ envío @ 3 años	Total / mes	
Escobedo	500	331	175,401.21	112,540.00	4,051,440.00	287,941.21	
Monterrey	500	361	175,401.21	122,740.00	4,418,640.00	298,141.21	
Torreón	500	0	666,471.30	-	-	666,471.30	
Opción con menos costo							
Torreón	600	0	688,718.20	-	-	688,718.20	

Planta		Huichapan, Edo de Mex				AÑO	Actual
Demanda:	600						
	Capacidad	KM	\$ Producción	\$ de envío	\$ envío @ 3 años	Total / mes	
Vallejo	600	331	187,243.16	135,048.00	4,861,728.00	322,291.16	
Huichapan	600	0	197,648.12	-	-	197,648.12	
Opción con menos costo							
Huichapan	600	0	197,648.12	-	-	197,648.12	
Comentarios:							

Planta		Monterrey, Nuevo León				AÑO	2003
Demanda:	600						
	Capacidad	KM	\$ Producción	\$ de envío	\$ envío @ 3 años	Total / mes	
Torreón	0	361	555,236.75	-	-		
Escobedo	400	30	153,154.30	8,160.00	293,760.00	161,314.30	
Monterrey	400	0	147,320.97	-	-	147,320.97	
Opción con menos costo							
Monterrey	600	0	191,814.78	-	-	191,814.78	
Comentarios:							

Planta		Tepeaca, Puebla				AÑO 2004	
Demanda:	600						
	Capacida	KM	\$ Producción	\$ de envío	\$ envío @ 3 años	Total / mes	
Huichapan	0	463	58,333.33	-	-		
Vallejo	600	210	187,243.16	85,680.00	3,084,480.00	272,923.16	
Tepeaca	600	0	191,814.78	-	-	191,814.78	
Ahorro / mes		81,108.38					
A 3 años:		2,919,901.68					
Opción con menos costo							
Tepeaca	500	0	175,401.21	-	-	175,401.21	
Comentarios:							

Planta		Guadalajara, Jalisco				AÑO 2004	
Demanda:	600						
	Capacida	KM	\$ Producción	\$ de envío	\$ envío @ 3 años	Total / mes	
Guadalajara	0	0	64,166.66	-	-	64,166.66	
Opción con menos costo							
Guadalajara	0	0	64,166.66	-	-	64,166.66	

Planta Cemex Hermosillo, Sonora		AÑO 2005				
Demanda:	600					
	Capacida	KM	\$ Producción	\$ de envío	\$ envío @ 3 años	Total / mes
Hermosillo	600	0	191,814.78	-	-	
Opción con menos costo						
Hermosillo	600	0	191,814.78	-	-	191,814.78
Comentarios: Todas la plantas de Pro Ambiente están mas retiradas de 476 km.						

Demanda:		Planta		Tamuín, San Luis Potosí		AÑO		2003	
		Capacida	KM	\$ Producción	\$ de envío	\$ envío @ 3 años	Total / mes		
Huichapan		0	300	58,333.33	-	-			
Vallejo		0	450	53,761.71	-	-			
Guadalajara		400	371	153,154.30	100,912.00	3,632,832.00	254,066.30		
Tamuín		400	0	147,320.97	-	-	147,320.97		
Ahorro / mes				62,251.52					
A 3 años:				2,241,054.54					
Opción con menos costo									
Tamuín		600	0	191,814.78	-	-	191,814.78		
Comentarios:									

Para combustible alterno liquido, por año: **CAL**

Demanda:		Planta		Torreon		AÑO		Actual	
		Capacidad	KM	\$ Producción	\$ de envío	\$ envío @ 3 años	Total / mes		
Torreón		1000	0	523,848.58	-	-	523,848.58		
Opción con menos costo									
Torreón		2000	164	478,689.01	183,680.00	6,612,480.00	662,369.01		

Demanda:		Planta		Huichapan		AÑO		Actual	
		Capacidad	KM	\$ Producción	\$ de envío	\$ envío @ 3 años	Total / mes		
Huichapan		2000	0	478,689.01	-	-	478,689.01		
Opción con menos costo									
Huichapan		2000	0	478,689.01	-	-	478,689.01		
Comentarios:									

Demanda:		2000		Planta Tepeaca, Puebla			AÑO 2004	
	Capacidad	KM	\$ Producción	\$ de envío	\$ envío @ 3 años	Total / mes		
Tamuin	2000	351	672,522.61	393,120.00	14,152,320.00	1,065,642.61		
Huichapan	2000	463	478,689.01	518,560.00	18,668,160.00	997,249.01		
Tepeaca	2000	0	478,689.01	-	-	478,689.01		
Opción con menos costo								
Tepeaca	2000	0	478,689.01	-	-	478,689.01		
Comentarios:								

Demanda:		2000		Planta Guadalajara, Jalisco			AÑO 2004	
	Capacidad	KM	\$ Producción	\$ de envío	\$ envío @ 3 años	Total / mes		
Torreón	2000	783	672,522.61	876,960.00	31,570,560.00	1,549,482.61		
Huichapan	2000	804	478,689.01	900,480.00	32,417,280.00	1,379,169.01		
Guadalajara	2000	0	478,689.01	-	-	478,689.01		
Opción con menos costo								
Guadalajara	2000	0	478,689.01	-	-	478,689.01		
Comentarios:								

Demanda:		2000		Planta Hermosillo, Sonora.			AÑO 2005	
	Capacidad	KM	\$ Producción	\$ de envío	\$ envío @ 3 años	Total / mes		
Torreón	2000	1132	672,522.61	1,267,840.00	45,642,240.00	1,940,362.61		
Huichapan	2000	2210	478,689.01	2,475,200.00	89,107,200.00	2,953,889.01		
Hermosillo	2000	0	478,689.01	-	-	478,689.01		
Opción con menos costo								
Hermosillo	2000	0	478,689.01	-	-	478,689.01		
Comentarios:								

Demanda:		Planta Atotonilco, Hidalgo				AÑO 2003	
	Capacidad	KM	\$ Producción	\$ de envío	\$ envío @ 3 años	Total / mes	
Torreón	2000	1169	672,522.61	1,309,280.00	47,134,080.00	1,981,802.61	
Huichapan	2000	164	478,689.01	183,680.00	6,612,480.00	662,369.01	
Atotonilco	2000	0	478,689.01	-	-	478,689.01	
Opción con menos costo							
Huichapan	2000	164	478,689.01	183,680.00	6,612,480.00	662,369.01	
Comentarios:							

Demanda:		Planta Barrientos, D.F.				AÑO 2005	
	Capacidad	KM	\$ Producción	\$ de envío	\$ envío @ 3 años	Total / mes	
Atotonilco	2000	156	672,522.61	174,720.00	6,289,920.00	847,242.61	
Tepeaca	2000	150	478,689.01	168,000.00	6,048,000.00	646,689.01	
Barrientos	2000	0	478,689.01	-	-	478,689.01	
Opción con menos costo							
Tepeaca	2000	0	478,689.01	-	-	478,689.01	
Comentarios:							

Demanda:		Planta Ensenada, BC				AÑO 2006	
	Capacidad	KM	\$ Producción	\$ de envío	\$ envío @ 3 años	Total / mes	
Punto 1/2	2000	450	672,522.61	504,000.00	18,144,000.00	1,176,522.61	
Hermosillo	2000	900	478,689.01	1,008,000.00	36,288,000.00	1,486,689.01	
Ensenada	2000	0	478,689.01	-	-	478,689.01	
Opción con menos costo							
Ensenada	2000	0	478,689.01	-	-	478,689.01	
Comentarios:							

Demanda:		2000		Planta Zapotitic, Jalisco		AÑO 2006	
	Capacidad	KM	\$ Producción	\$ de envío	\$ envío @ 3 años	Total / mes	
Torreón	2000	823	672,522.61	921,760.00	33,183,360.00	1,594,282.61	
Guadalajara	1000	50	293,922.33	28,000.00	1,008,000.00	321,922.33	
Zapotitic	1000	0	293,922.33	-	-	293,922.33	
Opción con menos costo							
Guadalajara	2000	0	478,689.01	-	-	478,689.01	
Comentarios:							