



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**ANÁLISIS MICROECONÓMICO PARA LA PRODUCCIÓN Y VENTA DE
TABLEROS DE AGLOMERADO DE PLÁSTICO, COMO
SUSTITUTO DIRECTO DE PANELES DE MADERA MDF**

Jesus Alberto López Alvarado

Asesorado por el Ing. Oswin Antonio Melgar Hernández

Guatemala, noviembre de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS MICROECONÓMICO PARA LA PRODUCCIÓN Y VENTA DE
TABLEROS DE AGLOMERADO DE PLÁSTICO, COMO
SUSTITUTO DIRECTO DE PANELES DE MADERA MDF**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JESUS ALBERTO LÓPEZ ALVARADO

ASESORADO POR EL ING. OSWIN ANTONIO MELGAR HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

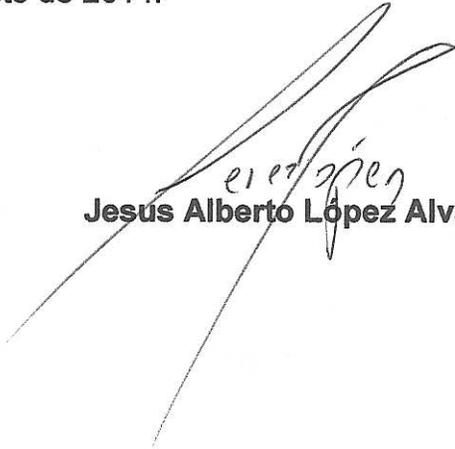
DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing. Juan José Peralta Dardón
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor García Tobar
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ANÁLISIS MICROECONÓMICO PARA LA PRODUCCIÓN Y VENTA DE TABLEROS DE AGLOMERADO DE PLÁSTICO, COMO SUSTITUTO DIRECTO DE PANELES DE MADERA MDF

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 29 de agosto de 2014.


Jesús Alberto López Alvarado

Guatemala, 24 de julio de 2015

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable señor director:

Me dirijo a usted para informarle que a la presente fecha he revisado y aprobado el trabajo de graduación, titulado:

**“ANÁLISIS MICROECONÓMICO PARA LA PRODUCCIÓN Y VENTA DE
TABLEROS DE AGLOMERADO DE PLÁSTICO, COMO SUSTITUTO DIRECTO
DE PANELES DE MADERA MDF”**

De la estudiante universitaria **JESUS ALBERTO LÓPEZ ALVARADO**, con número de carnet estudiantil **2011-14518**, de quien estoy fungiendo como asesor.

Sin otro particular me suscribo atentamente,



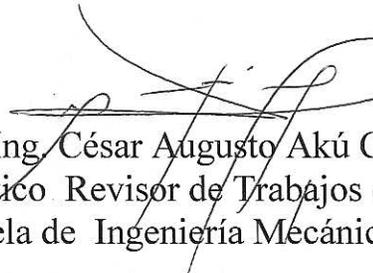
Oswin Antonio Melgar H.
INGENIERO INDUSTRIAL
C.O.I. 9443

Ing. Oswin Antonio Melgar Hernández
COLEGIADO 9443
COORDINADOR DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
Jefe de Sección de Gestión de la Calidad
CII/USAC



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ANÁLISIS MICROECONÓMICO PARA LA PRODUCCIÓN Y VENTA DE TABLEROS DE AGLOMERADO DE PLÁSTICOS, COMO SUSTITUTO DIRECTO DE PANELES DE MADERA MDF**, presentado por el estudiante universitario **Jesus Alberto López Alvarado**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


César Akú Castillo MSc.
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 4,073
Ing. César Augusto Akú Castillo
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2015.

/mgp



REF.DIR.EMI.217.015

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ANÁLISIS MICROECONÓMICO PARA LA PRODUCCIÓN Y VENTA DE TABLEROS DE AGLOMERADO DE PLÁSTICO, COMO SUSTITUTO DIRECTO DE PANELES DE MADERA MDF**, presentado por el estudiante universitario **Jesus Alberto López Alvarado**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



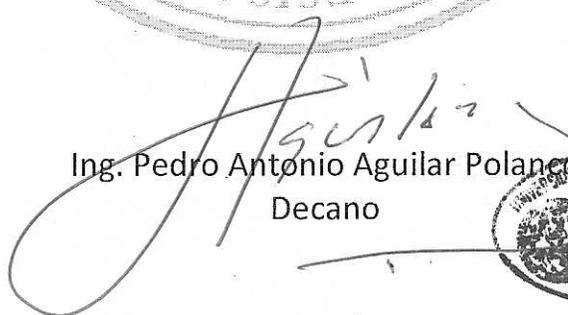
Guatemala, noviembre de 2015.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **ANÁLISIS MICROECONÓMICO PARA LA PRODUCCIÓN Y VENTA DE TABLEROS DE AGLOMERADO DE PLÁSTICO, COMO SUSTITUTO DIRECTO DE PANELES DE MADERA MDF**, presentado por el estudiante universitario: **Jesús Alberto López Alvarado**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, noviembre de 2015

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser la luz que guía mi camino en todas las etapas de mi vida.
- Mis padres** Gilberto López y Pricila Alvarado de López, por llenarme de tanto amor y ser esos héroes que con trabajo honrado y dedicación supieron sacarme adelante, los amo.
- Mis hermanas** Geiby y Pricila López Alvarado, por ser un ejemplo y una influencia de éxito en mi vida, las admiro.
- Mis abuelos** Porque desde el cielo, ellos comparten la alegría de este éxito.
- Mis tíos** Por apoyarme en todas las etapas de mi vida y demostrarme que una familia unida supera cualquier adversidad, pero en especial a Carolina Alvarado y Rosario López.
- Mis primos** Por compartir tantas alegrías y tristezas, su amor y apoyo ha sido incondicional en mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser el alma máter que permitió que me desarrollará tanto personal como profesionalmente.

Facultad de Ingeniería

Por acogerme en sus aulas y formarme académicamente en un ambiente óptimo.

**Mis amigas de la
facultad**

Azeneth Estrada, Marcella Chávez y Ligia Barrios, por brindarme su amistad incondicional y compartir tantos momentos para alcanzar esta meta.

**Mis amigos de la
facultad**

José Pérez, Luis Chamorro, Santiago Méndez, Oscar Navarajo, Andrés Juárez, Javier Cruz, William Calderón, Miguel Corado, Elder Aguirre, Daniel Guzmán, German Díaz, Henry Samayoa, Rolando Lux e Iván Castillo, por su amistad incondicional.

**Departamento de
Física**

Por proveerme de trabajo y formarme laboralmente.

Ing. Oswin Melgar

Por permitirme trabajar en un proyecto tan importante en su vida y proveerme de las herramientas necesarias para desarrollar este trabajo.

Licda. Guisela Ralda

Por su pasión y vocación para explicar microeconomía y su apoyo incondicional para el desarrollo de este trabajo.

Ing. César Akú

Por ser un catedrático de gran influencia en mi desarrollo académico, su pasión y su vocación.

Mis amigos del colegio

Luis Gómez, Diego Pineda, Gerson García, José Pérez, Miguel Velásquez y Carlos Castro, porque a lo largo de estos años de amistad siempre creyeron en mí y me apoyaron en todas las decisiones de mi vida, más que amigos son hermanos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Antecedentes generales del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII).....	1
1.2. Descripción general.....	2
1.2.1. Misión del CII	3
1.2.2. Visión del CII.....	3
1.2.3. Políticas dentro del CII.....	4
1.2.4. Objetivos del CII	6
1.2.5. Funciones del CII.....	6
1.2.6. Recurso humano dentro del CII	7
1.3. Delimitación de las secciones del CII	8
1.3.1. Concretos, Aglomerantes y Morteros	9
1.3.2. Química y Microbiología Sanitaria	9
1.3.3. Metrología Industrial	10
1.3.4. Química Industrial.....	10
1.3.5. Metales y Productos Manufacturados.....	11
1.3.6. Mecánica de Suelos	11
1.3.7. Ecomateriales	11

1.3.8.	Cicon (Centro de Información a la Construcción)....	12
1.3.9.	Tecnología de los Materiales.....	12
1.3.10.	Tecnología de la Madera.....	13
1.3.11.	Gestión de la Calidad	13
1.4.	Estructura del CII	14
1.4.1.	Organigrama	15
1.4.2.	Descripción de puestos y funciones	16
1.5.	Ubicación del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII)....	17
1.5.1.	Edificios del CII.....	17
2.	SITUACIÓN ACTUAL	21
2.1.	Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII).....	21
2.2.	Proyectos existentes dentro del Centro de Investigaciones de Ingeniería	25
2.3.	Descripción del proyecto de aglomerados de plástico	27
2.3.1.	Producto.....	31
2.3.1.1.	Especificaciones.....	32
2.3.1.2.	Funciones.....	33
2.3.2.	Descripción del proceso	33
2.3.3.	Maquinaria.....	37
2.3.3.1.	Balanza analítica	37
2.3.3.2.	Prensa hidráulica.....	38
2.3.3.3.	Horno industrial	39
2.3.3.4.	Crusher.....	40
2.3.4.	Diagramas	41
2.3.4.1.	Diagrama de flujo de operaciones.....	42
2.3.4.2.	Diagrama de recorrido.....	47
2.3.4.3.	Diagrama hombre-máquina.....	49
2.3.4.4.	Diagrama bimanual	51

3.	PROPUESTA DE ESTUDIO MICROECONÓMICO	53
3.1.	Economía	53
3.2.	Economía descriptiva	54
3.3.	Teoría económica	55
3.3.1.	Macroeconomía	55
3.3.2.	Microeconomía	57
3.3.2.1.	Principio equilibrio parcial	59
3.3.2.2.	Estática comparada	59
3.3.2.3.	Economía positiva y economía normativa	60
3.3.2.4.	Ley de marginalidad	60
3.3.2.5.	Estimación de mercado	61
3.3.2.6.	Demanda	71
3.3.2.6.1.	Curva de la demanda ...	76
3.3.2.6.2.	Ecuación de la demanda	78
3.3.2.7.	Oferta	79
3.3.2.7.1.	Costos	80
3.3.2.7.2.	Función de costos	85
3.3.2.7.3.	Curva de costos	85
4.	APLICACIÓN DE LA PROPUESTA	91
4.1.	Equilibrio de la empresa en el mercado de aglomerados de plástico	91
4.1.1.	Método matemático	95
4.1.2.	Método estadístico	96
4.1.3.	Método gráfico	101
4.1.4.	Precio óptimo	103
4.1.5.	Cantidad óptima	103

4.2.	Elasticidades de la demanda	104
4.2.1.	Elasticidad precio de la demanda.....	106
4.3.	Elasticidades de la oferta	109
4.3.1.	Elasticidad precio de insumos	110
4.4.	Sensibilidad de la regulación del Gobierno	110
4.4.1.	Elasticidad de impuestos.....	111
4.4.2.	Elasticidad de subsidios	113
4.5.	Estructura de mercado	114
4.5.1.	Monopolio.....	115
4.5.2.	Oligopolio	117
4.5.3.	Competencia monopolista	120
4.5.4.	Competencia perfecta	121
4.5.5.	Duopolio	123
4.6.	Estrategia del mercado de contienda	124
4.7.	Discriminación de precios	126
5.	SEGUIMIENTO.....	135
5.1.	Resultados alcanzados	135
5.1.1.	Interpretación de datos.....	135
5.1.2.	Aplicación de estrategias.....	137
5.2.	Ventajas y beneficios del análisis microeconómico.....	141
5.3.	Acciones correctivas	143
	CONCLUSIONES.....	147
	RECOMENDACIONES	149
	BIBLIOGRAFÍA.....	151

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama del Centro de Investigaciones de Ingeniería, Usac	15
2.	Distribución general Facultad de Ingeniería	18
3.	Planta amueblada del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) ..	19
4.	Tetrabrik triturado para uso como materia prima	31
5.	Prototipo del producto de aglomerado de plástico	31
6.	Primer prototipo del uso del producto como materia prima de construcción	32
7.	Preparación del molde para la elaboración del producto	34
8.	Llenado del molde en el proceso de elaboración del producto	35
9.	Balanza analítica utilizada en el proyecto de aglomerados de plástico	38
10.	Prensa hidráulica utilizada en el proyecto de aglomerados de plástico	39
11.	Horno industrial utilizado en el proceso de elaboración de los aglomerados de plástico	40
12.	Molino utilizado en el proceso de elaboración de los aglomerados de plástico	40
13.	Simbología del diagrama de flujo de operaciones.....	43
14.	Diagrama de flujo del proceso de elaboración del producto.....	44
15.	Diagrama de recorrido de la elaboración del producto.....	48
16.	Diagrama hombre máquina del proceso de elaboración del producto	50
17.	Diagrama bimanual del proceso de preparación del molde	52

18.	Comportamiento del mercado interno de un país exportador	62
19.	Comportamiento del mercado interno de un país importador	63
20.	Componentes del mercado interno con importaciones	64
21.	Comportamiento gráfico de los datos históricos de la producción nacional en Guatemala de tableros de fibra de madera	69
22.	Comportamiento gráfico de los datos históricos del consumo nacional en Guatemala de tableros de fibra de madera	71
23.	Interacción de precios mundiales en la curva de consumo y producción nacional del mercado guatemalteco de paneles de madera MDF	74
24.	Ejemplo de las tablas de la demanda individual y del mercado de un bien o servicio	75
25.	Representación gráfica de la curva de la demanda individual y de mercado de un producto	77
26.	Curva de la demanda individual de los tableros de aglomerado de plástico	77
27.	La curva de oferta en el mercado de un bien o servicio.....	79
28.	Curva teórica de costo total, costo fijo y costo variable en función del nivel de producción	84
29.	Curva de costo total del proyecto de aglomerados de plástico	87
30.	Comportamiento teórico del costo medio y sus componentes	88
31.	Comportamiento teórico del modelo de maximización de ganancias de una empresa	95
32.	Tabla general para el cálculo de interpolación simple	97
33.	Tabla general para el cálculo de interpolación doble	98
34.	Condición de equilibrio para el proyecto de aglomerados de plástico por el método gráfico.	102
35.	Comportamiento gráfico de los tipos de elasticidad precio de la demanda	107

36.	Comportamiento de la curva de la demanda ante distintos coeficientes de elasticidad	108
37.	Clasificación de los mercados según el número de demandantes y oferentes	115
38.	Maximización de beneficios de una empresa en mercado de competencia perfecta	123
39.	Modelo teórico de la discriminación de precios de primer grado.....	127
40.	Modelo teórico de la discriminación de precios de segundo grado	129
41.	Modelo teórico de la discriminación de precios de tercer grado.....	134
42.	El coste teórico producido por externalidades.....	145

TABLAS

I.	RRHH del Centro de Investigaciones de Ingeniería	8
II.	Puestos y funciones del Centro de Investigaciones de Ingeniería	16
III.	Desarrollo de actividades del proyecto aglomerados de plástico durante el primer semestre del 2013.....	29
IV.	Desarrollo de actividades del proyecto aglomerados de plástico durante el segundo semestre del 2013	30
V.	Dimensiones mínimas del producto piloto de aglomerado de plástico	32
VI.	Especificaciones mínimas del producto piloto de aglomerado de plástico	33
VII.	Principales productores de tableros de aglomerado a nivel mundial ...	65
VIII.	Precio mundial de tableros de aglomerado dentro del mercado de Guatemala.....	66
IX.	Índice arancelario.....	67
X.	Datos históricos de la producción nacional en Guatemala de tableros de fibra de madera	68

XI.	Datos históricos del consumo nacional en Guatemala de tableros de fibra de madera	70
XII.	Demanda del mercado nacional de paneles de aglomerado de madera MDF	76
XIII.	Demanda individual nacional de paneles de aglomerado de plástico... ..	76
XIV.	Descripción de los componentes del costo fijo incurrido en el proyecto de aglomerados de plástico	83
XV.	Descripción de los componentes del costo variable para el proyecto de aglomerados de plástico	84
XVI.	Desarrollo del costo total para diferentes niveles de producción de tableros de aglomerado de plástico	86
XVII.	Proyecciones de precio, IT, CT, Cme y ganancia del proyecto de aglomerados de plástico para diferentes niveles de producción.....	99
XVIII.	Proyecciones de Cmg e lmg del proyecto de aglomerados de plástico para niveles de producción intermedios	100
XIX.	Datos tabulados para encontrar la condición de equilibrio por medio de la interpolación doble	100
XX.	Datos tabulados para encontrar precio y Cme por medio de la interpolación simple	101
XXI.	Proyecciones de precio, IT, CT y Cme del proyecto de aglomerados de plástico para discriminación de segundo grado	130
XXII.	Proyecciones de Cmg e lmg del proyecto de aglomerados de plástico en niveles de producción intermedios para discriminación de precios de segundo grado	130
XXIII.	Datos tabulados para encontrar NP por medio de la interpolación simple	131
XXIV.	Datos tabulados para encontrar Cme por medio de la interpolación simple	132

XXV.	Política de precios por intervalos para la discriminación de segundo grado	133
XXVI.	Cuadro comparativo de resultados entre el método estadístico y el método matemático.....	136
XXVII.	Cuadro comparativo de resultados entre el método estadístico y el método gráfico	136
XXVIII.	Cuadro comparativo de resultados entre el método gráfico y el método matemático.....	137
XXIX.	Resultados de la estrategia de la empresa maximizadora de ganancias.....	138
XXX.	Resultados de la estrategia de mercado de contienda.....	139
XXXI.	Resultados de la discriminación de precios de segundo grado.....	140

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Amperios
Q	Cantidad de producto
Qd	Cantidad demandada
Qs	Cantidad ofrecida
Cm	Centímetros
AC	Corriente alterna
DC	Corriente directa
Cmg	Costo marginal
Cme	Costo medio
CT	Costo total
GHz	Giga Hertz
g	Gramos
Hz	Hertz
Img	Ingreso marginal
IT	Ingreso total
I+D	Investigación y desarrollo
kV	Kilovatios
m	Metros
mPa	Mili pascales
mHz	Milihertz
min	Minutos
nm	Nanómetro
NP	Nivel de producción

P	Precio
PI	Precio internacional
SGC	Sección de Gestión de la Calidad
seg	Segundos
Ton	Toneladas

GLOSARIO

Actividad económica	Toda acción humana dirigida a la creación de valor, en la forma de bienes y servicios, que se aplicarán a la satisfacción de necesidades.
Análisis estático	Relaciona variables correspondientes al mismo período.
Arancel	Gravamen que se aplica a artículos importados; se utilizan con el objetivo de recaudar y para proteger la industria nacional.
Beneficio	Diferencia positiva entre los ingresos y los gastos.
Bienes	Todo aquello que tiene aptitud para satisfacer necesidades.
Bien público	Bien que no es excluyente ni rival; el coste marginal de provisión a un consumidor adicional es cero y no es posible impedir que nadie lo consuma.
Capital	Conjunto de medios de producción de la economía.

Cártel	Estructura organizativa que se constituye en un mercado oligopólico a los efectos de regular conductas, determinar volúmenes de producción y precios.
<i>Ceteris paribus</i>	Dejar constantes algunas variables del modelo para analizar las consecuencias de la variación de otra.
CII	Centro de Investigaciones de Ingeniería.
Colusión	Acuerdo entre dos o más empresas concurrentes en un mercado oligopólico a efectos de limitar o restringir la participación entre las mismas.
Competencia	Situación de concurrencia en un mercado por parte de varias empresas que desarrollan diferentes prácticas comerciales a efectos de obtener beneficios económicos.
Concyt	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
Demanda	Está constituida por las cantidades de determinado bien o servicio que los compradores están dispuestos a adquirir a cada nivel de precios.
Digi	Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Economía	Ciencia que estudia la aplicación de recursos escasos entre usos alternativos para la satisfacción de necesidades múltiples.
Economías de escala	Es la capacidad de una empresa para expandirse a medida que el costo total medio a largo plazo disminuye e incrementa la cantidad de producción.
Empresa	Organización que coordina los recursos y factores a los efectos de generar un producto o servicio.
Escasez	Desbalance entre las necesidades y los medios a disposición para su satisfacción.
Factores productivos	Componentes genéricos primarios de la función de producción.
Importación	Adquisiciones de bienes y servicios de otros países.
Inversión	Gastos de una organización para mantener incrementar su capacidad productiva.
Materia prima	Componente básico del proceso productivo, que será objeto de procesamiento o transformación.
Modelo	Representación simplificada de la realidad que pretende explicar cómo funciona la misma.

Monopsonio	Mercado caracterizado por la presencia de un solo comprador del bien o servicio.
Óptimo económico	Combinación de factores que permite obtener un nivel dado de producción al menor costo posible.
Precio de reserva	Máxima disposición a pagar por un bien o servicio por parte de un consumidor o adquirente.
Sincyt	Secretaría del consejo nacional de ciencia y tecnología.
Subvención	Cantidad de dinero que se concede a una entidad o una institución como ayuda económica para realizar una obra o para su mantenimiento.

RESUMEN

El impacto ambiental de un producto como sustituto de la madera es sumamente positivo, principalmente si se tiene en cuenta que distintas industrias dentro del mercado guatemalteco utilizan dicho recurso como materia prima. El proyecto de aglomerados de plástico se cataloga como un proyecto de investigación que busca utilizar desechos solitos reciclables y por medio de un proceso de transformación, crear un producto que pueda optar como alternativa de los paneles de madera MDF.

El presente trabajo de graduación ha sido elaborado con el principal objetivo, de establecer si existe un mercado para la producción en masa del producto sustituto de los paneles de madera MDF. El desarrollo se ha planteado a diferencia de un estudio de factibilidad, como una investigación de los principales agentes económicos que operan en el mercado, debido a que esto representa una alternativa con base en la microeconomía a fin de encontrar una demanda para el producto de análisis. Asimismo, este trabajo brinda fuentes de información secundarias para desarrollar un plan de producción o coordinar el manejo de materiales y distribución de operaciones de las líneas de producción, que actualmente carece de datos históricos o porcentajes de aceptación de mercado.

En el primer capítulo se puede encontrar información histórica sobre el Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), su evolución y su rol como dependencia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos.

El capítulo siguiente se centra en establecer la trazabilidad del proyecto, sus inicios, la situación actual y el desarrollo por todas las fases. Desde la idea, pasando por la financiación, hasta la estandarización del proceso de producción de los tableros de aglomerado.

Posteriormente se pueden encontrar todos los conceptos económicos teóricos que sustentan la base para el análisis microeconómico. Mientras que en el cuarto capítulo se desarrollan todos los cálculos para establecer las estrategias de mercado, estructuras de mercado, discriminación de precios y coeficientes de elasticidad por medio de los métodos matemático, estadístico y gráfico.

Finalmente, en el desarrollo del último capítulo se realizan comparaciones entre los resultados obtenidos, interpretación de datos y aplicación de estrategias.

Cabe mencionar que durante el desarrollo de la investigación se analizaron los diversos agentes económicos que operan actualmente en el mercado. Proceso que brindó información sobre: la demanda, los costos, el precio de venta, la estructura de mercado, elasticidades y nivel de producción del proyecto antes mencionado.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un análisis microeconómico para la producción y venta de tableros de aglomerado de plástico como sustituto directo de paneles de madera MDF, dentro del Centro de Investigaciones de Ingeniería, Usac.

Específicos

1. Analizar por medio de la teoría económica, la demanda insatisfecha de los paneles de madera MDF.
2. Determinar la cantidad óptima de tableros mínimos de aglomerado y el precio a que debe venderse para maximizar las ganancias.
3. Identificar el precio que el mercado está dispuesto a pagar.
4. Establecer las elasticidades de demanda y oferta para mercado de paneles de madera MDF.
5. Analizar la sensibilidad del mercado de tableros mínimos de aglomerado, ante la imposición de un impuesto o un subsidio.
6. Establecer si es aplicable discriminar precios, para la maximización de ganancias.

7. Desarrollar estrategias mercado de contienda para que el producto se mantenga dentro de un monopolio, ante la existencia de competencia.

INTRODUCCIÓN

El proceso de contaminación, sumado a todos los actos de los seres humanos ha conllevado al encarecimiento de los recursos naturales, obligando a que la industria presente propuestas ecológicas para el desarrollo de productos que usan como materia prima el material de reciclaje. Dentro del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, conscientes de la problemática actual en materia de recursos ecológicos, se desarrolla el proyecto de aglomerados de plástico, que en conjunto con otros aditivos, permite desarrollar propiedades mecánicas similares a las características de los aglomerados de madera; con el principal objetivo de sustituirlos como materiales de construcción.

Pero este tema no es nuevo, países como: Tailandia, Egipto, Japón, China, Reino Unido, España, Polonia y México, son líderes a nivel mundial en la práctica del reciclaje de tetrapak. Además en Brasil, existe un proceso estandarizado para producir en serie tejas con ese material utilizadas para la arquitectura.

Sin embargo, en el mercado local no existen alternativas ecológicas para los materiales de producción de madera. Dato alarmante tomando en cuenta que Guatemala es un país altamente demandante de paneles de madera MDF, como se podrá observar en los datos de importaciones presentados en este trabajo.

El estudio microeconómico permite a las organizaciones el análisis del comportamiento de diferentes productos dentro del mercado objetivo, desde el

punto de vista de la teoría económica. El desarrollo de los agentes económicos y su manera de operar en el mercado, brindan información valiosa sobre las cantidades de producción y precio que maximiza las ganancias. Lo que representa una alternativa para determinar proyecciones de demanda y viabilidad de proyectos.

El desarrollo del presente trabajo de graduación se centra en establecer la importancia del análisis del comportamiento microeconómico de productos para determinar la demanda, los costos, la estructura de mercado, las elasticidades, principales estrategias y la relación de tableros mínimos de aglomerado de plástico como sustituto de paneles de madera de MDF.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Antecedentes generales del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII)

La fundación del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), se remonta al 27 de julio de 1963, día en el que se llevó a cabo el acuerdo del Consejo Superior Universitario, correspondiente al punto noveno del acta número ochocientos cuarenta y dos.

Inicialmente el Consejo Superior Universitario instituyó el Centro de Investigaciones de Ingeniería con el principal objetivo de conjuntar la Dirección General de Obras Públicas, con el Laboratorio de Materiales de Construcción de la Facultad de Ingeniería. Alrededor de 1962, el CII amplió sus funciones para poder acoger al Laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria, competentes a la Facultad de Ingeniería. Consecutivamente se agregó el Laboratorio de Análisis de Aguas, que hasta 1965 estaba a cargo de la Municipalidad de Guatemala. Cerca de 1967, la creación de las escuelas de Ingeniería Química, Ingeniería Eléctrica y Mecánica Eléctrica contribuyeron a la ampliación de las funciones del CII, al designársele el desarrollo de los distintos laboratorios de cada escuela.

Las unidades de Investigación en Fuentes no Convencionales de Energía y Tecnología de Construcción de la Vivienda se agregaron al CII en 1977. Un año después se instituyó el Centro de Información para la Construcción (Cicon), adjuntándose de inmediato al CII.

La participación conjunta de la Unidad de Tecnología de la Construcción de la Vivienda y de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala representó el desarrollo del Programa de Tecnología, en apoyo a los asentamientos, además de entablar para el CII una serie de relaciones nacionales e internacionales. En 1997, se concretó la construcción de la Planta Piloto de Extracción y Destilación, proyecto que inició cerca de 1990, enfocado tanto a la investigación como a la prestación de servicios.

La participación del CII en Programas de Investigación y Desarrollo a lo largo de todo el país y su vinculación a nivel internacional, se tornó significativa a partir de 1999. A su vez, durante el 2007, se desarrolló la ampliación y actualización de las instalaciones del CII, con la construcción del tercer nivel del edificio T-5. Proyecto que fue inaugurado un año después. Durante el 2009, la Planta Piloto de Extracción y Destilación se modernizó para dar paso a la creación del Laboratorio de Investigación en Extractos Vegetales, que le concierne a la sección de Química Industrial. Además, se inicia el proceso administrativo para la creación de la sección de Tecnología de la Madera, que actualmente se encuentra consolidada y operando.

1.2. Descripción general

El Centro de Investigaciones de Ingeniería tiene como función principal la Investigación en pro del desarrollo de la Universidad de San Carlos de Guatemala, pero también su enfoque se basa en la prestación de servicios a entidades gubernamentales, del sector privado y personas individuales. La diversidad de profesionales en los distintos campos de construcción, química industrial, gestión de calidad e ingeniería sanitaria permiten al CII realizar ensayos de comprobación, controles de calidad, asesorías, expertajes y cualquier consulta del área de ingeniería.

1.2.1. Misión del CII

La misión pretende ser una expresión conceptual de la razón de ser de una organización, resaltando su identidad institucional y las estrategias de diferenciación que los distinguen de los demás. También busca definir los cursos de acción necesarios para alcanzar la visión empresarial. El desarrollo de la misión debe ser específico, alcanzable y motivador, de tal manera que se dé a conocer la naturaleza de la organización y los objetivos de la misma.

La misión que establece el CII es la siguiente:

“Investigar alternativas de solución científica y tecnológica para la resolución de la problemática científico y tecnológica del país en las áreas de ingeniería, que estén orientadas a dar respuesta a los problemas nacionales; realizar análisis y ensayos de caracterización y control de calidad de materiales, estructuras y productos terminados de diversa índole; desarrollar programas docentes, orientados a la formación de profesionales, técnicos de laboratorio y operarios calificados; realizar inspecciones, evaluaciones, expertajes, prestar servicios de asesoría técnica y consultoría en áreas de la ingeniería; actualizar, procesar y divulgar información técnica y documental en las materias relacionadas con la ingeniería.”¹

1.2.2. Visión del CII

La visión establece la imagen que la organización espera alcanzar con las estrategias que actualmente desarrolla, es la base para la toma de decisiones. Se enfoca en la vista a futuro del alcance de la razón de la empresa. El

¹ Misión proporcionada por el Centro de Investigaciones de Ingeniería.

desarrollo de una buena visión permite a la organización enfocar hacia una imagen el uso de recursos, la misma debe ser retadora pero realista.

La visión que establece el CII es la siguiente:

“Desarrollar investigación científica, como el instrumento para la resolución de problemas de diferentes campos de la ingeniería, orientada a la optimización de los recursos del país y a dar respuesta a los problemas nacionales; impartir docencia de los recursos y laboratorios afines a las Escuelas de la Facultad de Ingeniería; contribuir al desarrollo de la prestación de servicios de Ingeniería de alta calidad, científico-tecnológica para todos los sectores de la sociedad guatemalteca; colaborar en la formación profesional de ingenieros y técnicos; propiciar la comunicación con otras entidades que realizan actividades afines, dentro y fuera de la República de Guatemala, dentro del marco definido por la Universidad de San Carlos de Guatemala.”²

1.2.3. Políticas dentro del CII

Son políticas fundamentales del Centro de Investigaciones de Ingeniería:

- Prestar servicios preferentemente a las entidades participantes del Centro y ofrecer los mismos, a entidades y personas que, mediante convenios específicos deseen participar en sus actividades en forma cooperativa o bien utilizar los elementos del mismo, en relación con sus problemas técnicos específicos.

² Visión proporcionada por el Centro de Investigaciones de Ingeniería.

- Colaborar en la formación profesional de ingenieros y técnicos, mediante programas de docencia práctica y la capacitación y promoción en la realización de trabajos de tesis, en sus laboratorios y áreas técnicas.
- Propiciar el acercamiento y colaboración con otras entidades que realizan actividades afines, dentro y fuera de la República de Guatemala. Para el cumplimiento de las políticas, el CII como parte de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ha establecido relaciones muy fuertes con el Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda (MICIVI) y con la Municipalidad de Guatemala. Estas tres entidades son a las que van dirigidos preferentemente los servicios.

También se tiene una relación de prestación de servicios con otras instituciones estatales municipales del país, comités de comunidades de escasos recursos, organizaciones no gubernamentales, sector privado de la construcción y otras industrias, así como en el público en general que solicite los servicios del Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Con propósitos del cumplimiento del programa de investigación se ha establecido una relación directa con el Consejo Coordinador e Impulsor de la Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Conciusac), cuyo ejecutor es la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala (DIGI) y con el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (Sincyt), el cual es ejecutado por la Secretaría del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Concyt). Miembros del equipo de trabajo del Centro de Investigaciones de Ingeniería participan en las actividades de estas dos instituciones.

1.2.4. Objetivos del CII

A continuación se detallan los objetivos del CII:

- Fomentar y contribuir al desarrollo de la investigación científica como un instrumento para la resolución de problemas de diversos campos de la ingeniería, especialmente los que atañen a la evaluación y mejor utilización de los recursos del país y que están orientados a dar respuestas a los problemas nacionales.
- Prestar sus servicios preferentemente a las entidades participantes del CII y ofrecer los mismos a entidades y personas que mediante convenios específicos deseen participar en las actividades del Centro en forma cooperativa o bien utilizar sus recursos en la resolución de sus problemas técnicos específicos.
- Colaborar en la formación profesional de ingenieros y técnicos, mediante programas de docencia práctica y adiestramiento, y la promoción de realización de trabajos de graduación en sus laboratorios y unidades técnicas.

1.2.5. Funciones del CII

Las funciones que competen al Centro de Investigaciones de Ingeniería son:

- Fomentar y contribuir a la realización de estudios e investigaciones en diferentes áreas de ingeniería, en especial aquellos que atañen a la

evaluación y mejor utilización de los recursos del país, y que estén orientados a dar respuestas a los problemas nacionales.

- Realizar programas docentes en áreas de su competencia para colaborar en la formación de profesionales y técnicos y promover la realización de trabajos de graduación en sus laboratorios.
- Colaborar en el adiestramiento de técnicos de laboratorio y en la formación de operarios calificados, especialmente en los campos de la construcción y la ingeniería sanitaria.
- Colaborar con los servicios de extensión universitaria.
- Realizar análisis y ensayos de comprobación de calidad de materiales y productos de diversa índole, en áreas de su competencia.
- Realizar inspecciones, evaluaciones, expertaje y prestar servicios de asesoría técnica y consultoría en materia de su competencia.
- Actualizar, procesar y divulgar la información técnica y documental en las materias afines, en especial en el campo de la tecnología de los asentamientos humanos.

1.2.6. Recurso humano dentro del CII

Para la ejecución de las actividades del CII, se cuenta también con el recurso humano.

Tabla I. **RRHH del Centro de Investigaciones de Ingeniería**

CATEGORÍA	USAC	Municipalidad de Guatemala	TOTAL
Profesional	18	2	20
Técnico	20	4	24
Operativo	11	2	13
Administrativo	7	1	08
TOTALES	56	9	65

Fuente: CII. www.cii.ingenieria.usac.gt. Consulta: el 22 de mayo de 2014.

1.3. Delimitación de las secciones del CII

El CII se desarrolla en distintos campos de investigación de las ingenierías, estos campos se encuentran distribuidos en las distintas secciones que se detallan a continuación:

- Concretos, Aglomerantes y Morteros
- Química y Microbiología Sanitaria
- Metrología Industrial
- Química Industrial
- Metales y Productos Manufacturados
- Mecánica de Suelos
- Ecomateriales
- CICON (Centro de Información a la Construcción)
- Tecnología de Materiales
- Tecnología de la Madera
- Gestión de la Calidad

1.3.1. Concretos, Aglomerantes y Morteros

La sección de Concretos, Aglomerantes y Morteros desarrolla su función en la investigación del comportamiento de las propiedades mecánicas de los materiales, con el objetivo de predecir la estructura, calidad y desarrollo óptimo de las propiedades en conjunto, esto se realiza por medio de ensayos estandarizados. Los diversos servicios se ofrecen a todas las entidades gubernamentales, no gubernamentales y del sector privado.

En el sector de Extensión y Docencia, esta sección se encarga de la administración de laboratorios de los cursos magistrales de Resistencia de Materiales 1 y 2, así como el curso de Materiales de Construcción. La jefatura de esta sección también se encuentra inmersa en asesorías de trabajo de graduación del área de ingeniería civil y otras carreras. Además, las funciones incluyen la formación de distintos maestros de obra a través de prácticas de laboratorio, que permiten desarrollar conocimientos de control de calidad para materiales de construcción.

1.3.2. Química y Microbiología Sanitaria

La sección de Química y Microbiología Sanitaria centra sus funciones en la investigación y experimentación referente a la calidad del agua que se utiliza para consumo humano, específicamente en la Dirección de Operación y Mantenimiento de Empagua. La base del laboratorio se establece en la norma Coguanor y sus derivadas del Ministerio de Economía.

Dentro de las funciones de docencia, la sección se centra en la formación profesional de los egresados, funcionando como centro de docencia y práctica experimental para completar los estudios de ingeniería. El laboratorio se emplea

para desarrollar informes sobre análisis químicos, sanitarios y exámenes bacteriológicos.

1.3.3. Metrología Industrial

La sección de Metrología Industrial centra sus funciones en brindar servicios para la calibración de instrumentos del sector industrial, así como también en el desarrollo de ensayos a equipos eléctricos de potencia.

En el sector de extensión y docencia, la sección administra el laboratorio de la clase Instrumentación Eléctrica, referente a la escuela de Mecánica Eléctrica. La jefatura de la sección también se encuentra inmersa en la asesoría de tesis del área de ingeniería eléctrica, mecánica eléctrica y otras carreras.

1.3.4. Química Industrial

Para abarcar de mejor forma las actividades de investigación y desarrollo, la sección de Química Industrial se encuentra dividido en dos principales áreas, que se enfocan en prestar servicios de índole analítica y procesado de materiales. La división de fisicoquímica practica ensayos estandarizados que buscan la caracterización de diversos materiales utilizados en la industria y el desarrollo de las ingenierías.

El desarrollo de investigación de la sección de Química Industrial, se realiza en conjunto con diversos proyectos financiados por la Dirección General de Investigación – Usac y la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología. Dentro de las actividades de docencia y extensión, la sección apoya la realización de proyectos de graduación, así como actividades, cursos, seminarios y talleres referentes a las temáticas del campo de servicios.

1.3.5. Metales y Productos Manufacturados

La sección de Metales y Productos Manufacturados, tiene como principal función el desarrollo de ensayos estandarizados de resistencia, tensión, compresión y flexión de los diversos materiales que se utilizan dentro de proyectos de construcción, con el principal fin de verificar la funcionalidad de los mismos.

1.3.6. Mecánica de Suelos

La sección de Mecánica de Suelos desarrolla los diversos ensayos estandarizados bajo los reglamentos de la Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales y la Asociación Americana de Agencias Oficiales de Carreteras y Transporte. Además dentro de sus actividades de docencia, se encuentra la asesoría y desarrollo de proyectos de investigación del área de ingeniería civil, fomentando la investigación y el desarrollo científico.

1.3.7. Ecomateriales

La creación de la sección de Ecomateriales se remonta al 11 de agosto de 2007, por resolución de Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería, con la principal función de abarcar las funciones de servicio y docencia en validación científica de la tecnología de construcción en Guatemala. Así como la constante investigación y desarrollo en la utilización de desechos agroindustriales como materiales de construcción en el sector nacional.

1.3.8. Cicon (Centro de Información a la Construcción)

La sección de Cicon tiene con la función principal brindar apoyo a los investigadores del CII, estudiantes de la Universidad de San Carlos y a cualquier institución que necesite consultar bibliografía relevante a materiales y procedimientos de construcción.

Le corresponden las actividades de recolección, procesamiento y difusión del material didáctico para que esté a la disposición de investigadores, profesionales y estudiantes universitarios.

1.3.9. Tecnología de los Materiales

La sección de Tecnología de los Materiales se orienta principalmente a las actividades de investigación, estudio, enseñanza y desarrollo de servicios concernientes a las estructuras, componentes y diversos elementos de construcción que se emplean en el mercado, con la inclusión de las nuevas tecnologías.

Dentro de la investigación, se desarrollan nuevas formas, procedimientos y técnicas de fabricación para elementos de construcción, cabe mencionar que la sección cuenta con el respaldo de proyectos por parte de la Digi y el Concyt.

En el área de docencia, la sección fomenta la ejecución de proyectos de graduación y ensayos para la elaboración de trabajo de graduación acorde a la carrera de ingeniería civil.

1.3.10. Tecnología de la Madera

La sección de Tecnología de la Madera se enfoca en la investigación de las diversas propiedades de la madera, así como las aplicaciones de distintos materiales relacionados con la misma. Innova los métodos de producción, asesoría y consultoría en la ciencia y tecnología para el aprovechamiento de la madera.

Dentro de las actividades de investigación, se desarrollan ensayos relacionados con el estudio de las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Esta sección es la encargada de realizar los distintos mobiliarios que se utilizan en la Facultad de Ingeniería. En las actividades de docencia, la jefatura de la sección busca promover la realización de trabajos de graduación que contribuyen al desarrollo del país.

1.3.11. Gestión de la Calidad

La sección de Gestión de la Calidad, centra su enfoque en el establecimiento y diseño de distintas líneas de producción que puedan funcionar como plantas piloto y laboratorios para los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial. A su vez busca el desarrollo de software de simulación de procesos industriales.

Esta sección se enfoca también en estandarizar y gestionar la calidad en todos los procesos administrativos y de servicios de las distintas secciones del CII, así como la investigación e innovación constante de nuevos procesos. Se incluirá información relevante, como misión y visión, debido a que el presente trabajo de graduación se desarrollará dentro de la sección de Gestión de la Calidad del CII.

- Misión de la sección de Gestión de la Calidad: gestionar y mantener controles de calidad en los procesos administrativos y de servicios del Centro de Investigaciones de Ingeniería, por medio de la mejora continua y la atención en el servicio al cliente, manteniendo programas de capacitación al personal en las áreas de aseguramiento de la calidad, seguridad industrial y desarrollo humano, fomentando la investigación científica en las áreas de gestión de la calidad, seguridad industrial y ocupacional, producción e innovación industrial y experimental, mediante la ejecución de políticas, estrategias y desarrollo sostenible en las áreas de investigación, desarrollando las líneas de investigación en el área de gestión de la calidad, acreditación de ensayos de laboratorio bajo la Norma ISO 17025, desarrollo humano, gestión integral de proyectos.
- Visión de la sección de Gestión de la Calidad: a mediano plazo ser líderes en la organización administrativa y tecnológica, que consolide el desarrollo sostenible del Centro de Investigaciones con un sistema de gestión integrado.

1.4. Estructura del CII

La estructura de recursos humanos del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) se desarrolla bajo un sistema técnico administrativo, en una infraestructura que responde a las necesidades del mercado. El personal con el que cuenta es del ámbito ejecutivo y técnico que posee la autoridad y recursos necesarios para desempeñar sus funciones.

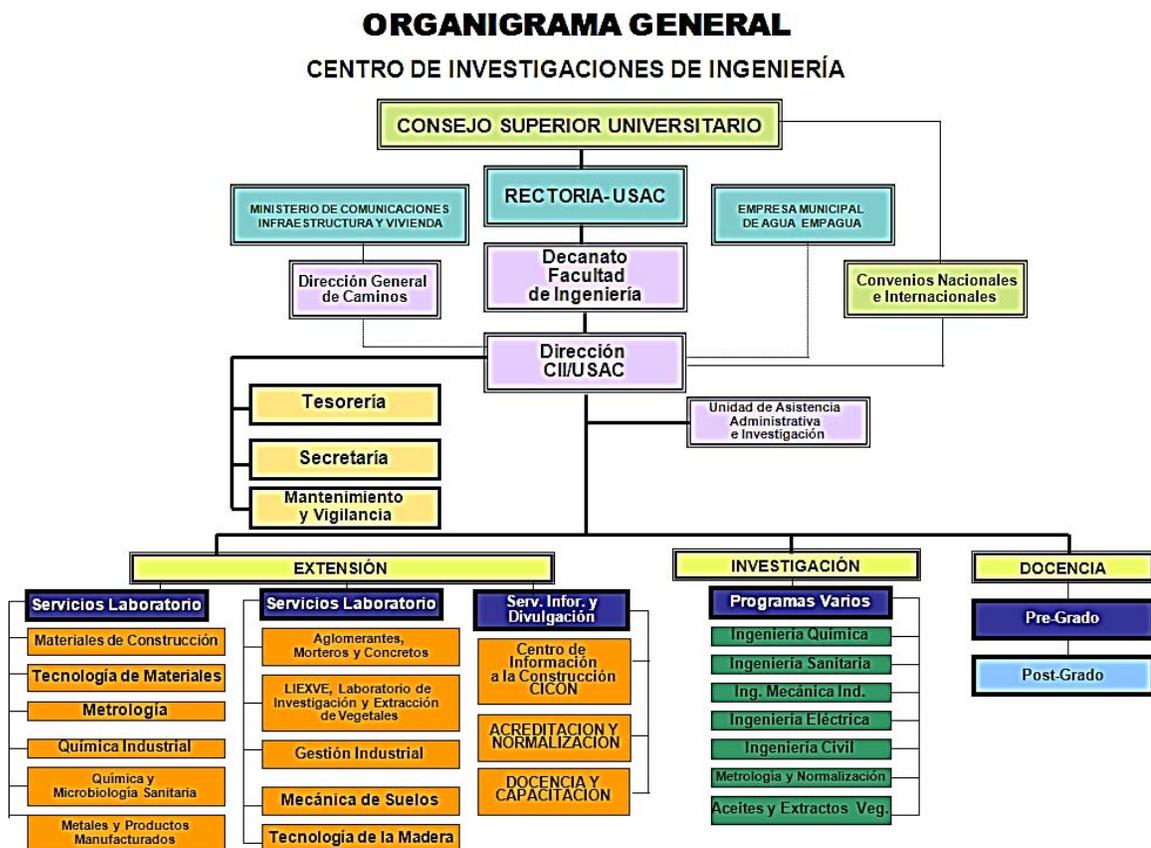
El CII establece disposiciones que aseguran que el personal está libre de presiones o influencias que comprometan o entorpezcan los resultados

analíticos, evitando presiones comerciales, financieras o de cualquier otra índole.

1.4.1. Organigrama

Es una representación gráfica que expresa en términos concretos y accesibles la estructura, jerarquía e interrelación de las distintas áreas que componen una empresa u organización. El organigrama del CII es el siguiente:

Figura 1. **Organigrama del Centro de Investigaciones de Ingeniería, Usac**



Fuente: CII. *Estructura orgánica*. www.cii.usac.edu.gt. Consulta: 23 de mayo de 2014.

1.4.2. Descripción de puestos y funciones

A continuación, se detallan los puestos y funciones de la estructura actual en el Centro de Investigaciones de Ingeniería:

Tabla II. **Puestos y funciones del Centro de Investigaciones de Ingeniería**

NOMBRE	CARGO
Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos	Decano Facultad de Ingeniería
Inga. Telma Maricela Cano Morales	Directora Centro de Investigaciones de Ingeniería
Ing. Oswin Antonio Melgar Hernández	Coordinador del Sistema de Gestión de la Calidad
Ing. Mario José Merida Meré	Coordinador del Laboratorio de Extracciones Vegetales (LIEXVE)
Licda. Ingrid Benítez	Coordinadora del Laboratorio de Análisis Físicoquímico (LAFIQ)
Inga. Dilma Yaneth Mejicanos Jol	Directora Técnica Sección de Aglomerantes, Concretos y Morteros
Inga. Claudia Sucelly Vela Alvarez	Auxiliar del Proceso de Acreditación Sección de Aglomerantes, Concretos y Morteros
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez	Director Técnico Sección de Mecánica de Suelos
Ing. Pablo de León	Director Técnico Sección de Metales y Productos Manufacturados

Fuente: CII. *Estructura orgánica*. www.cii.usac.edu.gt. Consulta: 23 de mayo de 2014.

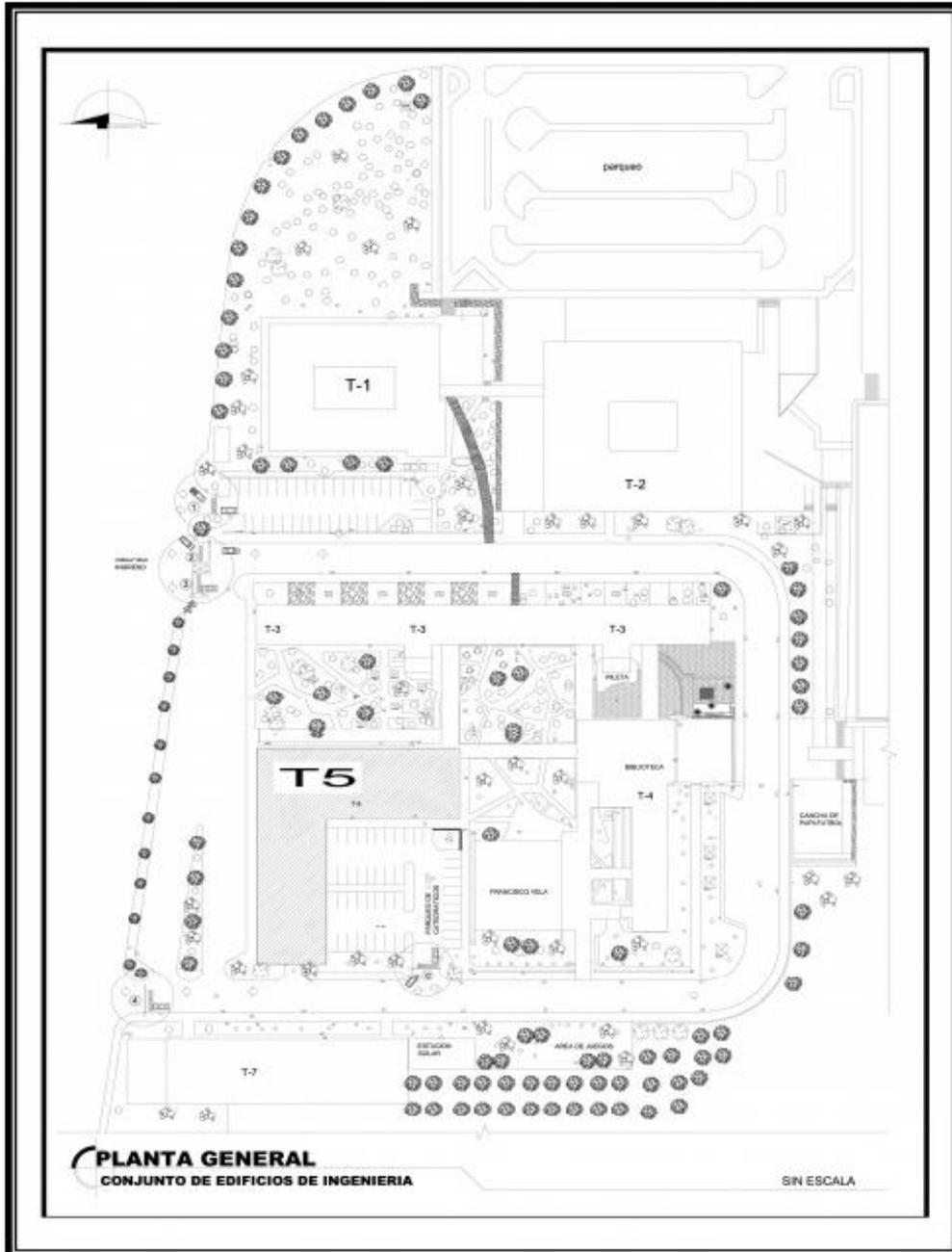
1.5. Ubicación del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII)

Geográficamente el Centro de Investigaciones de Ingeniería se encuentra ubicado en la Ciudad Universitaria, zona 12, ciudad de Guatemala.

1.5.1. Edificios del CII

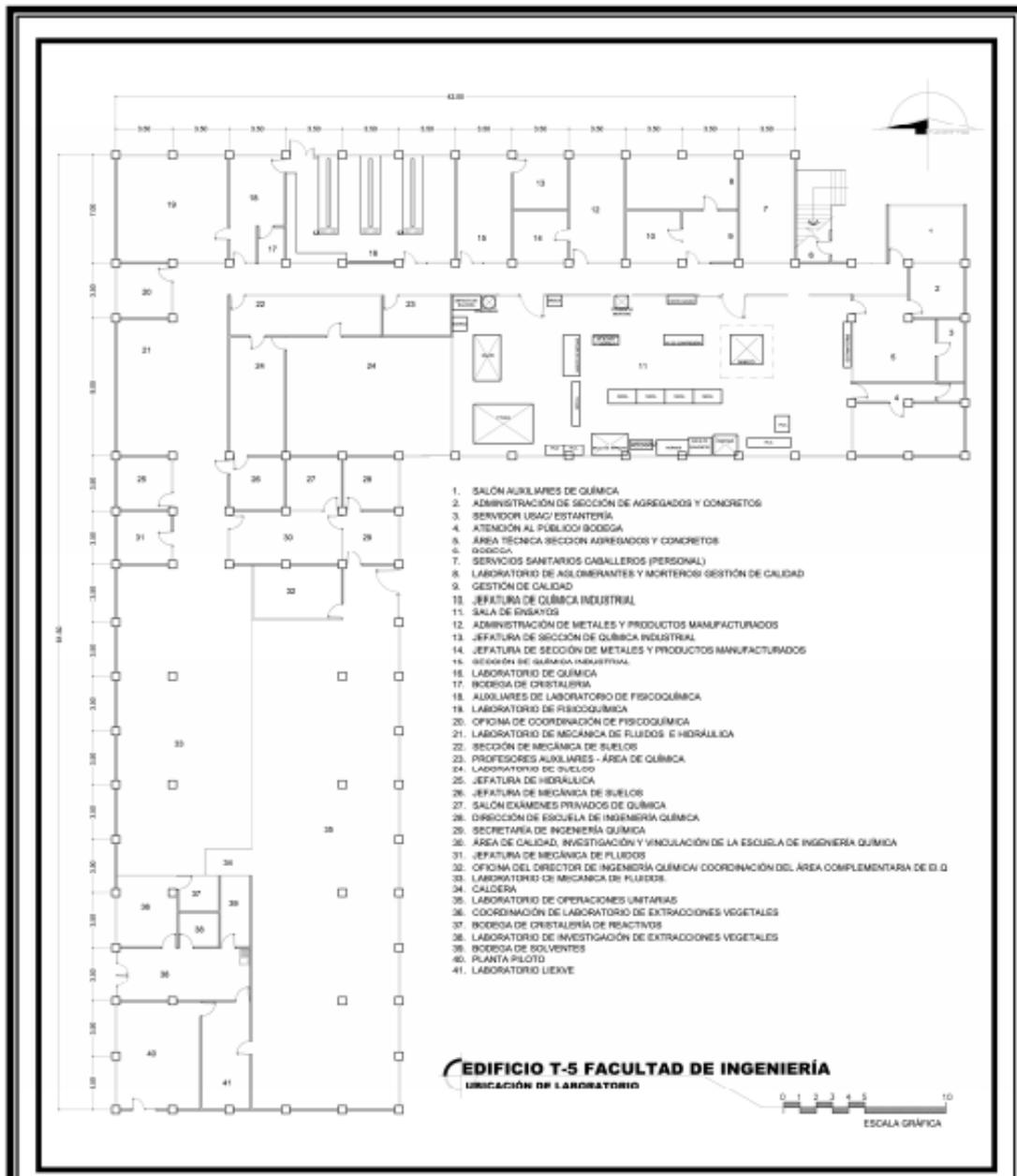
Las funciones del CII se desarrollan dentro de los complejos de la Facultad de Ingeniería, específicamente en los edificios T-1, T-3, T-4, T-5 y T-7, así como un área de materiales de construcción y la Unidad de EPS, siendo el T-5 donde se localiza el CII el edificio principal.

Figura 2. Distribución general Facultad de Ingeniería



Fuente: Sección de Planificación, planta general edificios Facultad de Ingeniería.

Figura 3. **Planta amueblada del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII)**



Fuente: Sección de Planificación, planta general edificios Facultad de Ingeniería.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII)

Actualmente las actividades que desarrolla el Centro de Investigaciones de Ingeniería se enfocan en 3 áreas bien definidas, el área de investigación, el área de extensión y el área de docencia.

En el desarrollo de la investigación, el CII define sus líneas de investigación acorde a los programas de investigación universitarios, así como las líneas establecidas en las comisiones sectoriales e intersectoriales del sistema nacional de ciencia y tecnología. El CII también desarrolla aquellos proyectos que no estén incluidos dentro de las líneas establecidas, pero que sean potencialmente susceptibles de obtener financiamiento de cualquier entidad nacional o internacional.

Los proyectos de investigación que se llevan a cabo dentro del CII, provienen de financiamiento externo, debido a que la Universidad no asigna un fondo específico para la investigación en este centro. El CII cuenta con el principal apoyo del Sistema Universitario de Investigación, del fondo nacional de ciencia y tecnología y de cualquier convenio que se establezcan con organismos nacionales e internacionales.

Este sector, en la actualidad cuenta con los programas y subprogramas de investigación que corresponden al Sistema Universitario de Investigación que se muestran a continuación:

- Programa Universitario de Investigación en Asentamientos Humanos
 - Condiciones Sociohistóricas de los asentamientos humanos.
 - Factores para el desarrollo de los asentamientos humanos.
 - Movimientos sociales y estrategias para el desarrollo de los asentamientos humanos.
 - Procesos culturales en el desarrollo de los asentamientos humanos.
 - Caracterización de los asentamientos humanos.

- Programa Universitario de Investigación en Desarrollo Industrial
 - Desarrollo industrial
 - Agroindustria
 - Medio ambiente
 - Recursos humanos
 - Gestión empresarial
 - Impacto social
 - Tecnología
 - Normalización y metrología

- Programa Universitario de Investigación en Recursos Naturales y Ambiente
 - La sociedad guatemalteca y el ambiente.
 - Evaluación y conocimiento del uso de los recursos naturales y ambiente.
 - Opciones para la utilización sustentable de los recursos naturales y el ambiente.
 - Monitoreo ambiental.

Las comisiones de investigación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, en las cuales el Centro de Investigaciones de Ingeniería participa, con los respectivos representantes, son:

- Comisión de Construcción. Siendo sus principales líneas de investigación: tipología de vivienda, materiales de construcción y sistemas, y métodos constructivos.
- Comisión de Energía. Con líneas de investigación referentes a: fuentes nuevas y renovables, conservación y uso, y transferencia de tecnología.
- Comisión de Formación de Recursos Humanos.
- Comisión de Industria. Con líneas de investigación en: madera, miel y cera, tintes y colorantes, grasas y aceites, caucho y hule, alimentos preparados, aceites esenciales, fibras naturales, fitofármacos, alimentos para animales, adhesivos, acumuladores de ciclo profundo y minería.
- Comisión de Medio Ambiente. Siendo sus principales líneas de investigación: recursos naturales renovables, sociedad y ambiente, y área de contaminación.
- Comisión de Popularización.

Para continuar con la descripción de las actividades del Centro de Investigaciones de Ingeniería, es necesario mencionar las áreas de extensión y docencia.

En el área de extensión, los distintos servicios que presta el CII se realizan con base en la demanda de los usuarios, que deben de cumplir con solicitudes de órdenes de trabajo. Además, también se brindan servicios de información y consultas bibliográficas por medio del Centro de Información a la Construcción.

En la actualidad, el Centro de Información y Prevención de Desastres, está en fase de formación, funcionará adscrito al CII, como parte del Centro Regional de Información de Desastres (CRID), que opera en el área latinoamericana, con apoyo de las Organizaciones Panamericana de la Salud (OPS), la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Federación Internacional de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja y la Organización Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales (Odirden).

El área de docencia se representa en tres programas, siendo estos: pregrado, posgrado y educación continua a nivel técnico. Cada uno desarrolla las siguientes funciones:

- Programa de pregrado: el programa de pregrado se encarga de brindar apoyo a las distintas escuelas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, las funciones del CII incluyen facilitar el equipo, instrumentación y asesoría a los estudiantes, así como la aplicación de proyectos de graduación y prácticas de laboratorio a todo nivel. Además, se encarga de la administración de los siguientes laboratorios:
 - Resistencia de Materiales I
 - Resistencia de Materiales II
 - Materiales de Construcción
 - Mecánica de Suelos

- Mampostería
 - Concreto Armado I
 - Mecánica de Fluidos
 - Hidráulica
 - Instrumentación Eléctrica
 - Ingeniería Eléctrica 2
 - Química 2
 - Química y Microbiología Sanitaria
 - Microbiología
 - Circuitos 2
- Programa de Posgrado: el sistema de posgrado proporciona el desarrollo de laboratorios de Química y Microbiología Sanitaria a estudiantes de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria (ERIS). La mayor parte del programa de posgrado se encuentra en fase de formulación y ejecución.
 - Programa de Educación Continua: este programa se encuentra en la fase de desarrollo, su única inclusión se dio por parte de la sección de metrología, con el curso magistral de Educación Metrológica para la industria nacional.

2.2. Proyectos existentes dentro del Centro de Investigaciones de Ingeniería

A continuación se describen una lista de proyectos que las distintas secciones del Centro de Investigaciones de Ingeniería han realizado desde el 2005 hasta la fecha:

- Evaluación experimental del comportamiento de revestimientos utilizados en paredes de construcciones en tierra y su aplicación en una Vivienda rural FODECYT.
- Estudio tecnológico integral de la madera y la corteza del primer raleo de 4 especies de pino cultivadas con fines industriales. Fodecyt.
- Adquisición de equipo para la Sección de Suelos PROINTEC.
- Adquisición de equipo para la Sección de Concretos PROINTEC.
- Calibración del patrón electrónica P1 para esfigmomanometría para el mantenimiento de la trazabilidad del patrón de calibración de medidores de presión arterial que es depositario en el CII FACYT CTCAP.
- Calibración de esfigmomanómetros en hospitales nacionales como un proyecto de servicio en metrología legal en el área de manometría que realiza el Centro de Investigaciones de Ingeniería FACYT CTCAP.
- Adquisición de puntas de prueba para realizar calibraciones en el rango de 4 GHz. Calibraciones de RF en el rango de 700 MHz y de voltaje en el rango de 5 y 40 kV en AC y DC. Mediciones de corriente en el rango de 10 a 100 A en DC. FACYT CTCAP.
- Adquisiciones para utilizar el Multímetro hp 3458A que adquirió el CII-USAC para el servicio de calibración en metrología eléctrica. FACYT CTCAP.

- Adquisición de una bomba manual para la comparación de manómetros de aceite para el sistema de calibración en el rango de 0-60 mpa, para el servicio de metrología de manometría que brinda el Centro de Investigaciones de Ingeniería. Digi.
- Diseño de un reactor a nivel de planta Piloto para la obtención de biodiésel a partir de aceite de origen vegetal Agrocyt.
- Concepciones que poseen los estudiantes de precálculo y cálculo de la Facultad de Ingeniería, acerca del concepto de función proceso de documentación del sistema de gestión de la calidad de los siguientes laboratorios: Laboratorio de Producción de Medicamentos, Laboratorio de Análisis Físicoquímico y Microbiológico (Fac. CCQQ y Farmacia). Laboratorio de Análisis de Suelo, Planta y Agua. "Salvador Castillo". Fac. de Agronomía y 2 laboratorios de la Fac. de Ingeniería, Laboratorios de Química y Laboratorio de Materiales FACYT CTCAP.
- Evaluación a nivel de laboratorio de las características del desecho de camarón marino cultivado para su aprovechamiento como fuente de quitina y quitosano Fodecyt.
- Implementación de un sistema de control de calidad en la edificación de muros utilizando maderas nacionales Fodecyt.

2.3. Descripción del proyecto de aglomerados de plástico

Dentro de la sección de Gestión de la Calidad del CII, conscientes de la problemática actual en materia de recursos ecológicos, se genera el proyecto de aglomerados de plástico, que en conjunto con otros aditivos, permite

desarrollar propiedades mecánicas similares a las características de los aglomerados de madera. El proyecto parte de la iniciativa del ingeniero Oswin Antonio Melgar Hernández, que surge de la idea de crear productos con distintos aglomerados de material reciclado, como una respuesta innovadora a las necesidades del mercado. Se califica como proyecto de desarrollo experimental y tecnológico, enfocado en la disciplina de ingeniería y tecnología para el área sectorial industrial.

El financiamiento se dio por parte de la Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología (Concyt), luego de que la iniciativa fuese presentada en una convocatoria de ideas a nivel nacional.

El proyecto consta de 7 fases como se describen a continuación, cabe mencionar que actualmente se encuentra en la fase de culminación, el proceso de producción de planchas de aglomerado se encuentra estandarizado y se realizaron los ensayos necesarios.

- Fase 1: definición del método de recolección de los desechos de tetrabrik.
- Fase 2: estandarización de la preparación de los desechos de tetrabrik para el proceso de transformación.
- Fase 3: procedimiento de la caracterización del desecho de tetrabrik para utilizarse como materia prima.
- Fase 4: diseño del proceso de transformación de los envases de tetrabrik como un nuevo producto.

- Fase 5: Análisis de las propiedades fisicoquímicas y mecánicas del nuevo material elaborado.
- Fase 6: Comparación de las características del nuevo material con las características de los tableros MDF.
- Fase 7: Diseño de prototipos con el nuevo material como materia prima.

Como parte del desarrollo cronológico y los componentes de cada fase se enlistaron en dos tablas, las actividades relevantes del proyecto durante el año de mayor actividad, como muestra a continuación:

Tabla III. **Desarrollo de actividades del proyecto aglomerados de plástico durante el primer semestre del 2013**

Mes	Actividades Relevantes
Enero	<ul style="list-style-type: none"> ○ Estandarización del proceso de preparación del molde y pesado del mismo. ○ Definición de estrategias concretas para la obtención y transformación de materias primas. ○ Definición de las dimensiones exactas del molde que se usó para la probeta de prueba. ○ Análisis fisicoquímico del material en distintas condiciones.
Febrero	<ul style="list-style-type: none"> ○ Definición y estandarización del proceso de pesado, trituración de materia y se presentaron los resultados obtenidos. ○ Ensayos a muestras a determinada compresión y temperatura. ○ Concientización en los centros educativos para la recolección de materia prima. ○ Desarrollo de ensayos de humedad en tetrabrik.

Continuación de la tabla III.

Marzo	<ul style="list-style-type: none"> ○ Desarrollo de la muestra de tetrabrik con adición de polipropileno. ○ Establecimiento del comportamiento de la muestra y la reacción ante distintas cargas de presión. ○ Concientización de la importancia de las 3R en escuelas rurales del país. ○ Desarrollo de métodos complejométricos para la determinación de calcio, magnesio, hierro y aluminio en tetrabrik a distintas condiciones.
Abril	<ul style="list-style-type: none"> ○ Primeras pruebas, resultados obtenidos a la mezcla de tetrabrik en adición de polipropileno.
Mayo	<ul style="list-style-type: none"> ○ Proceso de cimentación y ubicación de la bodega de materia prima. ○ Limpieza e inventariado de materia prima.
Junio	<ul style="list-style-type: none"> ○ Evaluación de los datos obtenidos a las nuevas probetas de tetrabrik.

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Desarrollo de actividades del proyecto aglomerados de plástico durante el segundo semestre del 2013**

Mes	Actividades Relevantes
Julio	<ul style="list-style-type: none"> ○ Comparación de la aplicación del ensayo ASTM D-143 a probetas de tetrabrik y madera respectivamente. ○ Rediseño de moldes para planchas de tetrabrik.
Agosto	<ul style="list-style-type: none"> ○ Definición de nuevas estrategias de recolección de materia prima.
Septiembre	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cimentación del espacio físico a utilizarse para la producción de aglomerados de tetrabrik.
Octubre	<ul style="list-style-type: none"> ○ Análisis fisicoquímico de tetrabrik triturado y procesado.
Noviembre	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ensayos sucesivos de las mediciones fisicoquímicas de densidad aparente y densidad real. ○ Desarrollo de 3 nuevas probetas para determinación de elementos en el material.
Diciembre	<ul style="list-style-type: none"> ○ Desarrollo de estructura metálica para el producto piloto. ○ Determinación de volumen desplazado así como niveles de calcio y magnesio en cada una de las probetas.

Fuente: elaboración propia.

2.3.1. Producto

El producto es un paralelepípedo de diferentes dimensiones que sirve como materia prima para la construcción. Cuenta con dos capas de aglomerados de plástico y como material aglutinante se utiliza duroport. En las siguientes imágenes se encuentran los primeros prototipos del producto y su uso como materia prima:

Figura 4. **Tetrabrik triturado para uso como materia prima**



Fuente: Centro de Investigaciones, SGC, Facultad de Ingeniería.

Figura 5. **Prototipo del producto de aglomerado de plástico**



Fuente: Centro de Investigaciones, SGC, Facultad de Ingeniería.

Figura 6. **Primer prototipo del uso del producto como materia prima de construcción**



Fuente: Centro de Investigaciones, SGC, Facultad de Ingeniería.

2.3.1.1. Especificaciones

En las siguientes tablas se establecen las especificaciones mínimas con las que debe cumplir para la elaboración del producto de aglomerados de plástico:

Tabla V. **Dimensiones mínimas del producto piloto de aglomerado de plástico**

Tamaño de molde	Medidas (Ancho*Largo)	Área superficial
Pequeño	8,5 cm* 25 cm	212,5 cm ²
Mediano	22,5 cm*40 cm	900 cm ²
Grande	20 cm *46 cm	920 cm ²

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Especificaciones mínimas del producto piloto de aglomerado de plástico**

Tamaño de molde	Primera capa tetrabrik	Capa Duroport	Segunda capa tetrabrik
Pequeño	100 gramos	2 gramos	100 gramos
Mediano	400 gramos	16 gramos	400 gramos

Fuente: elaboración propia.

2.3.1.2. Funciones

El producto se enfoca principalmente a cumplir las mismas funciones que desarrollan los materiales de construcción. El enfoque se basa en desarrollar planchas de aglomerado de distintas dimensiones, que puedan servir de alternativa dentro de la industria de construcción, resaltando el costo bajo y el impacto ambiental del mismo.

2.3.2. Descripción del proceso

El proceso establecido para la elaboración de aglomerados de plástico sigue un flujo lineal, a continuación se describen las distintas operaciones que caracterizan al proceso:

- Preparación del horno: el proceso de preparación del horno incluye registrar en la ficha correspondiente al bloque a realizar, la hora de encendido del horno y la temperatura inicial observada en la pantalla del mismo. Se debe tomar en cuenta el rango de tiempo que necesita para alcanzar la temperatura deseada.

- Preparación del molde:
 - Limpiar el molde de todos los residuos correspondientes a bloques realizados con anterioridad.
 - Con la ayuda de una brocha, aplicar una capa uniforme de aceite mineral sobre toda la superficie del molde.
 - Aplicar talco industrial sobre la superficie del fondo del molde, luego distribuir el talco uniformemente sobre toda el área, agitando el molde.
 - Aplicar talco y esparcir uniformemente sobre los bordes internos del molde.

Figura 7. **Preparación del molde para la elaboración del producto**



Fuente: Centro de Investigaciones, SGC, Facultad de Ingeniería.

- Colocación de pliegos base: colocar dos pliegos de tetrabrik, los mismos deberán cubrir el fondo y los bordes del molde, los pliegos deberán tener un traslape de aproximadamente 2 cm en el centro del molde.

- Pesado de materia prima (primera capa): con la ayuda de la balanza analítica ubicada en la bodega de materia prima, medir una porción de triturado de tetrabrik según la mezcla de dureza y área superficial del aglomerado; por estandarización se emplean 350 g.
- Llenado de molde (primera capa): llenar el molde con los 350 g de tetrabrik, distribuyendo el material uniformemente sobre toda la superficie interna del molde.

Figura 8. **Llenado del molde en el proceso de elaboración del producto**



Fuente: Centro de Investigaciones, SGC, Facultad de Ingeniería.

- Pesado y aplicación de aditivo: medir una porción de duroport de 16 g, utilizando la balanza analítica. Posteriormente, aplicar en el molde y distribuirlo uniformemente.
- Compresión de material (primer compresión):
 - Cerrar del molde ubicando la tapa sobre el material.

- Colocar el molde en la prensa hidráulica y aplicar una presión de 10 toneladas durante 1 minuto.
- Inmediatamente, liberar la presión, retirar el molde y regresar a la mesa de trabajo.
- Pesado de materia prima (segunda capa): con la ayuda de la balanza analítica ubicada en la bodega de materia prima, medir una porción de triturado de tetrabrik según la mezcla de dureza y área superficial del aglomerado; por estandarización se emplean 350 g.
- Llenado de materia prima (segunda capa): llenar el molde con los 350 g de tetrabrik, distribuyendo el material uniformemente sobre toda la superficie interna del molde.
- Colocación de pliegos: colocar dos pliegos de tetrabrik con la sección de aluminio hacia arriba, sobre la segunda capa de triturado.
- Preparación de la tapa:
 - Aplicar una capa de aceite mineral sobre la superficie interna de la tapa del molde.
 - Aplicar talco industrial sobre la superficie de la tapa.
 - Esparcir el talco uniformemente sobre toda la superficie, realizando movimientos alternos de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo.
- Compresión final de material:
 - Colocar tapa sobre material, cubriendo por completo el molde.
 - Trasladar el molde a la prensa hidráulica.
 - Aplicar 10 toneladas de presión durante 1 minuto.

- Liberar la presión, retirar el molde de la prensa y trasladarlo nuevamente a la mesa de trabajo.
- Verificación de temperatura óptima de horneado: verificar que la temperatura del horno alcance un valor que se encuentre dentro del rango de 220 a 225 grados centígrados.
- Horneado del bloque: introducir el molde al horno y esperar 30 minutos.
- Compresión final:
 - Sacar el molde del horno y colocarlo inmediatamente en la prensa hidráulica, aplicando una presión de 10 toneladas durante 20 minutos.
 - Al terminar los 20 minutos, liberar la presión y trasladar el molde a la mesa de trabajo.
 - Desmoldado: retirar el bloque final del molde.

2.3.3. Maquinaria

Para que el proceso de transformación de los aglomerados de reciclaje se lleve a cabo, se utiliza una serie de máquinas que cumplen funciones específicas. A continuación se describen cada una de ellas:

2.3.3.1. Balanza analítica

Se conoce como balanza analítica a un tipo de balanza que se caracteriza por dar datos exactos y muy específicos respecto del peso de un objeto o elemento particular. Dentro del proceso, es un dispositivo eléctrico que cumple la función de pesado del material, se encuentra ubicada en la mesa de

preparación del bloque. Es importante considerar que para que las balanzas analíticas funcionen de manera correcta, deben ser calibradas antes de ser usadas y a veces, recalibradas de manera periódica.

Figura 9. **Balanza analítica utilizada en el proyecto de aglomerados de plástico**



Fuente: Centro de Investigaciones, SGC, Facultad de Ingeniería.

2.3.3.2. Prensa hidráulica

La prensa hidráulica es una máquina compleja semejante que permite amplificar la intensidad de las fuerzas y constituye el fundamento de elevadores, prensas, frenos y muchos otros dispositivos hidráulicos de maquinaria industrial. Su principal función dentro del proceso es la de compactar el material con el aditivo, posee la ventaja de que el operario debe aplicar fuerzas pequeñas en comparación de la presión que genera la máquina.

Figura 10. **Prensa hidráulica utilizada en el proyecto de aglomerados de plástico**



Fuente: Centro de Investigaciones, SGC, Facultad de Ingeniería.

2.3.3.3. Horno industrial

Los hornos industriales son los equipos o dispositivos utilizados en la industria, en los que se calientan los materiales y las piezas o elementos colocados en su interior por encima de la temperatura ambiente. Mediante un intercambio de energía calorífica, los hornos aumentan su temperatura y transfieren determinadas cantidades de calor al cuerpo o material que se encuentra en su interior.

Dentro del proceso, el horno industrial es utilizado para lograr la conjunción del material aglomerante con el aditivo, en una temperatura del rango de 200 a 225 grados centígrados.

Figura 11. **Horno industrial utilizado en el proceso de elaboración de los aglomerados de plástico**



Fuente: Centro de Investigaciones, SGC, Facultad de Ingeniería.

2.3.3.4. Crusher

El *crusher* o molino es una maquina compuesta, cuyo principal objetivo dentro del proceso es el de triturar la materia prima uniformemente.

Figura 12. **Molino utilizado en el proceso de elaboración de los aglomerados de plástico**



Fuente: Centro de Investigaciones, SGC, Facultad de Ingeniería.

2.3.4. Diagramas

Herramienta gráfica que representa los pasos de una secuencia de actividades, dentro de un proceso o procedimiento, identificándolos mediante símbolos. También se incluye toda la información relevante para el análisis, tal como: distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. Proporcionan información necesaria para la administración y asignación de recursos en una línea de producción. Los diagramas se dividen en tres partes básicas:

- Identificación: es la parte donde se detalla la información a la que pertenece el diagrama, los datos son los siguientes:
 - Nombre del diagrama
 - Nombre de la fábrica
 - Departamento
 - Producto
 - Nombre de quien lo elabora (analista)
 - Número de hoja
 - Fecha
 - Método (actual o mejorado)

- Cuerpo: en esta parte es en donde se describe la simbología.

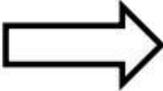
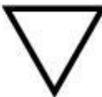
- Tabla resumen: es un resumen donde se describe la simbología utilizada, el número de veces que se repite cada símbolo y la suma de los tiempos entre símbolos iguales.

2.3.4.1. Diagrama de flujo de operaciones

En este diagrama se registran además de operaciones e inspecciones, todos los traslados, retrasos y almacenamientos, en los que incurre un artículo en su recorrido por la planta. Dentro del mismo se pueden establecer operaciones combinadas según el proceso. Siendo sus principales operaciones y símbolos:

- Operación: se dice que hay una operación cuando se modifica de forma intencionada cualquiera de las características físicas o químicas de un objeto.
- Inspección: se dice que hay una inspección cuando un objeto es examinado para fines de identificación o para comprobar la cantidad o calidad de cualquiera de sus propiedades.
- Operación/Inspección: se dice que hay una operación / inspección, (combinada) cuando a un objeto se le hace una operación y se inspecciona al mismo tiempo.
- Traslado o transporte: se dice que hay un transporte cuando un objeto es llevado de un lugar a otro la distancia recorrida debe ser mayor a 1,5 m.
- Demora: se dice que hay espera o demora con relación a un objeto cuando las condiciones no permitan o requieran de la ejecución de la acción siguiente prevista.
- Almacenamiento: existe almacenamiento cuando un objeto es guardado y protegido contra el traslado no autorizado del mismo.

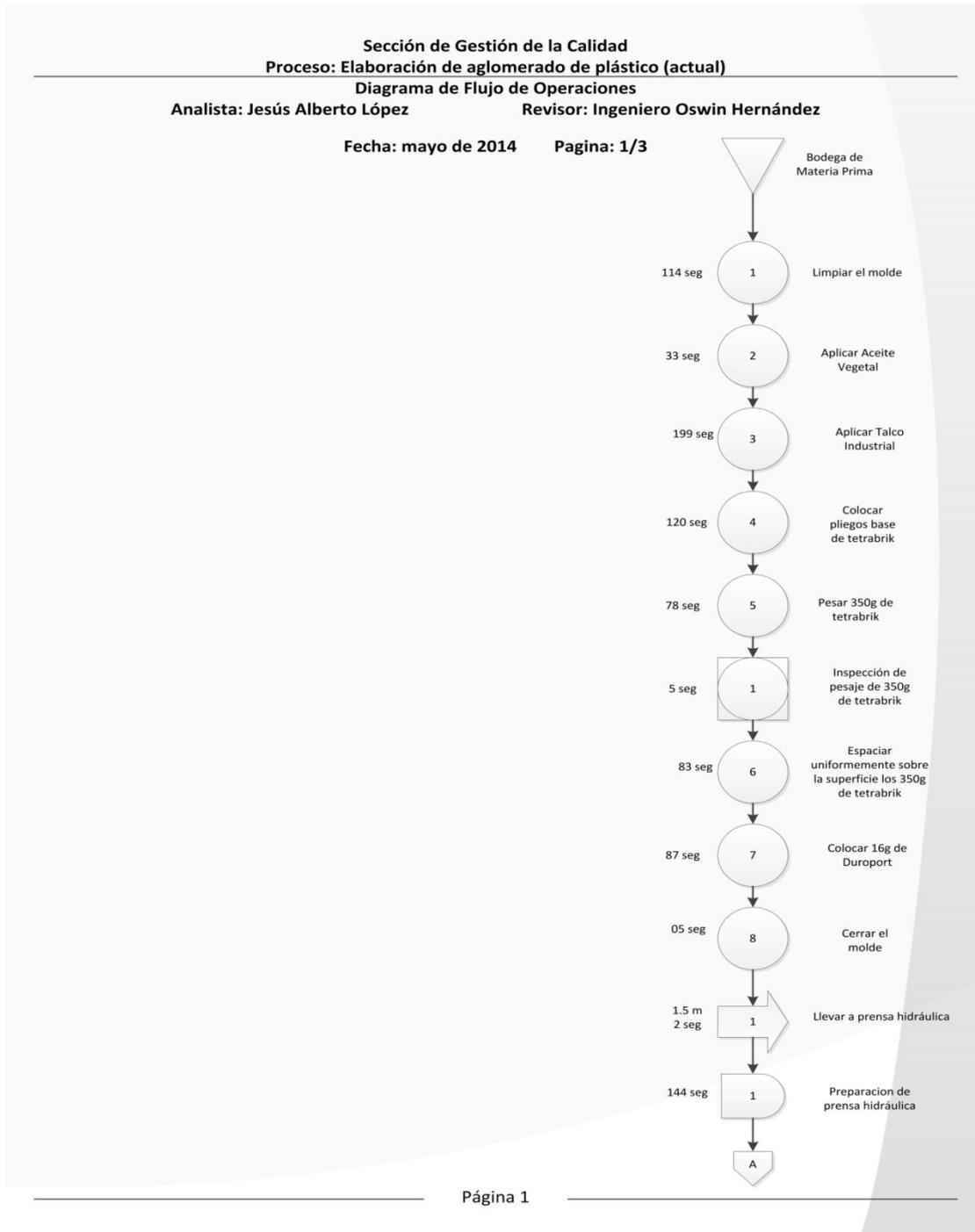
Figura 13. Simbología del diagrama de flujo de operaciones

SIMBOLO	NOMBRE
	OPERACIÓN
	INSPECCIÓN
	TRANSPORTE
	ESPERA
	ALMACENAMIENTO
	COMBINADA

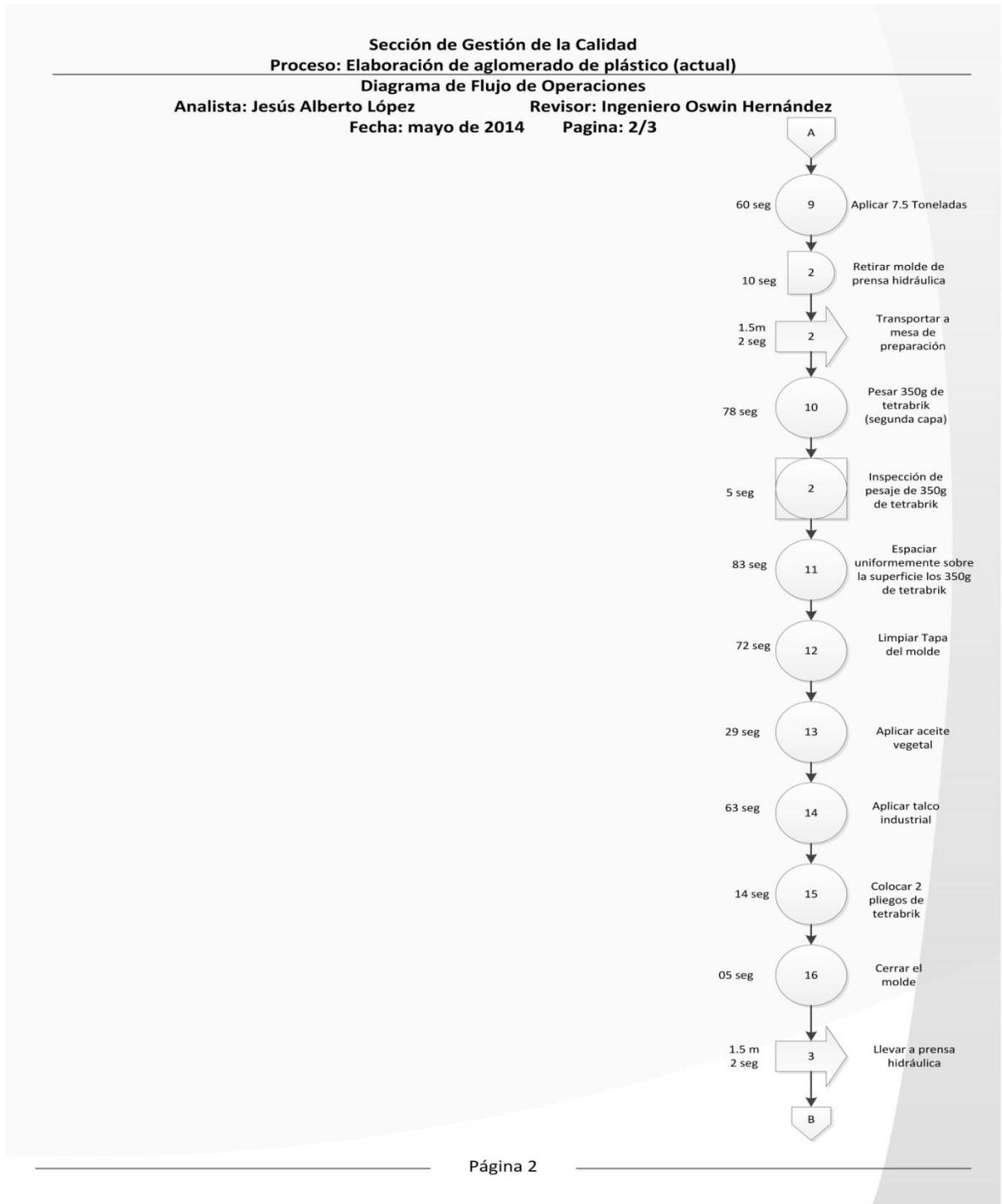
Fuente: *Diagramas para el estudio del trabajo*. www.ingenieriayeducacion.wordpress.com.

Consulta: mayo de 2014.

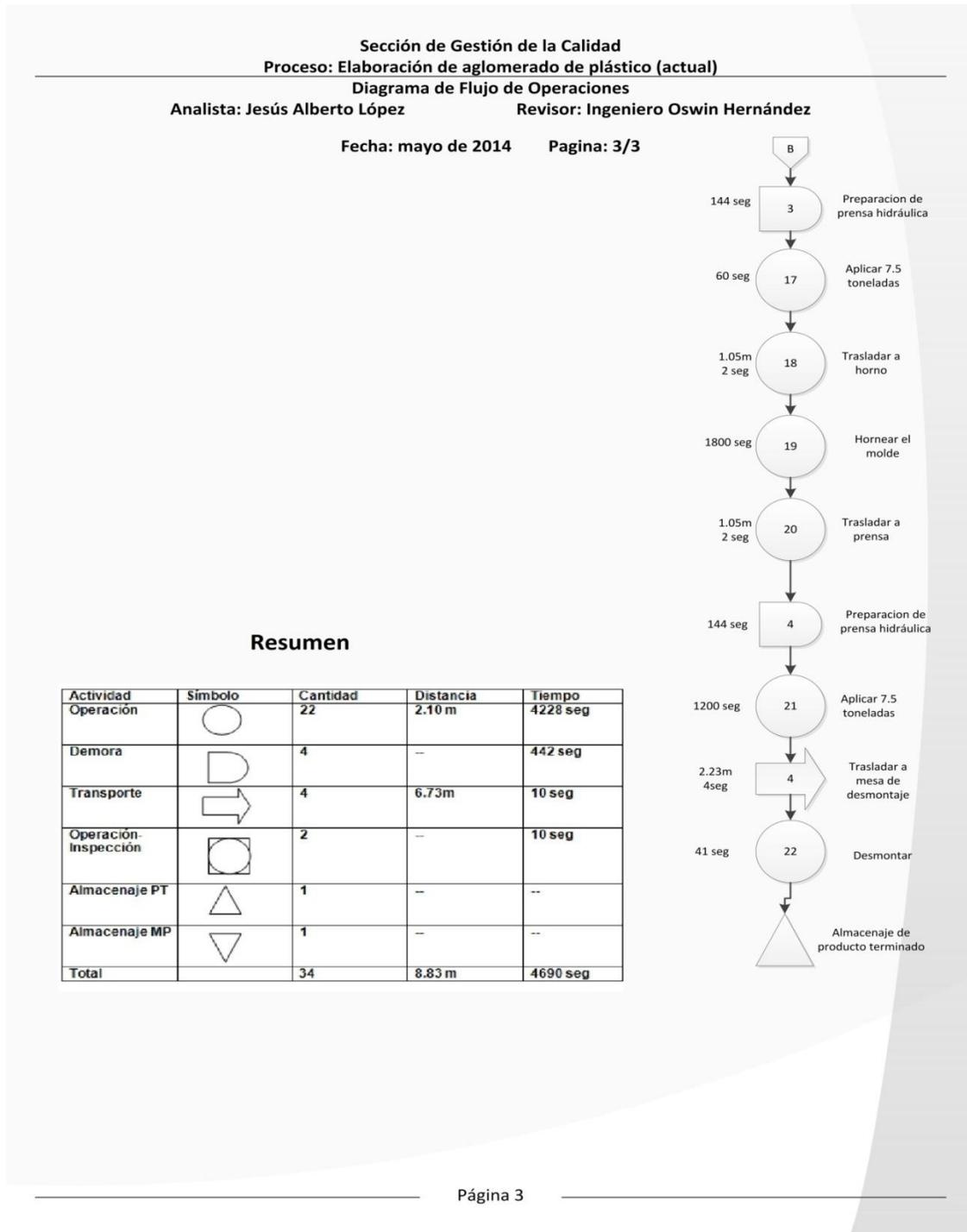
Figura 14. Diagrama de flujo del proceso de elaboración del producto



Continuación de la figura 14.



Continuación de la figura 14.

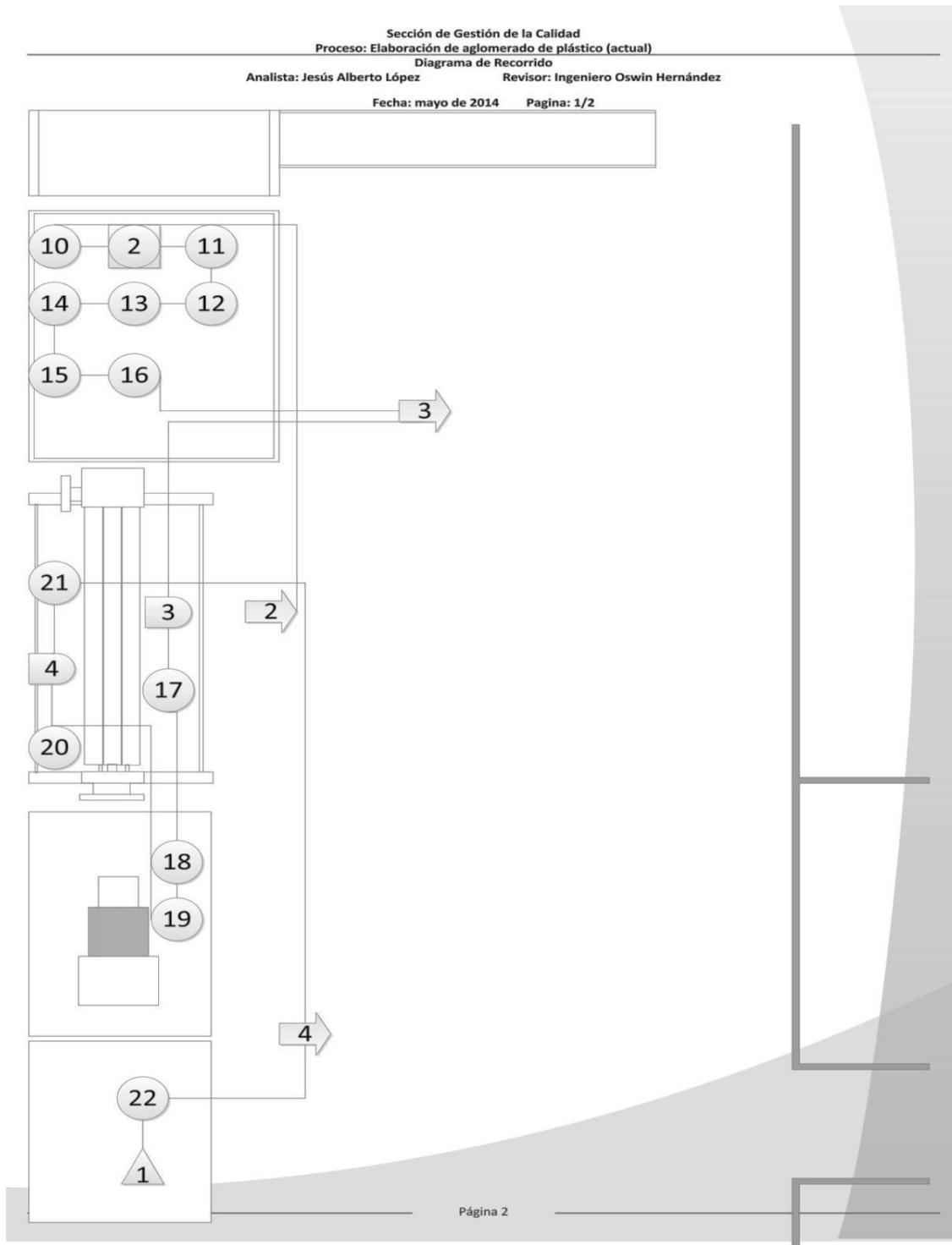


Fuente: elaboración propia.

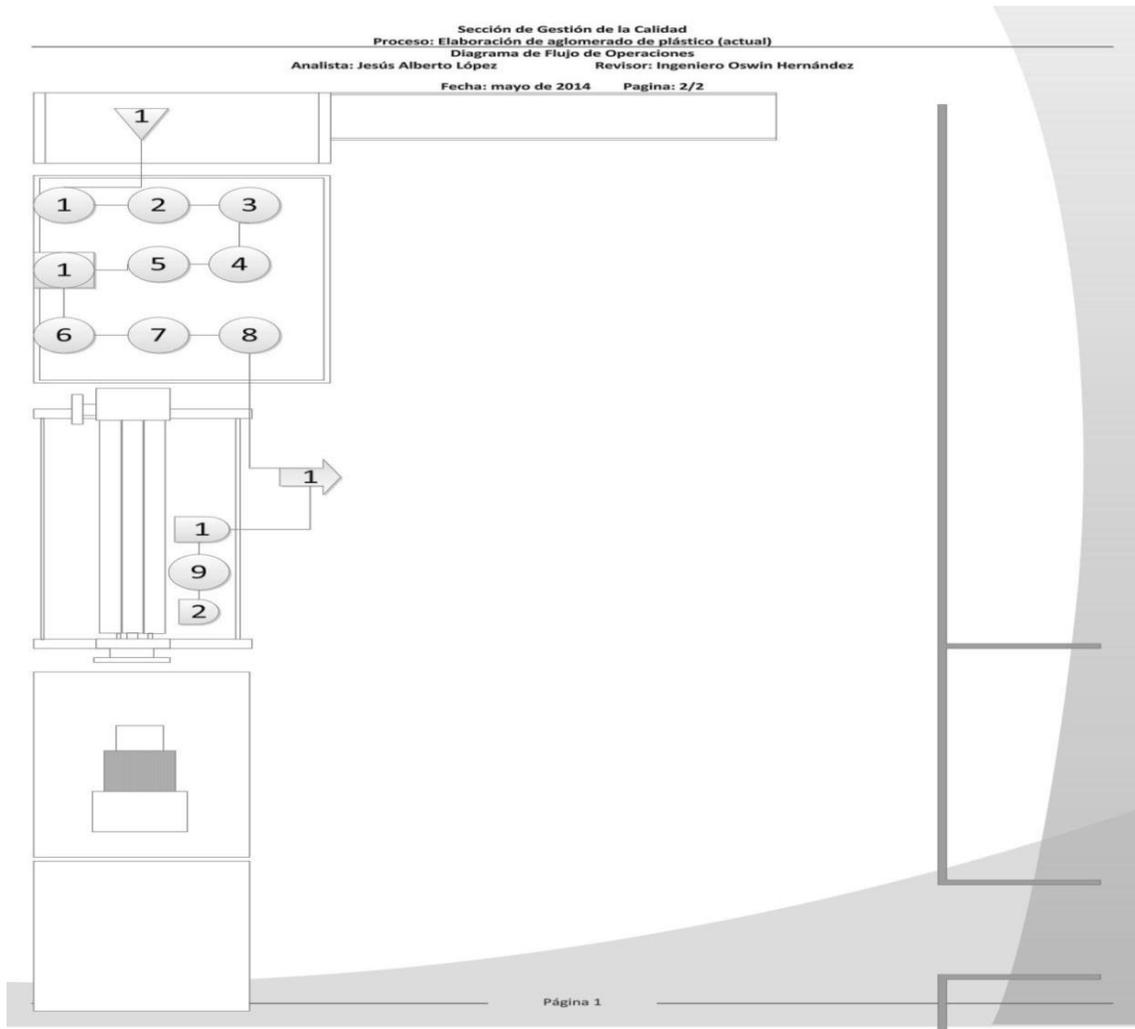
2.3.4.2. Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido de actividades se efectúa sobre un plano del área donde se sitúan las máquinas a escala. En él se traza una línea punteada que indique la secuencia que seguirá el producto. Este diagrama no es más que el diagrama de flujo dibujado sobre el plano del área de producción indicando la trayectoria que sigue el proceso, como una fotografía aérea del proceso de fabricación. Es evidente que el diagrama de recorrido es un complemento valioso del diagrama de operaciones del proceso, pues en él puede trazarse el recorrido inverso y encontrar las áreas de posible congestionamiento de tránsito, y facilita así el poder lograr una mejor distribución en la planta.

Figura 15. Diagrama de recorrido de la elaboración del producto



Continuación de la figura 15.



Fuente: elaboración propia.

2.3.4.3. Diagrama hombre-máquina

Es la representación gráfica de las operaciones en donde intervienen hombres y máquinas. Este diagrama permite determinar la organización y con ello, la eficiencia tanto de las máquinas como de las personas, logrando aprovechar ambos recursos al máximo.

Figura 16. Diagrama hombre máquina del proceso de elaboración del producto

Sección de Gestión de la Calidad
 Proceso: Elaboración de aglomerado de plástico (actual)
 Diagrama Hombre-Máquina
 Analista: Jesús Alberto López Revisor: Ingeniero Oswin Hernández
 Fecha: mayo de 2014 Pagina: 1/1

Operador	Tiempo (min)	Prensa	Tiempo (Min)	Horno	Tiempo (Min)
Preparacion de molde	12 min	Tiempo Muerto	12 min	Tiempo Muerto	
Tiempo muerto	3,5 min	prensado	3,5 min	Tiempo Muerto	3,5 min
Preparacion segunda capa de molde	6 min	Tiempo Muerto	6 min	Tiempo Muerto	6 min
Tiempo muerto	3,5 min	prensado	3,5 min	Tiempo Muerto	3,5 min
Traslado a Horno		Tiempo Muerto		Tiempo Muerto	
Tiempo muerto	30 min	Tiempo Muerto	30 min	Horneado	30 min
Traslado a prensa		Tiempo Muerto	0,03 min	Tiempo Muerto	0,03 min
Tiempo muerto	22,4 min	Prensado Final	22,4 min	Tiempo Muerto	22,4 min
Desmonjate de molde		Tiempo Muerto		Tiempo Muerto	

Fuente: elaboración propia.

2.3.4.4. Diagrama bimanual

Es diseñado para dar una representación sincronizada y gráfica de la secuencia de actividad de las manos del trabajador, indicando la relación entre ellas. El registro se realiza mediante los símbolos convencionales de los diagramas de proceso (DOP) omitiendo el de la inspección, debido a que el propósito del diagrama es describir los movimientos elementales de las extremidades.

Este diagrama es importante para el registro de las tareas rutinarias, repetitivas y de ciclos breves realizadas en contextos de producción de volumen bajo o moderado. Los símbolos que se utilizan son:

- Operación: se emplea para los actos de sujetar o utilizar, una herramienta, pieza o material.
- Transporte: se emplea para representar el movimiento de la mano hasta el trabajo, herramienta o material o desde uno de ellos.
- Espera: se emplea para indicar el tiempo en que la mano o extremidad no trabaja.
- Sostenimiento: el símbolo se utiliza para indicar el acto de sostener alguna pieza, herramienta o material con la mano cuya actividad se está consignando.

Figura 17. Diagrama bimanual del proceso de preparación del molde

DIAGRAMA BIMANUAL			Operario/Tetrabrik/Molde		
Diagrama no. 1	Hoja: 1	de: 1	Disposición del lugar de trabajo		
Producto: Plancha de Tetrabrik					
Actividad: Preparación del molde					
Método Actual	Operación:	Lugar:	Actividad		
Elaborador: Jesus Lopez	Fecha: 14/01/2015	Centro de Investigaciones (CII)			
DESCRIPCION	TIEMPO				
Trasladar mano derecha hasta espátula	2 seg				
Sostener con mano derecha la herramienta	3 seg				
Limpiar molde empleando la herramienta	20 seg				
Sostener con mano izquierda el molde	25 Seg				
Agitar con ambas manos el molde para botar la cera acumulada	5 seg				
Trasladar mano derecha hasta espátula	2 seg				
Sostener con mano derecha la herramienta	3 seg				
Limpiar molde empleando la herramienta	26 seg				
Sostener con mano izquierda el molde	31 Seg				
Agitar con ambas manos el molde para botar la cera acumulada	5 seg				
Trasladar mano derecha hasta espátula	2 seg				
Sostener con mano derecha la herramienta	3 seg				
Limpiar molde empleando la herramienta	20 seg				
Sostener con mano izquierda el molde	25 Seg				
Agitar con ambas manos el molde para botar la cera acumulada	5 seg				
Trasladar mano derecha hacia el aceite vegetal	2 seg				
Espaciar con mano derecha el aceite vegetal en el molde	5 seg				
Regresar el aceite vegetal a su posición	2 seg				
Trasladar mano derecha hacia brocha	2 seg				
Sostener con mano derecha la herramienta	1 seg				
Untar el aceite en el molde, con la ayuda de la brocha.	22seg				
Regresar la brocha a su posición	2 seg				
Trasladar mano derecha hasta talco industrial	2 seg				
Sujetar recipiente de talco industrial	1 seg				
Esparcir uniformemente el talco en el molde	170 seg				
Agitar con ambas manos el molde para esparcir el talco	30 seg				
Trasladar mano derecha hacia primera capa de tetrabrik	2 seg				
Colocar uniformemente con ambas manos el pliego de tetrabrik en el molde	13 seg				
Trasladar mano derecha hacia segunda capa de tetrabrik	2 seg				
Colocar uniformemente con ambas manos el pliego de tetrabrik en el molde	13 seg				
Trasladar mano derecha hacia tijera	2 seg				
Sostener con mano derecha la herramienta	1 seg				
Cortar las esquinas en la base de los pliegos de tetrabrik	8 seg				
Doblar con ambas manos las esquinas de la base de tetrabrik	12 seg				
Trasladar mano derecha hasta recipiente con tetrabrik triturado	2 seg				
Sostener recipiente de tetrabrik triturado	1 seg				
Espaciar uniformemente 350 gramos de tetrabrik triturado en el molde	75 seg				
Trasladar mano derecha hacia superficie de duroport de 1cm de espesor	2 seg				
Sostener con mano derecha superficie de duroport	1 seg				
Colocar superficie de duroport en el área superficial del molde	2 seg				

RESUMEN			
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo (seg)
Operación		16	431
Transporte		13	26
Demora		0	0
Sostenimiento		11	95
Total		40	552

Fuente: elaboración propia.

3. PROPUESTA DE ESTUDIO MICROECONÓMICO

3.1. Economía

El campo de estudio de esta ciencia ha evolucionado notablemente en los últimos cincuenta años, en donde se ha extendido y ha abarcado una gran cantidad de conceptos, que se definen a continuación:

- Busca predecir el comportamiento de los ciclos económicos, así como las diversas políticas para moderarlos.
- Estudia el comercio internacional, los efectos de la globalización y las finanzas.
- Analiza la implementación de políticas gubernamentales que permiten el desarrollo económico.
- Examina los tipos de interés y precio de acciones en el mercado financiero.
- Analiza el crecimiento en países en desarrollo y propone maneras de estimular el uso eficiente de los recursos.
- Regula las razones por las que algunos países tienen ingresos elevados mientras otros viven en la pobreza.
- Estudia el mercado laboral y los índices de desempleo.

Haciendo una síntesis de todos los conceptos anteriores, la economía es en esencia el estudio de la manera en que las sociedades utilizan los recursos escasos para producir bienes valiosos y distribuirlos entre diferentes necesidades humanas. Este concepto presenta dos ideas clave para entender el desarrollo de la economía, la escasez y la necesidad de utilizar los recursos con eficiencia.

Bajo estas condiciones, la escasez limita a la sociedad de producir todos los bienes y servicios que los individuos desean tener y representa uno de los principios de la economía. En un mundo sin escasez, los individuos y las empresas no se preocuparían por administrar sus ingresos limitados, las entidades gubernamentales no tendrían que preocuparse por impuestos y la aplicación de políticas, ante la abundancia en el mercado no tendría ningún sentido el estudio de la economía. El segundo principio que le da sentido a la economía es la eficiencia, al tratarse de recursos limitados, la sociedad busca satisfacer las necesidades y deseos de los individuos con la mayor eficacia posible.

3.2. Economía descriptiva

La economía descriptiva es una división de la economía, que tiene como principal objetivo la observación a nivel descriptivo del comportamiento de los diversos agentes de un sistema económico. Además, se encarga del registro, levantamiento de datos, descripción y clasificación de hechos relevantes en la actividad económica, para que posteriormente se someterse a un proceso científico, dichos datos puedan ser analizados en búsqueda de relaciones entre los diversos agentes económicos.

Los datos registrados por la economía descriptiva carecerán de valor e importancia, a menos de que puedan conducir a generalizaciones significativas del comportamiento de los agentes arriba mencionados. Esto representa su relación con la teoría económica.

3.3. Teoría económica

Se considera a la teoría económica como la esencia de la economía, su principal objetivo es construir modelos sistemáticos a partir de los datos recopilados por la economía descriptiva. De manera lógica, construye supuestos generales que relacionan hechos entre sí. También, analiza las acciones, reacciones y grados de dependencia de un fenómeno económico en relación con otro de interés.

El proceso de formulación de generalizaciones constituye la transición entre la economía descriptiva y la teoría económica. Este proceso implica la teorización de los hechos reales, de donde se generan principios, teorías, leyes y modelos económicos.

La teoría económica afirma que una economía produce con eficiencia cuando no se puede mejorar el bienestar económico de una persona sin perjudicar a otra. Su esencia es reconocer la realidad de la escasez y luego encontrar la manera de organizar a la sociedad de tal manera que logre el uso más eficiente de sus recursos.

3.3.1. Macroeconomía

La macroeconomía moderna tiene sus inicios durante 1936, cuando John Maynard Keynes publicó su obra *Teoría general del empleo, el interés y el*

dinero, en ella Keynes realizó un análisis de las causas de los ciclos económicos, con períodos de inflación elevada y desempleo. Su obra representó un aporte significativo, debido a que durante esa época Inglaterra y Estados Unidos se encontraban estancados en la conocida depresión de la década de los treinta, en la que cerca de un 25 % de la mano de obra se encontraba desempleada.

Se considera como una rama de la teoría económica que estudia el desarrollo de los agentes económicos como un todo, que incluye dentro de su campo de estudio los efectos en:

- Producción.
- Niveles de empleo.
- Inflación.
- Déficit comercial.
- La forma en que los bancos centrales manejan el flujo de dinero y las tasas de interés.
- Causas de crisis financieras internacionales.
- Crecimiento y estancamiento de economías en diversos países.

En esencia, la macroeconomía estudia el desarrollo de la economía como un conjunto en función de la evolución de las variables económicas agregadas, como el consumo, el producto, la inversión, el nivel general de precios, los índices de empleo y su relación entre sí, así como los efectos de las políticas gubernamentales.

3.3.2. Microeconomía

Se conoce también en algunos ámbitos como teoría neoclásica. Se considera a Alan Smith como el fundador de la microeconomía, en su obra *La riqueza de las naciones* publicada en 1776. Smith estudió la determinación de los precios de la tierra, la manera en que se fijan los precios individuales, el trabajo y el capital; así como las fortalezas y debilidades de los mecanismos de mercado. Pero su aporte más significativo fue identificar las propiedades notables de eficiencia en los mercados y encontrar una relación con el beneficio económico que resulta de las acciones interesadas de los individuos, a pesar del desarrollo de la microeconomía durante las últimas décadas, muchos economistas coinciden en que los principios de Smith siguen siendo de gran utilidad hasta esta época.

La microeconomía representa un modelo teórico de referencia que permite analizar los patrones de comportamiento de consumidores, empresas, mercados y de la economía en su conjunto, fundamentada en el comportamiento de agentes individuales. Es un catálogo de teorías que postulan ciertas reglas y supuestos de la forma en que funcionan los mercados y ayuda a comprender la asignación de recursos productivos, así como la intervención de precios y mercados. La base teórica permite predecir y controlar el proceso de asignación de dichos recursos mediante el diseño de políticas permanentes.

Un concepto aceptado por los expertos de la materia, sugiere que la microeconomía es la parte de la teoría económica que se dedica al estudio de la empresa, entendida esta como la iniciativa y que a la vez describe la actividad económica al nivel de los agentes individuales que conforman un sistema económico. Así, deriva de una rama de la ciencia económica que

estudia la producción y precios en mercados individuales específicos; su principal objetivo es el análisis de las preferencias y decisiones de los consumidores.

En el entorno de microeconómico se manejan cuatro conceptos básicos que se desarrollan a profundidad por la importancia de su relación entre sí, siendo estos: las mercancías, los precios, el mercado y los agentes económicos.

- **Mercancías:** se refiere a los objetos de circulación en la economía, generalmente se dividen en dos grupos. Los recursos primarios que se refieren a todos aquellos productos que dependen de la disponibilidad que de ellos ofrecen los recursos naturales, y servicios producidos, que son el resultado del proceso productivo de las empresas, son bienes producidos a partir de la transformación de otras mercancías como factores productivos.
- **Precio:** es una magnitud económica que mide la escasez relativa de la mercancía de interés.
- **El mercado:** existe siempre y cuando dos o más individuos estén dispuestos al intercambio de un bien o servicio, los mercados son de profundo interés para la microeconomía, puesto que en ellos se desarrolla el proceso de asignación de recursos y la actividad económica. En todo mercado participan dos tipos de agentes diferenciados: los productores y los compradores.
- **Los agentes económicos:** son todas aquellas clasificaciones de las unidades administrativas, productivas o consumidoras que actúan en la

economía, en ellas se generan y toman decisiones respecto a actividades económicas. Los agentes económicos comunes lo conforman las familias, empresas, el gobierno, organismos descentralizados, productores, instituciones de seguridad social, entre otros.

3.3.2.1. Principio equilibrio parcial

Cualquier modelo matemático utilizado en la economía o en otra ciencia, tiene como principal objetivo el describir relaciones relativamente simples. Por ejemplo, en un mercado de lácteos un economista se dará a la tarea de analizar el precio del producto con algunas variables cuantitativas, como las condiciones naturales, el precio de los insumos y las expectativas de los consumidores. Cada condición por independiente, en un marco simplificado, permite estudiar cómo se determinan los precios de los lácteos y entender cómo influyen condiciones específicas.

Todo economista es consciente de que fuerzas externas alteran el precio del producto y también que, cuando analiza el modelo, estas fuerzas permanecen constantes. Cabe la aclaración de que los economistas no suponen de que los demás factores no inciden en el precio, sino que la verdadera suposición es que estos no cambian durante el período de interés. Todos los modelos económicos utilizan este supuesto conocido como "*ceteris paribus*".

3.3.2.2. Estática comparada

La estática comparativa se encarga de estudiar la intervención de los parámetros del modelo en los diferentes estados de equilibrio. Siempre se debe de suponer que el modelo parte de un estado de equilibrio inicial dado, y se

analizarán que ocurre si se produce un desequilibrio. Para ello, no se consideraran los efectos del período de transición ni el proceso de ajuste.

3.3.2.3. Economía positiva y economía normativa

La economía positiva busca razones objetivas para explicar el funcionamiento de los fenómenos económicos; identifica la manera en que la sociedad resuelve con la práctica los problemas económicos que enfrentan, se ocupa de “lo que es o debería ser”.

Por otra parte, la economía normativa describe prescripciones de fenómenos económicos basadas en juicios de valor moral y subjetivo; responde a criterios éticos, ideológicos o políticos, es decir la manera como una sociedad debe resolver los problemas económicos que se le presentan. Se ocupa de “lo que debería de ser”.

3.3.2.4. Ley de marginalidad

La ley de marginalidad establece que la utilidad marginal de un bien decrece cuando cada unidad extra del bien consumido genera un aumento menor en su utilidad total. Es así, como el costo marginal es aquel en el que se incurre al producir una unidad extra, y el ingreso marginal es el incremento en el ingreso total generado por la venta de dicha unidad.

Bajo esta ley, si una empresa desea maximizar su utilidad total, deberá aumentar su producción hasta el punto de igualar el ingreso marginal de vender una unidad extra con el costo marginal asociado a producirla.

3.3.2.5. Estimación de mercado

El mercado es fundamental para justificar toda inversión que se hace con la intención de generar utilidades, ningún producto destinado a generar ingresos puede sostenerse sino tiene la habilidad de responder a las demandas del mercado. Esto quiere decir que, cuando se crea un producto o servicio y se coloca en el mercado, el mismo debe cumplir con las expectativas de los clientes en términos de precio, volumen, embalaje, calidad, entre otros factores.

La estimación de mercado, se basa en la identificación cuantitativa, de los registros históricos del tamaño del mercado del producto o servicio. Se define como una previsión de la demanda máxima en un período, en función del número de clientes potenciales y la tasa de compras. Este proceso provee información valiosa sobre los mercados en que se operará; además, puede influir en las características del producto o la tecnología aplicada. Para el desarrollo de estrategias de *marketing*, decisiones sobre producción o precio, es necesario entender cuál es el tamaño y volumen de la demanda, la capacidad adquisitiva de los clientes potenciales, el consumo medio y el comportamiento del mercado.

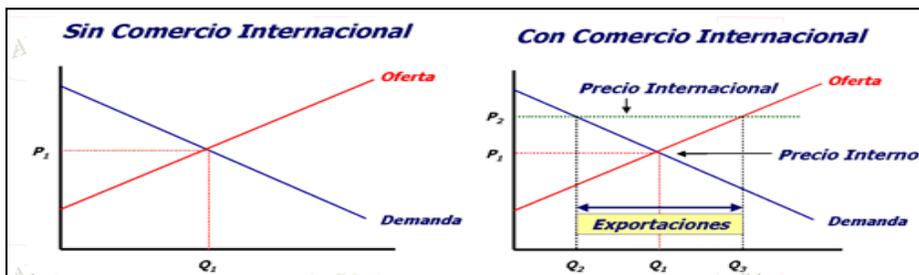
Dentro del proceso de estimación existen dos componentes claves, el número de clientes de un producto y la tasa promedio de compras esperada. Para identificar a los compradores se utilizan principalmente las fuentes secundarias, información económica y los datos comerciales. Mientras que, para definir la tasa de compra se admite la aplicación del “método de las relaciones en cadena” o el “método de índice del poder de compra”.

El método para calcular la demanda variará según el producto o servicio en cuestión. Ahora bien, para comprender el método utilizado en la estimación

de la demanda del presente trabajo de graduación, será necesario desarrollar algunos conceptos teóricos, como: precio internacional, consumo nacional, producción nacional.

- Precio Internacional: al comparar el mercado interno de un país con el mercado externo se encuentran dos precios, el precio interno y el precio internacional. Estos pueden coincidir si el costo de los productores internos es similar al de los externos. El precio internacional de un producto lo determina el mayor productor a nivel mundial y es el precio más bajo en el mercado del comercio exterior. Mientras el mercado del país de análisis permanezca cerrado y no se realicen transacciones internacionales, esta diferencia de precio no provoca ningún efecto ya que se está hablando de dos mercados completamente independientes. No obstante, si se abren las fronteras al mercado exterior esta diferencia de precios genera los siguientes criterios:
 - Si el precio interior es inferior al precio internacional, los productores del país tendrán la capacidad de vender el bien o servicio al exterior, como se puede observar a continuación:

Figura 18. **Comportamiento del mercado interno de un país exportador**



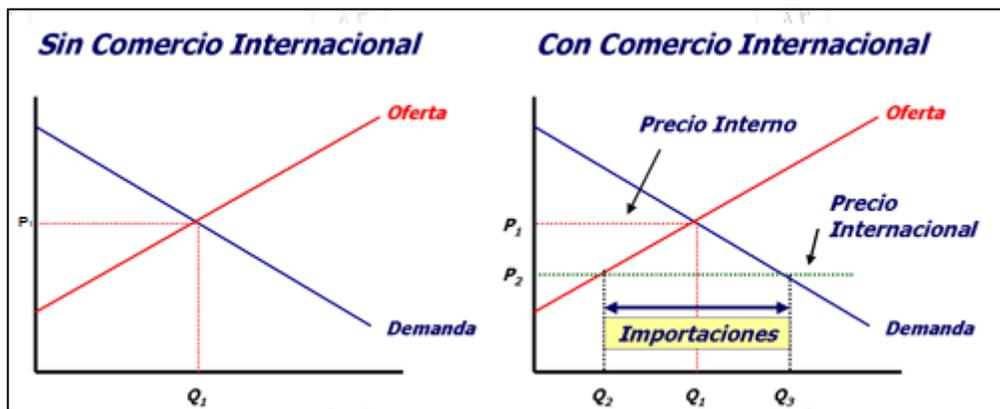
Fuente: Comercio exterior. <http://www.aulafacil.com/Microeconomia/Lecciones/Lecc-20.htm>.

Consulta: 24 de febrero de 2015.

Con el nuevo precio los consumidores adquirirán una menor cantidad, mientras que los productores aumentarán su oferta. Esto generará un excedente que no es consumido por el mercado interno, pero que encontrará salida al exterior por medio de exportaciones.

- Si el precio interior es superior al precio internacional, una alta porción del mercado de los consumidores adquirirá ese bien o servicio en el exterior. Como se puede observar en la siguiente figura:

Figura 19. **Comportamiento del mercado interno de un país importador**



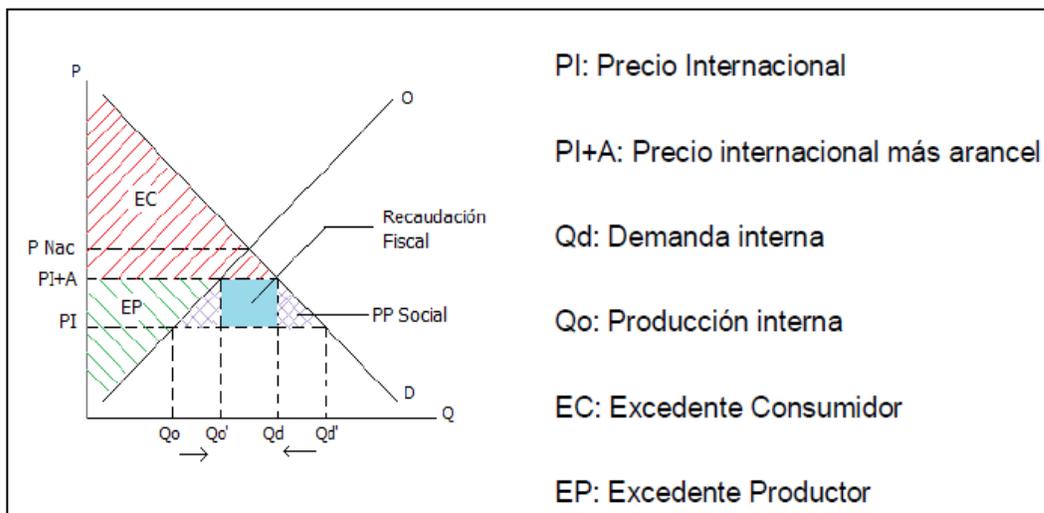
Fuente: Comercio exterior. <http://www.aulafacil.com/Microeconomia/Lecciones/Lecc-20.htm>.

Consulta: 24 de febrero de 2015.

Con el nuevo precio los consumidores desearán adquirir una mayor cantidad del producto, mientras que los productores reducirán su oferta. Este desequilibrio genera un exceso en la demanda que no puede ser cubierto por la oferta interna, pero que en su mayor parte será satisfecha con la entrada de productos del exterior o productos sustitutos.

El segundo concepto microeconómico, representa el principal fundamento teórico que sentó las bases para establecer la demanda insatisfecha del mercado de tableros de aglomerado de madera, que se pretende sea cubierta por el producto sustituto. Es una alternativa que, con datos históricos y estadísticos provee el comportamiento del mercado bajo la interacción de producción nacional e internacional, exportaciones, importaciones y el rol del precio interno y el precio mundial en un mismo gráfico, como se muestra a continuación:

Figura 20. **Componentes del mercado interno con importaciones**



Fuente: MAINO, María Luisa. *Apuntes de microeconomía*. p. 23.

En la figura anterior, se evidencia como el excedente consumidor abarca un área mayor en comparación con el excedente productor. La producción interna "Qo" a un precio mundial de PI solo cubre una cantidad mínima de la demanda interna "Qd", posición que crea una demanda insatisfecha; que como se mencionó con anterioridad se pretende sea cubierta con una porción el

producto sustituto. En el sistema también se identifican medidas protectoras como el arancel y la recaudación fiscal.

Estos conceptos teóricos fundamentan la razón por la que se investigó el precio internacional del producto de interés, tanto para identificar la situación actual del mercado de tableros de aglomerado de madera como para definir su comportamiento interno. Como primer paso, se inicia por definir a los principales productores de tableros de aglomerado a nivel mundial, que acudiendo a estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) son:

Tabla VII. **Principales productores de tableros de aglomerado a nivel mundial**

País	Porcentaje de participación a nivel mundial
China	48 %
Estados Unidos	9 %
Rusia	4 %
Alemania	3 %
Canadá	3 %
Brasil	3 %
Polonia	3 %

Fuente: elaboración propia.

Como siguiente paso, para establecer el precio mundial del producto se debe identificar al mayor oferente a nivel mundial. Que según los datos estadísticos es China, con un porcentaje de participación del 48 %. Se procede a tabular y registrar los precios del producto por parte de este país en su

importación dentro del mercado guatemalteco durante un período de cinco años, información que se proporciona a continuación:

Tabla VIII. **Precio mundial de tableros de aglomerado dentro del mercado de Guatemala**

Precio mundial de tableros de fibra de madera u otras materias leñosas, incluso aglomeradas con resinas o demás aglutinantes orgánicos				
Año	Toneladas	Valor del dólar	Precio mundial en dólares	Precio mundial en quetzales
2009	947	Q 8,35	\$ 576,56	Q 4 814,26
2010	1 671	Q 8,01	\$ 669,06	Q 5 359,17
2011	1 678	Q 7,81	\$ 716,33	Q 5 594,53
2012	1 657	Q 7,90	\$ 770,07	Q 6 083,52
2013	1 892	Q 7,85	\$ 558,67	Q 4 385,54

Fuente: *TradeMap, Agexport*. Consulta: 28 de enero de 2015.

Posteriormente de analizar los datos de la tabla anterior y las estadísticas de la FAO, se concluyó que en el mercado de tableros de aglomerado los oferentes guatemaltecos son incapaces de producir incluso una porción muy pequeña a un precio por arriba del PI; razón por la que se ve obligado a completar el excedente de la demanda por medio de producción exterior. Bajo estas condiciones se puede calcular la magnitud de la porción de mercado insatisfecho utilizando conceptos microeconómicos de la interacción de consumo y producción nacional, como se explicará más adelante.

Como fue necesario establecer la partida arancelaria de los tableros de aglomerado de plástico para encontrar registros históricos en las bases de datos de “Agexport”, se ampliará un poco más sobre el significado de arancel integrado y el inciso arancelario.

- **Arancel Integrado:** es un sistema internacional estandarizado que permite recopilar, validar, consultar e incorporar en una base de datos, toda la información de las mercancías que circulan en el mercado de importaciones y exportaciones. Este sistema es parte de un acuerdo internacional firmado por diversos países, cuyo principal objetivo es facilitar el proceso de las múltiples medidas que se realizan en las aduanas. Se basa en un código que desciende hasta un nivel de 6 dígitos, que representa un registro único de identificación para mercancías dentro de un catálogo aduanero.
 - **Inciso Arancelario:** el inciso arancelario se refiere a una partida y una sección específica, dentro del registro del arancel integrado que permite identificar una mercancía en particular.

Una vez comprendida la importancia del arancel integrado en la investigación de datos históricos del producto de interés, se puede identificar el inciso arancelario en la Súper Intendencia de Administración Tributaria (SAT), que lo clasifica en:

Tabla IX. **Índice arancelario**

Sección IX. Madera, carbón vegetal y manufacturas de madera; corcho y sus manufacturas; manufacturas de espartería o cestería.	
Capítulo 44. Madera, carbón vegetal y manufacturas de madera	
Código	Descripción
4411	-Tableros de fibra de madera u otras materias leñosas, incluso aglomeradas con resinas o demás aglutinantes orgánicos
4411.1	-Tableros de fibra de densidad media llamados MDF

Fuente: *Portal SAT*. www.portal.sat.gob.gt. Consulta: 15 de enero de 2015.

- Producción nacional: la producción es el proceso por medio del cual se crean los bienes y servicios económicos, es la actividad de mayor relevancia en un sistema económico. Por otra parte, la producción nacional se define como el valor total de la corriente de productos y servicios finales generados en una economía específica a un país, por unidad de tiempo, que generalmente es un año. Dentro de su ámbito, se incluyen el consumo del mercado interno y si fuese el caso, las exportaciones.

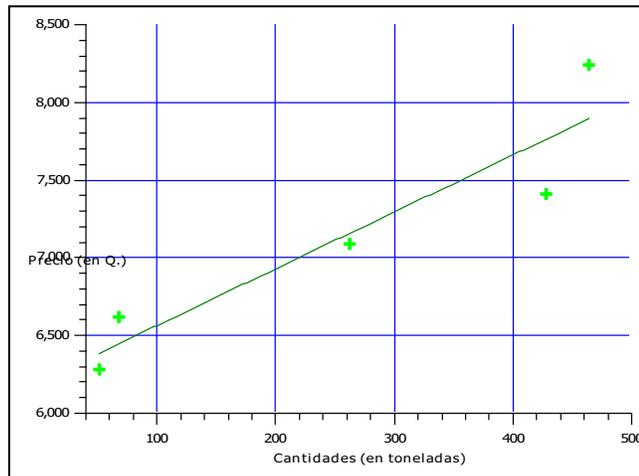
A continuación se muestran proyecciones de registros históricos de la producción nacional de tableros de fibra de madera, datos que fueron analizados para establecer la demanda potencial del producto sustituto:

Tabla X. **Datos históricos de la producción nacional en Guatemala de tableros de fibra de madera**

Producción nacional					
Inciso Arancelario 4411 -Tableros de fibra de madera u otras materias leñosas, incluso aglomeradas con resinas o demás aglutinantes orgánicos					
Año	Toneladas	Valor en dólares	Valor del dólar	Valor en quetzales	
2009	428	\$ 380,000.00	Q 8.35	Q	3,173,000.00
2010	262	\$ 232,000.00	Q 8.01	Q	1,858,320.00
2011	51	\$ 41,000.00	Q 7.81	Q	320,210.00
2012	68	\$ 57,000.00	Q 7.90	Q	450,300.00
2013	464	\$ 487,000.00	Q 7.85	Q	3,822,950.00

Fuente: *TradeMap, Agexport*. Consulta: 28 de enero de 2015.

Figura 21. **Comportamiento gráfico de los datos históricos de la producción nacional en Guatemala de tableros de fibra de madera**



Fuente: elaboración propia, AutoCAD.

Posteriormente de aplicar una regresión lineal a la figura anterior, que representa el comportamiento del consumo nacional de paneles de madera MDF durante un período de 5 años, se pudo determinar que con un coeficiente de correlación $R = 0,875041$ la ecuación que mejor describe el comportamiento es $P(x) = 3,655Qd_x + 6\ 198$, con pendiente positiva como lo establecen los fundamentos teóricos.

- Consumo nacional: el consumo es uno de los componentes esenciales dentro de cualquier economía, es un agregado de cantidades que mide el valor de todas las mercancías compradas por una nación. Sus variaciones representan la causa principal de las expansiones y recesiones en los mercados a corto plazo. Es por eso que en cualquier economía será siempre importante analizar el rol del consumo como el

factor que dinamiza el comportamiento del mercado interno y parte esencial del desenvolvimiento económico de un país.

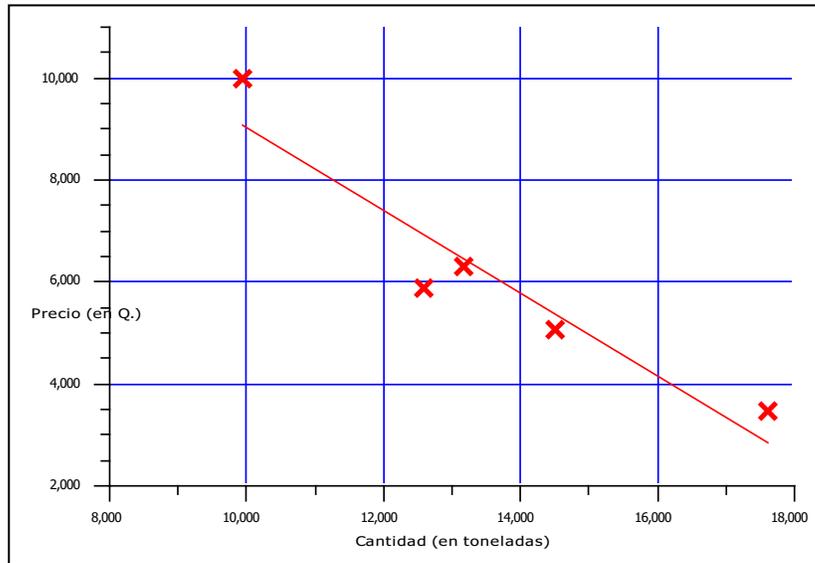
Es sencillo conocer los niveles de consumo de un país, así como el PIB mide el valor de la producción de bienes, el consumo nacional se encarga de medir el valor del gasto, dentro de los que están incluidos el sector privado, público y externo. Dentro del registro, se incluyen los productos de consumo producidos en Guatemala. Para el desarrollo de la demanda del producto sustituto, se analizaron los datos históricos del consumo nacional de los tableros de fibra de madera. Que se presentan a continuación:

Tabla XI. **Datos históricos del consumo nacional en Guatemala de tableros de fibra de madera**

Consumo nacional				
Inciso arancelario 4411 -Tableros de fibra de madera u otras materias leñosas, incluso aglomeradas con resinas o demás aglutinantes orgánicos				
Año	Toneladas	Valor en dólares	Valor del dólar	Valor en quetzales
2009	17 620	\$ 7 300 000,00	Q 8,35	Q 60 955 000,00
2010	12 593	\$ 9 257 000,00	Q 8,01	Q 74 148 570,00
2011	13 158	\$ 10 610 000,00	Q 7,81	Q 82 864 100,00
2012	9 948	\$ 12 564 000,00	Q 7,90	Q 99 255 600,00
2013	14 497	\$ 9 359 000,00	Q 7,85	Q 73 468 150,00

Fuente: *TradeMap, Agexport*. Consulta: 28 de enero de 2015.

Figura 22. **Comportamiento gráfico de los datos históricos del consumo nacional en Guatemala de tableros de fibra de madera**



Fuente: elaboración propia, AutoCAD.

Posteriormente de someter la figura anterior a un análisis de regresión estadístico, se obtuvo el modelo matemático $P(x) = -0,811Qd_x + 17\ 146$, que mejor se ajusta al comportamiento del consumo nacional de paneles de madera MDF; con un coeficiente de correlación bastante aceptable de $R = 0,896377$. La ecuación presentó pendiente negativa, en relación a lo que dictan los fundamentos teóricos.

3.3.2.6. Demanda

Es el volumen total, físico o monetario, que será adquirido por un grupo de compradores en un mercado y un período de tiempo específicos, bajo las condiciones del entorno y un determinado esfuerzo comercial. La demanda

está en estrecha relación con lo que los consumidores desean adquirir. El proceso de demandar implica que los clientes están dispuestos a comprar, mientras que comprar es efectuar la adquisición del producto. La demanda refleja una intención, mientras que la compra constituye una acción.

Algunas características de la demanda que se deben mencionar, son las siguientes:

- Función con pendiente negativa.
- Relación inversa entre el precio del bien y la cantidad que los consumidores desean comprar.
- Puede ser una función lineal o una curva.

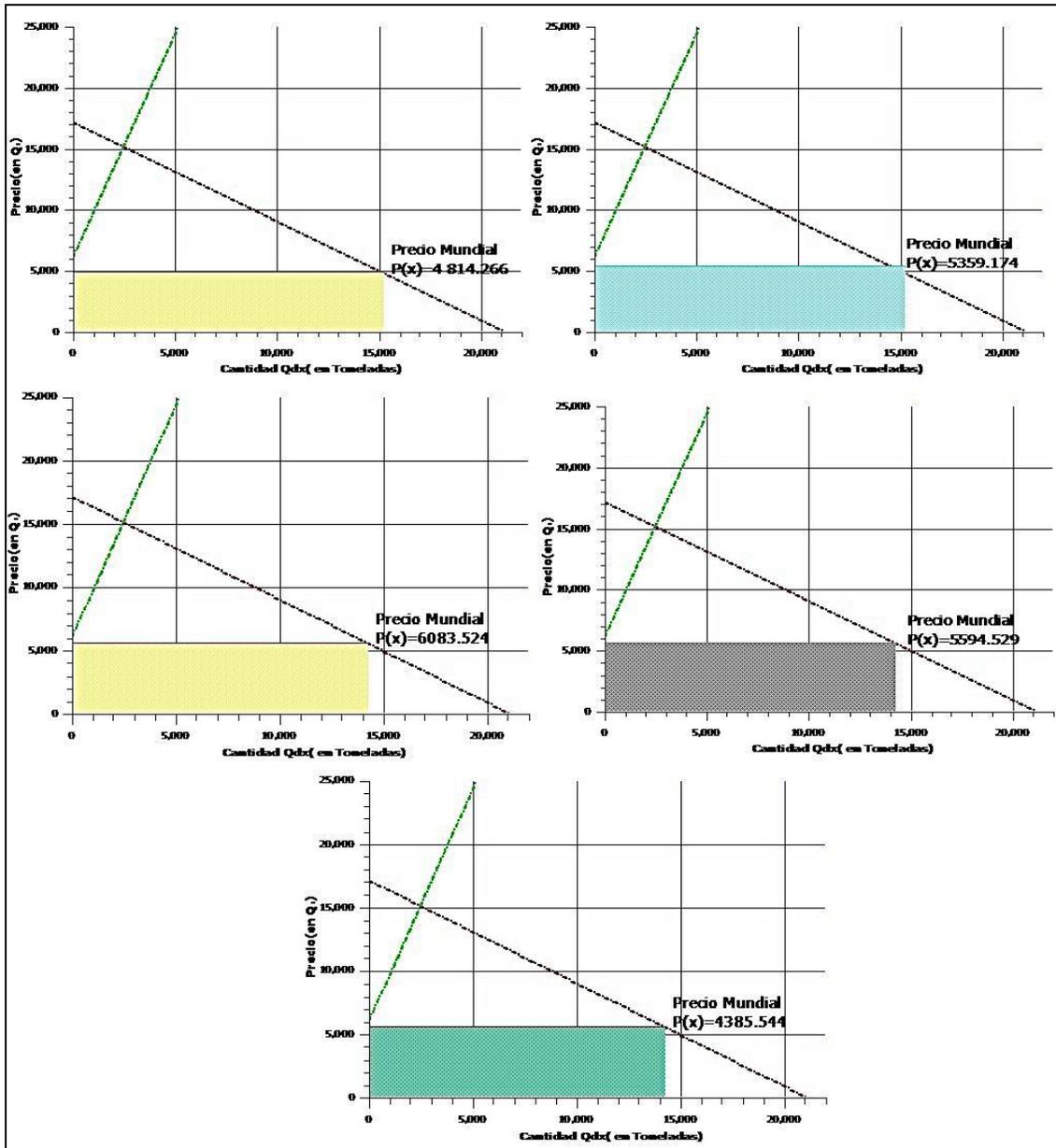
Es importante hacer énfasis en la diferencia entre la demanda del mercado, desde donde se partirá para calcular la demanda del producto, y la demanda individual.

- Demanda del mercado: representa la suma de todas las cantidades demandadas de un bien o servicio a determinado precio, por todos los individuos que lo integran.
- Demanda individual: se centra en el análisis de la cantidad demandada de un solo oferente en el mercado, de un solo individuo en particular.

Como se ha mencionado con anterioridad, el método para calcular la demanda variará según el producto o servicio en cuestión, o del criterio del investigador. Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se utilizó la interacción del comercio exterior, la producción y el consumo nacional, con la intervención del precio mundial.

Para explicar de una mejor manera la técnica que se utilizó se partirá de que, el precio mundial es en esencia, el agente que determina si un país cuenta con exceso productor o consumidor. Para las condiciones del producto en cuestión, el mercado guatemalteco cuenta con un exceso consumidor, que actualmente se cubre en su totalidad por medio de importaciones. Es entonces en este punto, donde el producto puede por medio de un esfuerzo comercial, apropiarse de una pequeña parte de este exceso. Para expresarlo mejor fue necesario el uso de gráficas a escala del comportamiento de la condición antes descrita.

Figura 23. Interacción de precios mundiales en la curva de consumo y producción nacional del mercado guatemalteco de paneles de madera MDF



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

En la figura anterior, se muestra gráficamente la interacción de los precios mundiales dictados por el mayor productor de paneles de fibra de madera (China) con las curvas de consumo nacional y producción nacional. Fue evidente identificar que al precio del líder, los oferentes locales no pueden producir ninguna unidad, por lo que el mercado guatemalteco cubre sus necesidades con importaciones. Posteriormente de identificar las cinco áreas sombreadas en las distintas gráficas que representan porciones insatisfechas en el mercado, fue sencillo determinar los puntos de la demanda potencial total del mercado, información que se registra en la tabla de la demanda, función de la demanda y curva de la demanda.

- Tabla de la demanda: la cantidad que un individuo demandará de un bien o servicio dependerá principalmente del precio. Cuanto menor sea el precio, mayor será la cantidad demandada. Generalmente y para facilitar su estudio, la información sobre la cantidad demandada y el precio se recopila en la tabla de la demanda. La demanda de un mercado siempre se representará como la suma de todas las demandadas individuales de los distintos oferentes de un bien o servicio.

Figura 24. **Ejemplo de las tablas de la demanda individual y del mercado de un bien o servicio**

Precio de un CD (en euros)	Cantidad de CD demandada por Miguel	Cantidad de CD demandada por Víctor	Demanda del mercado
1,0	8	5	13
1,5	6	4	10
2,0	4	3	7
2,5	2	2	4
3,0	0	1	1

Fuente: PÉREZ, Luis Antonio. *La oferta, la demanda y el mercado*. p. 62.

Tabla XII. **Demanda del mercado nacional de paneles de aglomerado de madera MDF**

Precio (P_x)	Cantidad Demandada (Qd_x)
Q 4 814,26	15 206 Ton
Q 5 359,17	14 534 Ton
Q 5 594,53	14 243 Ton
Q 6 083,52	13 641 Ton
Q 4 385,54	15 734 Ton

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Demanda individual nacional de paneles de aglomerado de plástico**

Precio	Cantidad Demandada
Q 4 814,26	760 Ton
Q 5 359,17	727 Ton
Q 5 594,53	712 Ton
Q 6 083,52	682 Ton
Q 4 385,54	787 Ton

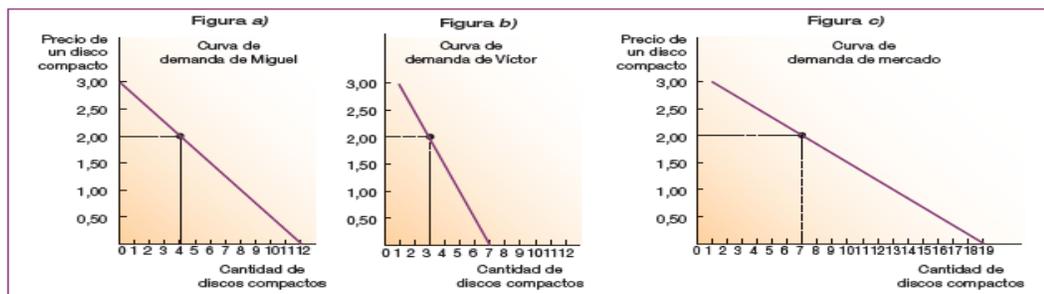
Fuente: elaboración propia.

3.3.2.6.1. Curva de la demanda

La curva de la demanda se refiere a la representación gráfica de la relación existente entre el precio de un bien y la cantidad demandada. Al trazar la curva de la demanda, se presupone que se mantienen constantes todos los demás factores que pueden afectar a la cantidad demandada, excepto el precio.

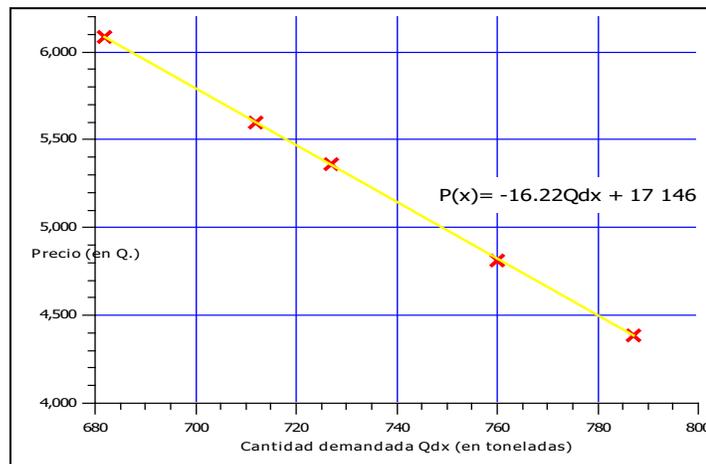
Dentro de esta curva se evidencia el comportamiento de la ley de la demanda, que es la relación inversa existente entre el precio de un bien y la cantidad demandada, en el sentido de que, cuando se reduce el precio aumenta la cantidad demandada, mientras que, cuando aumenta el precio disminuye la cantidad demandada.

Figura 25. **Representación gráfica de la curva de la demanda individual y de mercado de un producto**



Fuente: PÉREZ, Luis Antonio. *La oferta, la demanda y el mercado*. p. 64.

Figura 26. **Curva de la demanda individual de los tableros de aglomerado de plástico**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

En la figura anterior se puede encontrar en un plano cartesiano a escala, la representación gráfica de la demanda individual para el proyecto de aglomerados de plástico. El comportamiento sugiere una tendencia lineal negativa, acorde con lo establecido por la teoría en la ley de la demanda.

3.3.2.6.2. Ecuación de la demanda

La función de la demanda es la función que describe la relación existente de la cantidad demandada de un bien o servicio respecto a factores que le influyen como el precio del bien, el nivel de ingresos del consumidor, los precios de bienes sustitutos y complementarios, los gustos y preferencias del cliente, la publicidad, la temporada y la moda, por citar los principales factores que le afectan. Al expresar esta relación de forma matemática, queda de la siguiente forma:

$$Qd_x = F (P_x, P_y, IM_x, GP_x, Exp_x)$$

Generalmente tiende a catalogarse esta expresión matemática como una ecuación y no como lo que en realidad es, una función. La principal diferencia es que una función es en esencia un conjunto de pares ordenados con la característica de que un valor en las ordenadas determina un valor único en las abscisas. En un enfoque bivariable, normalmente se presenta la función de la demanda en razón de la variable más influyente, siendo esta el precio del propio bien.

Al referirse al caso particular de la función de la demanda de los tableros de aglomerado de plástico y tomando como base la tabla de la demanda individual, se aplicó una regresión estadística de donde se obtuvo que con un coeficiente de correlación “ $R = 0,9998$ ”, la relación lineal entre el precio del bien y la cantidad demanda sea “ $P(x) = -16,22Qd_x + 17\ 146$ ”.

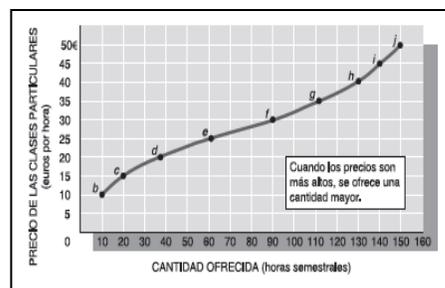
3.3.2.7. Oferta

Dentro del ámbito de la economía, la oferta está integrada por la totalidad de bienes y servicios que se ofrecen en el mercado en un momento determinado y a un precio concreto. Se relaciona estrechamente con los términos en los que las empresas desean producir y vender sus productos. Se debe precisar la diferencia entre ofrecer y vender, el primer término refleja la intención de estar dispuesto a vender, el segundo refleja una acción concreta. Es por ello que se dice que la oferta recoge las intenciones de los oferentes que quieren y pueden producir. La función de la oferta establece que la cantidad ofrecida de un bien o servicio en un período de tiempo concreto dependerá del precio, las condiciones naturales, el precio de los insumos, la tecnología de producción, impuestos, subsidios y el número de empresas que actúan en el mercado. De esta forma se debe representar la función de la siguiente forma:

$$Q_s = F (P_x, CN, P_i, Tec, Estructura, Imp, Subs)$$

La denominada ley de la oferta establece que, ante un mayor precio de un producto o servicio en el mercado, mayor será la oferta del mismo. Esto se origina puesto que, los productores tendrán un mayor incentivo para ofrecer sus bienes.

Figura 27. **La curva de oferta en el mercado de un bien o servicio**



Fuente: PÉREZ, Luis Antonio. *La oferta, la demanda y el mercado*. p. 62.

Dentro del modelo microeconómico de maximización de ganancias de una empresa, y concretamente para el presente ámbito de análisis, la oferta de tableros de aglomerado de plástico está representada por la curva de costos totales. Como se ha mencionado la oferta está en estrecha relación con lo que los oferentes pueden y desean producir, más específicamente con los factores productivos. Es por eso que la curva de costos representa las capacidades y la asignación de dichos recursos dentro de la organización, el costo es en esencia uno de los principales elementos de diferenciación que determinan la participación de una empresa dentro del mercado.

3.3.2.7.1. Costos

Previo de analizar la teoría de costos es preciso diferenciar entre el costo contable y el costo económico. Desde la perspectiva contable los costos hacen hincapié en los gastos erogados, los costos históricos, la depreciación y otros términos contables. La definición de costos que plantean los economistas, parte del concepto del costo de oportunidad, y sugiere que el costo de un factor de producción está determinado por la magnitud del pago necesario para mantener el recurso dentro de su uso actual.

El costo económico es entonces, el pago necesario para mantener un factor de producción dentro de su uso actual. Asimismo, el costo económico de un factor es la remuneración que ese factor recibiría en su mejor empleo alternativo.

El uso de esta definición no implica que los conceptos contables no sean relevantes para el comportamiento económico. De hecho, los procedimientos contables forman una parte integral dentro del proceso de toma de decisiones de un administrador, porque afectan directamente la tasa impositiva que se

aplicará a las ganancias. Además, los datos contables son sumamente sencillos de obtener a diferencia de los datos económicos que con frecuencia deben ser generados de forma independiente. Sin embargo, la definición que utilizan los economistas tiene la característica de que se puede aplicar a todas las empresas y constituyen un sistema conceptualmente homogéneo, por ello son más adecuados para un análisis teórico general.

Se simplificarán dos cosas de los factores de producción que utiliza la empresa. En primer término, se supondrá que solo hay dos factores de producción: un trabajo homogéneo “ l ” y un capital homogéneo “ k ”. En segundo, se supondrá que esos factores se contratan en mercados perfectamente competitivos, en los que la empresa actúa como precio-aceptante donde adquiere el precio del trabajo “ w ”, salario por unidad de trabajo y el precio del capital “ v ”, que es la suma de la tasa de depreciación y del tipo de interés del mercado capital.

- Teoría de costos: la teoría de costos estudia las relaciones que existen entre los costos de los insumos y los diferentes niveles de producción. El problema más recurrente de un empresario es decidir sus niveles de producción y el precio asociado a los mismos.

El uso de esta teoría permite determinar qué método de los técnicamente eficientes, adoptará la empresa, atendiendo a sus objetivos minimizadores de costos. Es decir, el costo influye decisivamente en la cantidad de bienes que el productor está dispuesto a lanzar al mercado. Si el precio vigente fuese demasiado bajo para cubrir los costos de funcionamiento, no ofrecería ninguna unidad; si por el contrario, el precio fuera alto ofrecería una gran cantidad. El principal factor que determina los precios de la oferta de las diversas cantidades de productos, es el costo de producirlos.

- Costos explícitos e implícitos: antes de avanzar, también se debe definir la diferencia entre costos explícitos e implícitos. Se denomina como costo explícito a aquél que tiene una remuneración determinada por la utilización de un factor productivo; por otra parte, el coste implícito es el coste de oportunidad y son indirectos al no tener una remuneración determinada al menos, de forma directa como los anteriores.
- Costo total

Es el total de erogaciones que realiza una empresa en concepto de retribución a los insumos empleados en la producción. Toda actividad agrupa a los rubros componentes del costo según su naturaleza, es decir, según estos varíen o no con la cantidad de producto elaborado, clasificándolos en fijos y variables.

- Costo Fijo: son aquellos cuya cuantía permanece constante independientemente del nivel de producción, son los costos de los factores de producción fijos. La “fijeza” solo existe cuando la empresa permanece estable en su estructura durante el transcurso del período de tiempo considerado en los cálculos de capacidad. Normalmente se asocia al factor fijo “k”.

Tabla XIV. **Descripción de los componentes del costo fijo incurrido en el proyecto de aglomerados de plástico**

Costos fijos		
Descripción	Cantidad	Subtotal
Crusher	1	Q 12 304,00
Balanza	1	Q 10 000,00
Prensa	1	Q 25 000,00
Horno	1	Q 28 000,00
Sierra cinta	1	Q 8 000,00
Compresor	1	Q 7 000,00
Sierra de Banco	1	Q 8 000,00
Moldes	100	Q 66 661,00
Martillo	1	Q 60,00
Pinzas	1	Q 70,00
Picos de loro	2	Q 110,00
Alicates	2	Q 150,00
Corta alambre	1	Q 88,00
Vais	2	Q 100,00
Desarmador	1	Q 20,00
Castigadera	1	Q 40,00
Guantes	1	Q 80,00
Lentes	1	Q 70,00
Total costos fijos		Q 165 753,00

Fuente: elaboración propia.

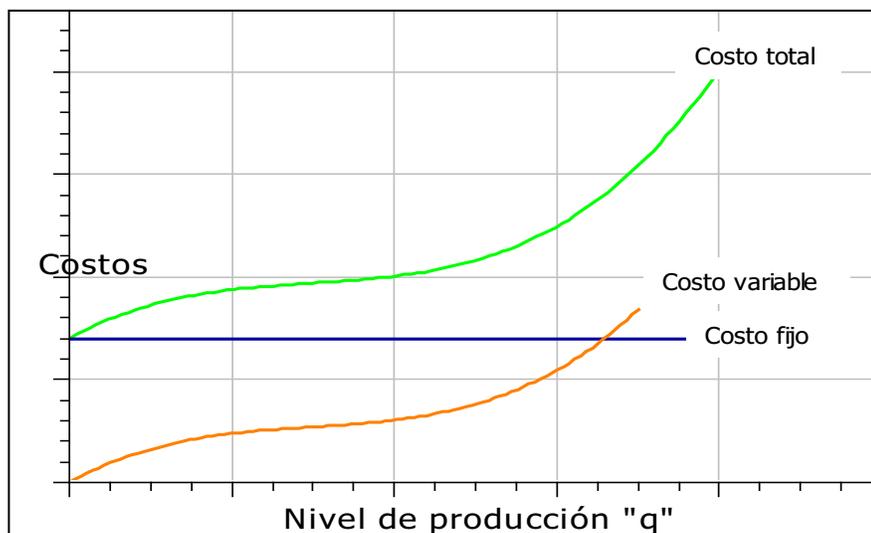
- Costo variable: son aquellos cuya cuantía varía según el nivel de producción o con relación al grado de actividad de la empresa, son los costos que dependen de la cantidad empleada del insumo variable. Comúnmente se asocia al factor variable “l”.

Tabla XV. Descripción de los componentes del costo variable para el proyecto de aglomerados de plástico

Costo Variable	
Descripción	Total
Tetrabrik	Q 0,39
Aceite vegetal	Q 1,10
Talco industrial	Q 0,27
Mano de obra directa	Q 1,11
Energía eléctrica	Q 1,32
Duroport	Q 0,01
Total	Q 4,20

Fuente: elaboración propia.

Figura 28. Curva teórica de costo total, costo fijo y costo variable en función del nivel de producción



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

3.3.2.7.2. Función de costos

Algebraicamente, los costos totales se pueden definir como $CT = CF + CV$, que no es más que la suma geométrica del costo fijo más el costo variable. Por otra parte, matemáticamente la función de costo total muestra que, para un conjunto cualquiera de los precios de los factores y para un nivel cualquiera de producción, el costo total mínimo contraído por la empresa es:

$$C = C(v, w, q)$$

$$C = wl + vk$$

En esta expresión matemática, el término “vk” se asocia al componente fijo del costo, mientras que, el término “wl” representa el costo variable en un plazo corto. La función de costo total tiene la tendencia a comportarse de manera cúbica, característica que se asocia a la influencia de los tres factores de los que depende (trabajo, capital, servicios empresariales). Asimismo, al referirse concretamente al proyecto de aglomerados de plástico, tomando como base los datos de la tabla XIV y aplicando el modelo general de CT; se obtuvo que la función que mejor describe el desempeño de los costos totales sea:

$$CT = 0,008Qd_x^3 - 6,808Qd_x^2 + 5\,904Qd_x + 15\,188$$

3.3.2.7.3. Curva de costos

La curva de costos no es más que la representación en un plano cartesiano, donde el eje de las abscisas está representado por los niveles de producción y el de las ordenadas por unidades monetarias, del desempeño de los costos de la empresa.

Generalmente en la curva se evidencia cómo el CT aumenta a medida que crece el NP, en su primera etapa tiende a tener un comportamiento cóncavo hacia arriba, etapa en la que los costos aumentan a una tasa moderada, la misma tasa permanece constante a medida que el nivel de producción alcanza el intervalo promedio de producción; o sea el punto de inflexión. Luego de este punto, el comportamiento de la gráfica es convexo debido a que los costos aumentan a una razón progresivamente mayor.

Para encontrar la curva de costos, es necesario conocer y tabular el desempeño de costos para diferentes niveles de producción del proyecto, información que se proporciona a continuación:

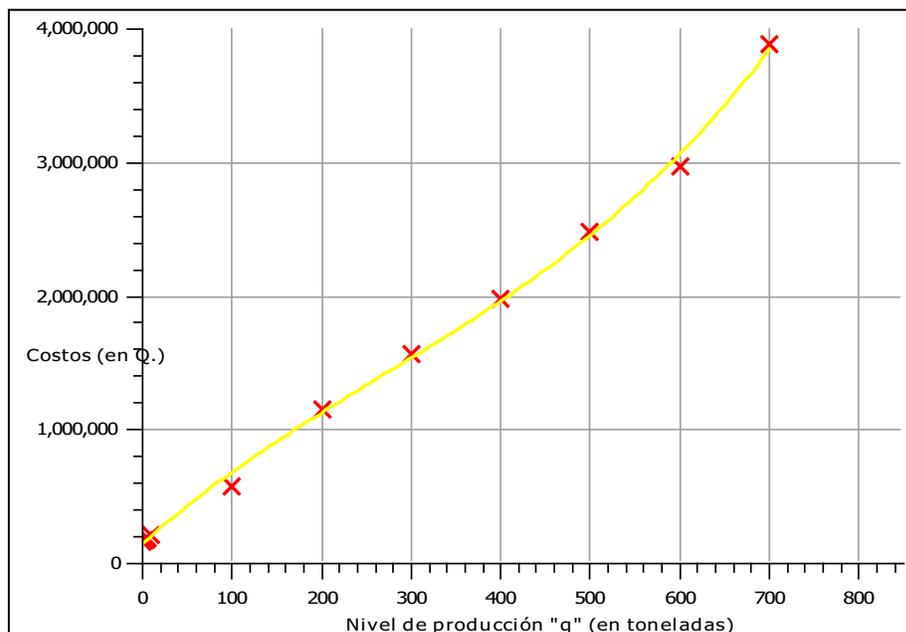
Tabla XVI. Desarrollo del costo total para diferentes niveles de producción de tableros de aglomerado de plástico

Nivel de producción	Costo total
Np (En toneladas)	CT
0	Q 165 753,00
1	Q 169 885,80
2	Q 174 018,60
3	Q 177 849,00
5	Q 186 417,00
10	Q 207 081,00
100	Q 579 033,00
200	Q 1 158 066,00
300	Q 1 571 346,00
400	Q 1 984 626,00
500	Q 2 480 782,50
600	Q 2 976 939,00
700	Q 3 887 478,00

Fuente: elaboración propia.

Como siguiente paso se graficaron los datos expuestos en la tabla XIV para poder observar su comportamiento en una plano a escala, satisfactoriamente se obtuvo un coeficiente de correlación $R = 0,988$ por medio de una regresión estadística. La tendencia de los valores sugiere una expresión cúbica, lo que se encuentra en profunda relación con lo establecido en la teoría. Para apreciarlo mejor, a continuación se muestra la curva de costos del proyecto de aglomerados de plástico:

Figura 29. **Curva de costo total del proyecto de aglomerados de plástico**



Fuente elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Costo medio: representa una de las dos medidas que se utilizan en economía para el costo unitario, es el costo de todos los recursos productivos asociados a cada nivel de producción, imputables a cada unidad producida. Matemáticamente es igual al costo incurrido para

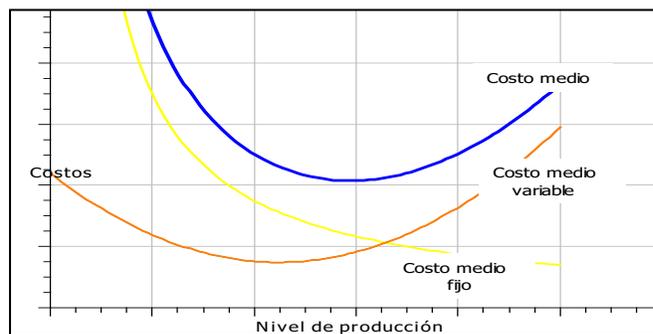
producir una determinada cantidad de unidades, dividido por ese número de unidades y se expresa de la siguiente forma:

$$\text{Costo medio} = Cme(v, w, q) = \frac{C(v, w, q)}{q}$$

El costo medio está compuesto por el costo medio fijo y el costo medio variable, como se detalla a continuación:

- Costo medio fijo: como el costo fijo total es una cantidad constante, al dividirlo por el número de unidades producidas (a medida que estas aumentan) se obtiene una curva que irá siempre en descenso. Teóricamente, se representa por medio de una hipérbola equilátera.
- Costo medio variable: es el costo de los recursos variables en que se incurre para alcanzar un nivel determinado de producción, asignable a cada una de las unidades producidas a ese nivel. A medida que la producción aumenta, también lo hace la cantidad empleada de factores variables.

Figura 30. **Comportamiento teórico del costo medio y sus componentes**



Fuente elaboración propia, empleando AutoCAD.

Las curvas de costo medio variable y total, poseen la característica que se comportan en forma de “U” como se muestra en la figura 20. El punto más bajo de estas curvas indica cuando el productor alcanza el nivel de producción de máxima eficacia de los factores productivos, la curva posee esta tendencia porque más allá de este punto, se genera una reducción de esta eficacia al incurrir en más recursos para producir una unidad adicional.

Posteriormente de aplicar el modelo de la función de costo medio a la función de costo total, se puede concluir que para el presente ámbito de análisis del proyecto el costo medio estará definido por:

$$C_{me} = \frac{0,008Qd_x^3 - 6,808Qd_x^2 + 5\,904Qd_x + 15\,188}{Qd_x}$$

- Costo marginal

Es el segundo principio que se utiliza en economía para medir el costo unitario, indica cual es el incremento en el costo total como consecuencia de producir una unidad adicional. Matemáticamente, es la primera derivada de la función de costo total y se expresa de la siguiente forma:

$$\text{Costo marginal} = C_{mg}(v, w, q) = \frac{\partial C(v, w, q)}{\partial q}$$

Al aplicar ese modelo a la función de costo total, se obtiene que para el proyecto de aglomerados de plástico la función de costo marginal sea:

$$C_{mg} = 0,024Qd_x^2 - 13,616Qd_x + 5\,904$$

4. APLICACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Equilibrio de la empresa en el mercado de aglomerados de plástico

Se debe iniciar definiendo que una empresa es una agrupación de individuos que se han organizado con el fin de transformar factores de producción en bienes y servicios. Los distintos individuos aportarán diferentes tipos de factores, como las habilidades de los trabajadores y diversos equipos de capital, con la expectativa de recibir algún tipo de recompensa de eso.

La idea de equilibrio conlleva implícita una situación en el que las fuerzas que operan sobre el mercado se compensan, de manera que los agentes que intervienen no tienen incentivos para desviarse de las decisiones que les han conducido a esta situación. En economía se entiende por equilibrio aquella situación en la que no hay fuerzas inherentes que inciten al cambio. Algunos economistas han adoptado un enfoque “conductual” para estudiar las decisiones de las empresas, pero la mayor parte de ellos ha encontrado que este planteamiento es demasiado complejo para efectos generales. En su lugar, han adoptado un enfoque holístico, el cual considera que para la toma de decisiones, la empresa es una sola unidad y, por tanto, evita las complejas cuestiones del comportamiento de los proveedores de factores en sus relaciones. Ante este planteamiento, normalmente es conveniente suponer que un solo director dictatorial toma las decisiones, quien racionalmente persigue una sola meta y que esta suele ser maximizar las ganancias.

La mayor parte de los modelos de la oferta suponen que la empresa y su director persiguen la meta de obtener la mayor cantidad de ganancias económicas posibles, acorde a la siguiente definición:

- Empresa que maximiza ganancias: una empresa maximizadora de ganancias elige sus factores y sus productos con el único fin de obtener la cantidad de ganancias máxima posible. Es decir, la empresa tratará de conseguir que la diferencia entre sus ingresos totales y costos totales sea lo más grande posible.

Esta definición tiene un largo historial en la literatura económica y existen muchas razones para recomendarlo. Es un supuesto plausible porque, de hecho, los dueños de las empresas buscarían que sus activos adquieran el mayor valor posible y porque los mercados competitivos podrían castigar que las empresas no maximicen las ganancias. También ofrece resultados teóricos interesantes que, de alguna manera, explican las decisiones que toman las empresas.

Si las empresas, en sentido estricto, buscan maximizar las ganancias, entonces tomarán decisiones de forma marginal. El empresario, conceptualmente, experimentará ajustes de aquellas variables que puede controlar, hasta llegar al punto en el que sería imposible aumentar más las ganancias. Esto implica que observe las ganancias adicionales o marginales que puede obtener si produce una unidad adicional de producto o en las ganancias adicionales que obtendría si contratará un trabajador más. Mientras estas ganancias crecientes sean positivas, elegirá la acción que la lleva a cabo. Cuando las ganancias adicionales de una actividad son nulas, entonces el empresario habrá llevado esa actividad tan lejos como es posible y, por ende, no sería rentable llegar más allá.

Por supuesto, que el principal objetivo del presente trabajo de investigación es analizar el proyecto de aglomerados de plástico como el comportamiento de una empresa maximizadora de ganancias, por lo que los anteriores conceptos se ajustan perfectamente a nuestro ámbito de estudio. Para aplicar el modelo de maximización, será necesario definir y establecer las funciones de ingreso total y marginal del proyecto, como se presentan a continuación:

- Ingreso total: una empresa vende determinado nivel de producción “q”, a un precio en el mercado “p” por unidad. Los ingresos totales (IT) están determinados por:

$$IT(q) = p(q) \cdot q$$

Siguiendo este modelo de ingreso total y partiendo de que la función de precio es $P(x) = -16,22Qd_x + 17\ 146$, el ingreso total del mercado de aglomerados de plástico es:

$$IT(q) = -16,22Qd_x^2 + 17\ 146Qd_x$$

- Ingreso marginal: el ingreso marginal es el aumento de los ingresos totales cuando se vende una unidad de producto más, generalmente se dice que es el ingreso por producir y vender una unidad adicional. Mediante su uso, la empresa compara la cantidad que cada unidad adicional añade tanto al ingreso total como al costo total. Matemáticamente se determina como:

$$Img = \frac{\partial IT}{\partial q}$$

Al aplicar este modelo a la función de ingreso total, se obtiene que la función de ingreso marginal para el mercado de aglomerados de plástico sea:

$$Img = -32,44Qd_x + 17\ 146$$

Al producir “q”, la empresa contrae determinados costos económicos que como ya es conocido, se representan mediante “CT(q)”. Se dice que la diferencia entre los ingresos y los costos son las ganancias económicas (π). Dado que tanto los ingresos como los costos dependerán de la cantidad producida, las ganancias también dependerán de dicha cantidad. Es decir,

$$\pi(q) = p(q) \cdot q - CT(q) = IT(q) - CT(q)$$

De donde se obtiene la condición necesaria para determinar el valor de “q” que maximiza las ganancias haciendo que la primera derivada de este modelo respecto a “q” sea igual a cero.

$$\frac{\partial \pi}{\partial q} = \pi'(q) = \frac{\partial IT}{\partial q} - \frac{\partial CT}{\partial q} = 0$$

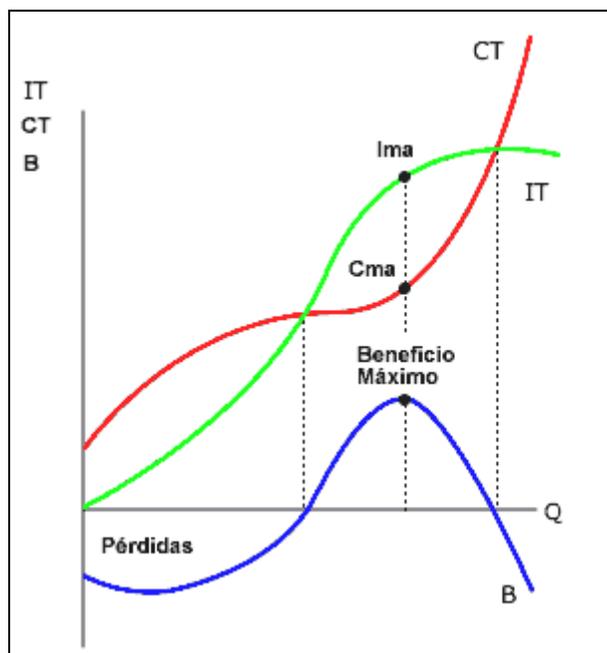
De modo que la condición de primer orden para el máximo es que,

$$\frac{\partial IT}{\partial q} = \frac{\partial CT}{\partial q}$$

Esta es una simple formulación matemática de la regla que dice que el ingreso marginal es igual al costo marginal. Se establece como un modelo de maximización general, puesto que, no todos los productos poseen condiciones similares ni todos los mercados en los que operan se comportan de la misma forma. Es entonces que existen distintos modelos de maximización según las

características particulares de cada mercado, el número de oferentes, la participación, el número de demandantes, entre otros factores. Más adelante se ampliarán los distintos modelos que se aplican a las condiciones de los distintos mercados, por ahora basta con entender la condición general que gráficamente se comporta de la siguiente manera:

Figura 31. **Comportamiento teórico del modelo de maximización de ganancias de una empresa**



Fuente: *La maximización de beneficios*. <http://www.econlink.com.ar/maximizacion-beneficios>.

Consulta: 29 de mayo de 2015.

4.1.1. Método matemático

El método matemático se basa en establecer el nivel óptimo de producción que maximiza las ganancias del empresario, a través de las funciones de costos e ingresos.

Como primer paso es necesario recordar que la función de ingreso marginal asociada al proyecto de aglomerados de plástico está definida por: “ $Img = -32,44Qd_x + 17\ 146$ ”, mientras que la función de costo marginal se expresa por medio de: “ $Cmg = 0,024Qd_x^2 - 13,616Qd_x + 5\ 904$ ”.

Seguido a esto y basándose en la teoría, se aplica la condición de equilibrio de primer orden para la que el nivel de producción se establece como:

$$Cmg_{(x)} = Img_{(x)}$$

$$0,024Qd_x^2 - 13,616Qd_x + 5\ 904 = -32,44Qd_x + 17\ 146$$

Que posteriormente de la respectiva simplificación, da origen a una ecuación de segundo grado con una incógnita, la cantidad óptima de producción. Es necesario mencionar que las unidades de la variable independiente “ Qd_x ” se encuentran en toneladas. Por consiguiente, las soluciones que mejor satisfacen la ecuación son: “ $Qd_x = 397$ ” y “ $Qd_x = -1\ 181$ ”. Al tratarse de unidades de producción, se considerará como válida únicamente la solución positiva.

Ahora, para establecer el precio y el costo medio bastará con sustituir el valor de “ $Qd_x = 397$ ” en las respectivas funciones de “ $P(x) = -16,22Qd_x + 17\ 146$ ” y “ $Cme = 0,008Qd_x^2 - 6,808Qd_x + 5\ 904 + 15\ 188Qd_x^{-1}$ ”.

4.1.2. Método estadístico

El método estadístico para encontrar el punto de equilibrio que maximiza las ganancias se utiliza generalmente cuando no se conocen las funciones de ingresos y costos, pero sí las proyecciones de los mismos para diferentes

eficiencias de producción. Este método tiene el uso de la interpolación lineal como principal herramienta.

La interpolación lineal es un principio estadístico que se utiliza cuando se presenta el caso en el que se conoce el valor de $f(x)$ en una serie de puntos x_1, x_2, \dots, x_n , pero no se conoce una expresión analítica de la función que permita calcular el valor para un punto arbitrario. La idea de la interpolación es poder estimar la función para este dato arbitrario desconocido, a partir de la construcción de una recta que una los puntos donde el valor si se conoce. Si el número de datos es superior a dos, se unirán por medio de rectas los puntos consecutivos.

Los casos más comunes de interpolación lineal son la interpolación simple y la interpolación doble, la única diferencia entre ambos es el número de valores arbitrarios que se busca predecir a partir de una serie de datos conocidos. Como se muestra en los modelos generales a continuación:

Figura 32. **Tabla general para el cálculo de interpolación simple**

Interpolación Simple		
	Factor 1	Factor 2
DATO A	a	c
DATO B	x	y
DATO C	b	d

Fuente: RALDA, Guísela. *Apunte de microeconomía, material de apoyo*. p. 2.

Siendo “y” un valor desconocido, mientras que “a”, “b”, “c”, “d” y “x” datos conocidos (figura 22), la estimación del dato arbitrario a partir de la interpolación simple es:

$$y = \frac{cx - cb - dx + da}{a - b}$$

Figura 33. **Tabla general para el cálculo de interpolación doble**

Interpolación Doble			
	Factor 1	Factor 2	Factor 3
DATO A	a	c	e
DATO B	X	Y	Y
DATO C	b	d	f

Fuente: RALDA, Guísela. *Apunte de microeconomía, material de apoyo*. p. 2.

Conocidos los valores de “a”, “b”, “c”, “d”, “e” y “f” de la tabla general para el cálculo de la interpolación doble (figura 23), las soluciones para los valores “X” y “Y” (por usar dos parámetros comunes) son:

$$X = -\frac{ad - af - bc + be}{c - d - e + f}, \quad Y = -\frac{de - cf}{c - d - e + f}$$

Como primer paso, fue necesario tabular las proyecciones del desempeño del proyecto de aglomerados de plástico para precio, IT, CT, Cme y ganancias en diferentes niveles de producción (tabla XV). También se registraron valores de Cmg e lmg, pero en este caso para valores de producción intermedios a los anteriores (tabla XVI). Seguido a esto, se analizaron los datos de NP (que se encuentran resaltados en las respectivas tablas) para los que se cumple la condición de equilibrio de primer orden para la maximización de ganancias, que como se ha mencionado con anterioridad, es el punto en el que el lmg es igual al Cmg.

Tabla XVII. **Proyecciones de precio, IT, CT, Cme y ganancia del proyecto de aglomerados de plástico para diferentes niveles de producción**

NP	Precio	IT	CT	Cme	Ganancia
0	Q17 146,00	Q 0,00	Q 15 188,00	Q --	Q (15 188,00)
50	Q16 335,00	Q 816 750,00	Q 294 868,00	Q5 897,36	Q 521 882,00
100	Q15 524,00	Q1 552 400,00	Q 547 508,00	Q5 475,08	Q1 004 892,00
150	Q14 713,00	Q2 206 950,00	Q 779 108,00	Q5 194,05	Q1 427 842,00
200	Q13 902,00	Q2 780 400,00	Q 995 668,00	Q4 978,34	Q1,784,732,00
250	Q13 091,00	Q3 272 750,00	Q1 203 188,00	Q4 812,75	Q2 069 562,00
300	Q12 280,00	Q3 684 000,00	Q1 407 668,00	Q4 692,23	Q2 276 332,00
350	Q11 469,00	Q4 014 150,00	Q1 615 108,00	Q4 614,59	Q2 399 042,00
400	Q10 658,00	Q4 263 200,00	Q1 831 508,00	Q4 578,77	Q2 431 692,00
450	Q 9 847,00	Q4 431 150,00	Q2 062 868,00	Q4 584,15	Q2 368 282,00
500	Q 9 036,00	Q4 518 000,00	Q2 315 188,00	Q4 630,38	Q2 202 812,00
550	Q 8 225,00	Q4 523 750,00	Q2 594 468,00	Q4 717,21	Q1 929 282,00
600	Q 7 414,00	Q4 448 400,00	Q2 906 708,00	Q4 844,51	Q1 541 692,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Proyecciones de Cmg e lmg del proyecto de aglomerados de plástico para niveles de producción intermedios**

NP intermedios	Cmg	lmg
25	Q5 578,60	Q16 335,00
75	Q5 017,80	Q14 713,00
125	Q4 577,00	Q13 091,00
175	Q4 256,20	Q11 469,00
225	Q4 055,40	Q 9 847,00
275	Q3 974,60	Q 8 225,00
325	Q4 013,80	Q 6 603,00
375	Q4 173,00	Q 4 981,00
425	Q4 452,20	Q 3 359,00
475	Q4 851,40	Q 1 737,00
525	Q5 370,60	Q 115,00
575	Q6 009,80	Q (1 507,00)

Fuente: elaboración propia.

Como segundo paso de este método y una vez identificados los límites, se procede a tabular los datos en el orden establecido en la tabla general para el cálculo de interpolación doble, como se muestra a continuación:

Tabla XIX. **Datos tabulados para encontrar la condición de equilibrio por medio de la interpolación doble**

NP Intermedios	Cmg	lmg
375	Q4 173,00	Q4 981,00
x	y	y
425	Q4 452,20	Q3 359,00

Fuente: elaboración propia.

Seguido a esto, se aplicó la solución general para la interpolación doble; donde la variable “x” representó el nivel de producción en el punto de equilibrio mientras que la variable “y” la condición de igualdad entre I_{mg} y C_{mg} . Se obtuvieron valores de 396 toneladas para el NP y Q4 291,65 respectivamente.

Como tercer paso, se procedió a tabular los datos de precio y Cme en el orden establecido en la tabla general para el cálculo de interpolación simple, como se muestra a continuación:

Tabla XX. **Datos tabulados para encontrar precio y Cme por medio de la interpolación simple**

NP	Precio	NP	Cme
350	Q11 469,00	350	Q 4 614,59
396	y	396	y
400	Q10 658,00	400	Q 4 578,77

Fuente: elaboración propia.

Para finalizar el método se aplicó la solución general de la interpolación simple para encontrar el precio y Cme en el nivel de producción del punto equilibrio. Denotados ambos con la variable “y”, se obtuvieron valores de Q10 722,88 para el precio y Q4 581,64 para el costo medio.

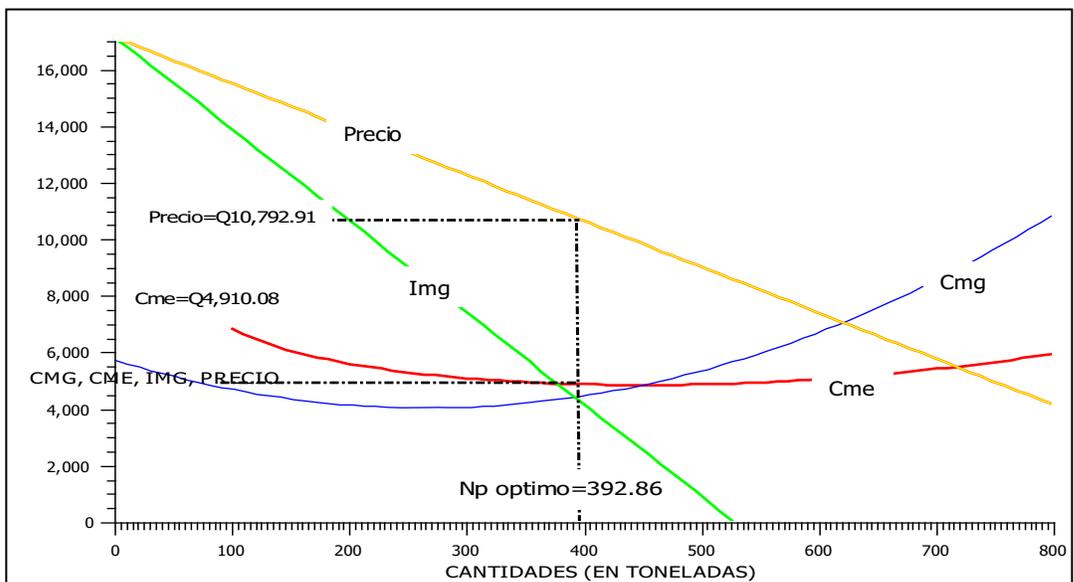
4.1.3. Método gráfico

El método gráfico es la alternativa más sencilla para determinar el nivel de producción que maximiza las ganancias, mediante el comportamiento de las funciones de costos e ingresos en un plano cartesiano. Donde el eje de las

abscisas está representado por los niveles de producción y el de las ordenadas por unidades monetarias.

Para establecer la condición de primer orden que maximiza las ganancias, dentro de un mismo plano, se proyectan las funciones de precio, ingreso marginal, costo marginal y costo medio. Como se muestra a continuación con las funciones del proyecto de aglomerados de plástico:

Figura 34. **Condición de equilibrio para el proyecto de aglomerados de plástico por el método gráfico**



Fuente elaboración propia, empleando AutoCAD.

Para encontrar el punto de equilibrio basta con identificar gráficamente la intersección entre las curvas de ingreso marginal y costo marginal. En el caso particular de la figura anterior, que representó las curvas del proyecto de aglomerados de plástico, esa intersección se alcanzó en un nivel de producción de 396,09 toneladas. Asimismo, para establecer el precio y el costo medio fue

necesario proyectar una asíntota con el nivel de producción conocido e identificar los cruces en las distintas curvas, de las que se obtuvo valores de Q10 712,30 y Q4 579,99 respectivamente.

4.1.4. Precio óptimo

Es el precio en el que se encuentra el balance de generar la maximización utilidades a la empresa pero que a su vez es atractivo y accesible al consumidor o mercado meta. Por óptimo, se entiende como el mejor valor que puede tomar una variable determinada en relación a un objetivo particular, considerando los medios que tiene para alcanzar ese objetivo. El precio óptimo por tonelada que se sugiere en el caso particular del proyecto de aglomerados es:

- Q 10 706,66 por el método matemático
- Q 10 712,30 por el método gráfico
- Q 10 722,88 por el método estadístico

4.1.5. Cantidad óptima

Un productor ha alcanzado el nivel óptimo cuando combina los factores de producción de tal forma, que el costo de producir una unidad del producto resulta ser el más bajo posible o cuando varía las unidades de uno de los factores de producción mantiene constantes las unidades de los demás factores. Aplicados los tres métodos se obtuvo que la cantidad óptima de producción que se sugiere para el proyecto de aglomerados de plástico sea:

- 397 toneladas por el método matemático
- 396 toneladas por el método gráfico
- 396 toneladas por el método estadístico

4.2. Elasticidades de la demanda

Los economistas utilizan las elasticidades para resumir casi todos los efectos cuantitativos que les interesan. Dado que estas medidas se concentran en el efecto proporcional que el cambio de una variable ejerce sobre otra, estas no están sujetas a dimensionales; es decir, “se cancelan” en el cálculo matemático de la elasticidad. Por lo tanto, la elasticidad de y con relación a x (por usar dos parámetros comunes) que se denota como “ $e_{y,x}$ ” y se define por:

$$e_{y,x} = \frac{\frac{\Delta y}{y}}{\frac{\Delta x}{x}} = \frac{\Delta y}{\Delta x} \cdot \frac{x}{y} = \frac{\partial y}{\partial x} \cdot \frac{x}{y}$$

Este concepto se aplica a la curva de la demanda para medir la variación de la cantidad demandada en función de las variables que la determinan.

- Gustos y preferencias: esta elasticidad es la variable que registra la susceptibilidad de la demanda de un bien o servicio, ante el cambio de los gustos y preferencias de los consumidores. Adquiere un valor positivo cuando el bien es altamente aceptado y un valor negativo cuando se está perdiendo mercado. Provoca que se demanden unos bienes frente a otros. Asimismo mide los comportamientos por cuestiones culturales, educativas o por la costumbre y la moda.
- Ingreso de consumidores: la elasticidad de ingreso es una variable que mide la sensibilidad de la demanda de un bien o servicio ante el cambio en el ingreso de los consumidores, en condiciones *ceteris paribus*. La cantidad demanda de un bien es sensible a los cambios en el ingreso de los demandantes, de modo a que al cambiar este afectará también la

demanda. Se deben considerar el análisis de los valores que puede adquirir:

- Si la elasticidad ingreso es mayor que uno ($e_{IM} > 1$) el bien se clasifica como normal y de lujo, lo que indica que ante una variación del ingreso, variará considerablemente la demanda asociada, que suele ser muy elástica. Al no ser necesarios, los consumidores pueden prescindir de ellos en un momento determinado.
- Cuando la elasticidad ingreso adquiere un valor entre cero y uno ($0 < e_{IM} < 1$) el bien se clasifica como normal y necesario, la demanda variará ante cambios en los ingresos, pero en menor proporción que la situación anterior. Suelen tener una demanda inelástica, las personas seguirán comprando el bien porque tienen necesidad del mismo.
- La elasticidad ingreso es menor que cero ($e_{IM} < 0$) cuando la demanda variará en relación contraria a los ingresos monetarios, este tipo de bien se clasifica como inferior.
- Precio de otros bienes: se conoce también como elasticidad cruzada, es una medida de la sensibilidad que sufre la demanda de un bien en particular, ante el cambio en el precio de un bien sustituto o un bien complementario. El valor de la elasticidad será positivo cuando se trate de un bien sustituto y negativo cuando sea un bien complementario, como se define a continuación:
 - La demanda de un bien puede variar cuando el precio de otro bien sufre un cambio. En ese caso, esos bienes tienen una relación de

“sustitutos”, que son aquellos que tienen la capacidad de satisfacer una necesidad similar, aunque sea solo parcialmente.

- Los bienes complementarios tienen la característica de que, usualmente, se consumen de forma conjunta o poseen la capacidad de mejorar su utilidad si se consumen en forma conjunta.
- Expectativas: la elasticidad de las expectativas es la variable encargada de registrar la susceptibilidad de la cantidad demandada; ante una variación de lo que los consumidores esperan, a corto plazo, que este por suceder en el mercado. Mide los comportamientos de los consumidores ante sus expectativas.

4.2.1. Elasticidad precio de la demanda

Mide la sensibilidad de la cantidad demandada ante variaciones del precio. Es decir, nos indica la variación porcentual que experimentará la cantidad demandada de un bien ante el cambio del precio en uno por ciento. Matemáticamente se expresa como:

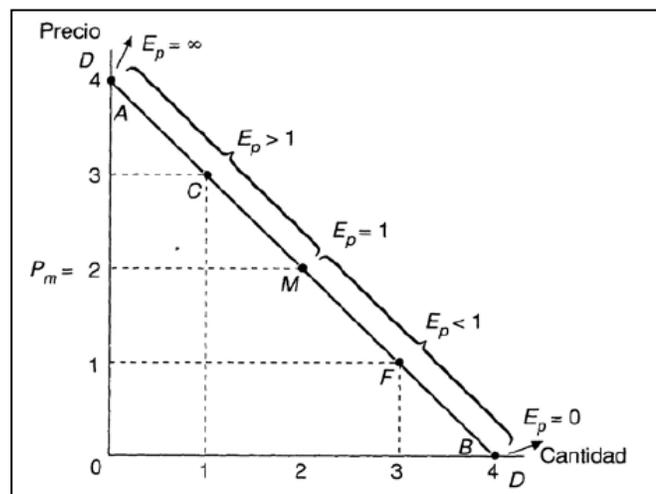
$$e_{PD} = \frac{\Delta q_x}{\Delta P} \cdot \frac{P}{q_x}$$

El cálculo de la elasticidad precio de la demanda permite establecer las siguientes diferenciaciones:

- Demanda elástica: cuando una variación del precio en un 1 % provoca una variación de la cantidad demandada superior a ese porcentaje ($e_{PD} > 1$) se concluye que la demanda es elástica con respecto al precio.

- Demanda inelástica: cuando una variación del precio en un 1 % genera una variación de la cantidad demandada inferior a ese porcentaje ($e_{pD} < 1$) se considera que la demanda es inelástica con respecto al precio.
- Demanda elástica unitaria: si una variación del precio en un 1 % influye a una variación de la cantidad demandada en ese mismo porcentaje ($e_{pD} = 1$), la demanda tiene elasticidad unitaria

Figura 35. **Comportamiento gráfico de los tipos de elasticidad precio de la demanda**

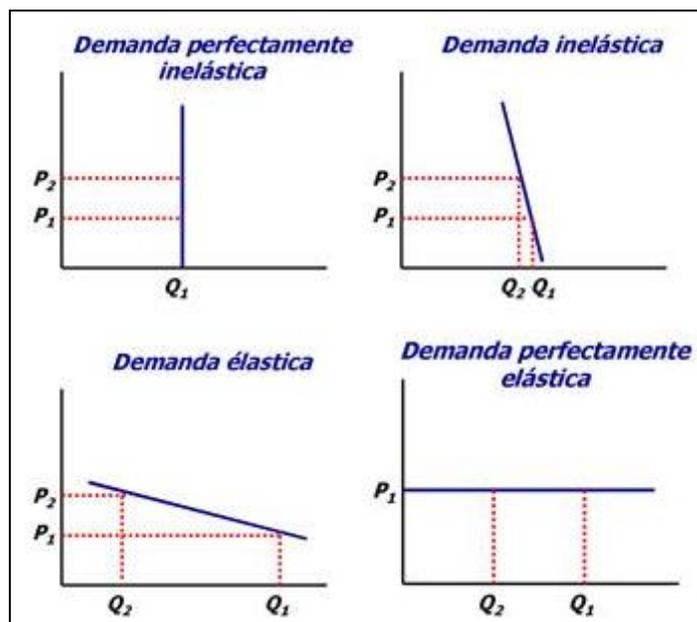


Fuente: *Elasticidad*. <http://www.aulafacil.com/cursos/microeconomia/elasticidad>. Consulta: 6 de junio de 2015.

- Demanda perfectamente elástica: ante una variación porcentual mínima en el precio la cantidad demandada será cero. Este es el caso donde el mercado cuenta con muchos oferentes y demandantes. El valor del coeficiente es un número muy grande como para considerarse infinito ($e_{pD} = \infty$).

- Demanda perfectamente inelástica: la mínima variación en el precio provoca que la cantidad demandada siga igual. El coeficiente de elasticidad precio de la demanda es cero ($e_{PD} = 0$). En este tipo de mercado, los bienes no tienen sustitutos o se trata de bienes muy básicos.

Figura 36. **Comportamiento de la curva de la demanda ante distintos coeficientes de elasticidad**



Fuente: *Elasticidad*. <http://www.aulafacil.com/cursos/microeconomia/elasticidad>. Consulta: 6 de junio de 2015.

Para el cálculo de la elasticidad precio de la demanda del mercado de aglomerados de plástico, se utilizó el punto de maximización de beneficios. Con una cantidad demandada de 397 toneladas a un precio de Q10 706,66 y el inverso del valor de la pendiente de la función de precio. Como se muestra a continuación:

$$e_{PD} = \frac{1}{-16,22} \cdot \frac{10\,706,66}{397} = -1,67$$

Se obtuvo un valor de elasticidad mayor a uno, de lo que se puede interpretar que ante una variación de un 1 % en el precio, la cantidad demandada de aglomerados de plástico sufrirá una variación de 167 %. Haciendo el producto relativamente sensible a los cambios de precio.

4.3. Elasticidades de la oferta

Se refiere al grado de respuesta de la función de oferta a las variaciones en el precio u otros factores que le afectan. La amplitud del cambio definirá que las ofertas sean elásticas, características de gran amplitud, o inelásticas, de poca amplitud; matemáticamente se define como:

$$e_{ps} = \frac{\Delta q_s}{\Delta P} \cdot \frac{P}{q_s}$$

El tipo de elasticidad de la función de oferta dependerá en este caso de los factores:

- Tecnología: la elasticidad de tecnología mide la sensibilidad de la curva de la oferta de un bien o servicio ante el cambio en los aspectos tecnológicos de producción.
- Condiciones naturales: es el factor de la oferta que registra los cambios en el nivel de producción en consecuencia de catástrofes o condiciones naturales que afectan a los oferentes. Las condiciones pueden influir

positiva o negativamente. Generalmente se asocian a los productos agrícolas.

Además de estos, también depende de los siguientes factores que se ampliarán más adelante:

- Precio de insumos
- Impuestos
- Subsidios

4.3.1. Elasticidad precio de insumos

Se encarga de medir las variaciones en la cantidad ofrecida ante cambios en los precios de los recursos necesarios para producir, al hablar del precio de los recursos se refiere al precio del trabajo, de materias primas, de energía y tasas de interés.

Al mantenerse constantes los precios de los insumos al inicio del proyecto de aglomerados de plástico esta medida permanece sin efecto. Sin embargo, se sugiere durante el desarrollo, registrar los cambios en la oferta ante cualquier variación en los insumos para tener una variable de decisión en el proyecto.

4.4. Sensibilidad de la regulación del Gobierno

En casi todos los países industriales, los mercados raras veces están libres de la intervención del Estado. Este, además de establecer impuestos y conceder subsidios, suele regular los mercados de distintas formas. Las intervenciones más importantes pueden ser: la fijación de precios máximos,

precios mínimos, impuestos indirectos a la producción, subsidios de producción y aranceles de importación.

El principal objetivo de regulación gubernamental es mejorar el bienestar social, se busca corregir fallas que se presentan en los mercados como monopolios, monopsonios, carteles o existencia de externalidades negativas.

4.4.1. Elasticidad de impuestos

Es un mecanismo de control económico que se encarga de medir la variación porcentual en la cuota de producción de un oferente, ante la imposición de un impuesto por parte del gobierno. Es importante diferenciar las formas en las que el estado interviene en el mercado por medio de impuestos, siendo estos:

- Impuesto de cuantía fija: es un impuesto fijo, que tiene como objetivo no afectar el precio o la cantidad de producción. Con este tipo de regulación el gobierno busca minimizar o en su defecto, eliminar las excesivas ganancias en los mercados de competencia imperfecta.
- Impuesto por unidad: el gobierno puede reducir la ganancia de los mercados de competencia imperfecta si establece un impuesto por unidad. Este tipo de medida posee la característica de que se puede trasladar parte de la carga al consumidor, lo que incrementa el precio y reduce la producción.

Al no identificar ningún impuesto inmediato en el desarrollo del proyecto de aglomerados de plástico, se analizó la sensibilidad de éste ante la

intervención del gobierno, como una herramienta de decisión o un mecanismo de control que permita tener respuestas a corto plazo ante las regulaciones.

Suponiendo que el gobierno establece sobre el producto un impuesto “t” quetzales por unidad. Al acatar esta disposición, la función de costos totales se ve afectada, puesto que se agrega un componente de costo variable. Para darle un valor numérico al impuesto “t” se toma como base el IVA, que es el 12 % del precio del mercado (Q1 284,80 por unidad), modificando la función de costos totales a “ $CT = 0,008Qd_x^3 - 6,808Qd_x^2 + 7\ 188,80Qd_x + 15\ 188$ ”. Las funciones de costo medio y costo marginal, que están en estrecha relación con los costos totales, también se ven afectadas y adquieren valores de “ $Cme = 0.008Qd_x^2 - 6,808Qd_x + 7\ 188,80 + 15\ 188Qd_x^{-1}$ y $Cmg = 0,024Qd_x^2 - 13,616Qd_x + 7\ 188,8$ ” respectivamente.

Al modificarse uno de los componentes de la condición de equilibrio de primer orden (el costo marginal), se reduce la cuota de producción a 362 toneladas y se traslada el impuesto al consumidor pues el precio se elevaría a Q 11 274,36; asimismo, las ganancias del proyecto sufrirían una reducción del 4 %. Lo que indica que el proyecto es relativamente poco sensible a la imposición de impuestos por unidad con un coeficiente de elasticidad de 0,74, pero el producto se tornaría menos atractivo al consumidor en cuestión precio.

Continuando con las suposiciones, se analizará el efecto de la imposición de un impuesto “f” de cuantía fija por parte del gobierno. Esta regulación produciría un cambio en la función de costos totales, puesto que se suma un componente de costo fijo, modificándola a “ $CT = 0,008Qd_x^3 - 6,808Qd_x^2 + 7\ 188,80Qd_x + 15\ 188 + f$ ”. Caso contrario del Cmg que al ser la primera derivada de la función de CT, se mantiene igual. Al no variar la condición de equilibrio de primero orden, la cuota de producción y el precio también

permanecen constantes, sin efecto alguno sobre el consumidor que dispone del mismo producto en el mercado al mismo precio. Las ganancias del empresario por otro lado, sufren una disminución de magnitud “ f ”, para que se entienda mejor lo se expresará de manera matemática como “ $\pi(q) = IT(q) - [CT(q) + f]$ ”. Como medida de control se puede concluir que ante la imposición de un impuesto de cuantía fija, el proyecto de aglomerados de plástico sufriría una reducción en el margen de utilidades en relación de la magnitud “ f ”.

4.4.2. Elasticidad de subsidios

Los subsidios son una cantidad monetaria que los gobiernos conceden a las empresas, por cada unidad de producción para financiar parte de sus costos y por lo tanto vender a un precio distorsionado por abajo del precio normal de equilibrio. Por lo general, se establecen los subsidios de producción en los siguientes casos:

- Cuando se considera que la cuota de producción en la situación normal es escasa.
- Cuando el precio de equilibrio normal del mercado es muy alto.
- Cuando el bien o servicio a subsidiar es de primera necesidad para los sectores de menores ingresos.

Por todo esto, la elasticidad de subsidios se encarga de medir el cambio porcentual de la cantidad ofrecida ante la imposición de una subvención por parte del estado.

Los subsidios pueden analizarse de la misma forma que los impuestos; de hecho muchos economistas los conciben como un impuesto negativo. Con un subsidio, el precio de los vendedores es superior al de los compradores y la

diferencia entre los dos es la cuantía de subvención. Como es de esperar, la influencia de un subsidio en la cantidad producida y consumida es exactamente la contraria a la de un impuesto, la cuota de producción aumenta.

Para el proceso de análisis, se supondrá que el gobierno otorga al proyecto de aglomerados de plástico un subsidio “s” quetzales por unidad producida. Con esta medida, la función de costos totales sufriría una reducción en el componente de costo variable. Como objeto de estudio le daremos un valor de 12% del precio del producto al subsidio “s” (Q1 284,80 por unidad). Esta acción establecería la nueva función de costos totales en “ $CT = 0,008Qd_x^3 - 6,808Qd_x^2 + 4\,619,20Qd_x + 15\,188$ ”, que a su vez generaría una reacción en cadena que modifica la función de costo marginal a “ $Cmg = 0,024Qd_x^2 - 13,616Qd_x + 4\,619,20$ ”.

Como el principal objetivo de un subsidio es abaratar el producto y aumentar la cuota de producción disponible en el mercado, al desplazar la curva de costo marginal se obtendría una nueva condición de equilibrio con 430 toneladas de producto a un precio de Q 10 171,40. En estas condiciones, el coeficiente de elasticidad de subsidio alcanzaría un valor de 0,69 y las ganancias subirían un 2,90 %.

4.5. Estructura de mercado

La teoría económica clasifica los mercados de acuerdo con su estructura, y esta depende principalmente de la cantidad de oferentes y demandantes, además de otros factores.

Se denominan estructuras de mercado a las diferentes formas que puede adoptar la competencia. El concepto de competencia se refiere a la condición que prevalece en un mercado según la cual la búsqueda y consecución de

beneficios de cada empresa se hace a expensas de los beneficios de otra u otras. Se diferencian por el número y tamaño de los productores y consumidores que operan en el mercado, el tipo de bienes y servicios que se comercian, y el grado de transparencia de la información. También son relevantes las barreras de entrada o salida y las características tecnológicas de las empresas. Se deben identificar y comprender dado que influyen decisivamente en la formación de precios.

Figura 37. **Clasificación de los mercados según el número de demandantes y oferentes**

DEMANDA OFERTA	<i>Un solo comprador</i>	<i>Varios compradores</i>	<i>Muchos compradores</i>
Un solo vendedor	MONOPOLIO BILATERAL	Monopolio parcial	MONOPOLIO
Varios vendedores	Monopsonio parcial	Oligopolio bilateral	OLIGOPOLIO DE OFERTA
Muchos vendedores	MONOPSONIO	OLIGOPOLIO DE DEMANDA	COMPETENCIA PERFECTA

Fuente: GARGALLO, Pablo. *Clases de mercados*. p. 2.

4.5.1. Monopolio

Dentro de un monopolio, una sola empresa cubre un mercado entero. Esta única empresa afronta toda la demanda del mercado de su producto. El monopolio, empleando lo que conoce de la curva de la demanda, toma la decisión de cuánto debe producir. A diferencia de la decisión relativa al nivel de producción en el caso de las empresas en competencia perfecta, decisión que no tiene efecto alguno en el precio de mercado, por otra parte, la elección del nivel de producción del monopolio determinará, de hecho, el precio del bien. En este sentido, los mercados monopolistas y los mercados que se caracterizan por la competencia perfecta representan casos diametralmente opuestos.

Resulta conveniente considerar que los monopolios tienen el poder de determinar los precios. Evidentemente, un monopolio puede elegir el punto de la curva de demanda en el que prefiere operar. Puede elegir el precio de mercado o la cantidad, pero no ambos.

La razón que explica la existencia de los monopolios es que otras empresas consideran que ese mercado no es rentable o que les resulta imposible entrar en él. Las barreras a la entrada son, en esencia, la fuente de todo el poder del monopolio. Si otras empresas pudieran entrar en el mercado, la empresa dejaría de ser por definición, un monopolio. Las siguientes son causas principales que los originan:

- Posesión exclusiva de un insumo o fuente de materias primas
- Concesiones gubernamentales
- Patentes de invención
- La tecnología de la producción
- Economías de escala

Existen dos tipos generales de barreras a la entrada, las barreras tecnológicas y las barreras legales. Una de las principales barreras tecnológicas es que la producción del bien en cuestión podría exhibir costos marginales y promedio decrecientes para un gran intervalo de niveles de producción. La tecnología de producción es tal que la empresa produce escalas relativamente grande y a bajo costo. Situación que se conoce como monopolio natural, donde una empresa podría encontrar que es rentable reducir mucho sus precios para sacar a las otras empresas de la industria.

Por otra parte, muchos monopolios puros son creados por ley y no por condiciones económicas. Estos se basan en la protección legal de un producto

a través de una patente o de los derechos de autor. El argumento para defender el monopolio otorgado por el gobierno es que el sistema de patentes y derechos registrados hace que la innovación sea más rentable y, por tanto, actúa como incentivo.

La anterior definición, de monopolio puro, representa la base sobre la que se analizó el mercado de aglomerados de plástico; que aunque cuenta con un sustituto directo, tiene las características de innovación necesarias para obtener una patente que le permita constituirse dentro de las estrategias de un monopolio. Para poder maximizar el beneficio, se optó por el modelo en el cual el ingreso marginal sea igual al costo marginal. Dado que el monopolio, al contrario de una empresa en competencia perfecta, afronta una curva de demanda con pendiente negativa, el ingreso marginal será inferior al precio de mercado. Para poder vender una unidad más, tendrá que reducir el precio de todas las unidades que venderá, para así poder generar la demanda extra necesaria para absorber esta unidad marginal.

4.5.2. Oligopolio

Un grupo pequeño de oferentes forma un oligopolio. Es una estructura de mercado en la cual la rama de una actividad es dominada por un pequeño grupo, se caracteriza por la presencia de pocos vendedores o productores de un bien o servicio y multiplicidad de consumidores. Uno de sus rasgos es la creación de barreras al ingreso de nuevos oferentes, práctica a la que las empresas existentes destinan un esfuerzo considerable.

Este tipo de mercado opera a través de juegos estratégicos entre los participantes. Cada acción de un oferente, tiene un impacto considerablemente fuerte sobre el éxito de los otros competidores hasta generar reacciones

inmediatas. Este hecho determina que existe permanente interacción entre ellas. El número reducido de empresas implica también que las mismas tengan capacidad de ejercer un poder de mercado provocando que los precios sean más altos y la producción sea inferior que la óptima desde el punto de vista social. Por otra parte, la permanente interacción que existe entre las empresas es con la intención de mantener el poder colaborando entre ellas, en vez de competir por el precio.

La existencia de pocos competidores en el oligopolio y sus características mencionadas de comportamiento estratégico pueden dar lugar a la existencia de acuerdos en precios o repartición de mercado. Estos acuerdos se denominan colusión, que puede ser tácita o abierta. Una colusión abierta se conoce comúnmente como “cartel”. La colusión ha creado submodelos oligopolísticos en los que el equilibrio de maximización de ganancias varía según la situación, a continuación se presentan los tres más importantes.

- Modelo de cartel de repartición de mercado: En este modelo, todas las empresas que integran el cartel llegan a un acuerdo sobre la participación de cada una en el mercado, los competidores venden la misma cantidad de un bien al mismo precio. La situación de maximización de beneficios se centra en:

$$Img_{c/u} = Cmg_{c/u}$$

- Modelo de cartel centralizado: a diferencia del modelo anterior, las empresas se ponen de acuerdo en el precio de venta del producto, pero no en la cuota de producción de cada empresa que integra el cartel. Esto pretende castigar a las empresas que son relativamente menos eficientes, dándoles una cuota de producción menor, y premiar a las más

eficientes con una cuota mayor. El modelo de maximización se centra en encontrar el ingreso marginal del mercado y a partir de este, establecer los niveles de producción de cada empresa, matemáticamente se expresa como:

$$Img_{xMercado} = \sum_{i=1}^n Cmg_n$$

- Modelo del liderazgo en precio: es un modelo de colusión tácita en el cual los oligopolistas adoptan el mismo precio que fija el líder de la industria. La empresa dominante controla una parte importante de la cuota de producción del mercado, por lo que fija el precio que maximiza su ganancia. Luego permite que cualquier otra empresa del cartel venda todo lo que desee a ese precio. El modelo matemático se divide en dos, para la empresa líder es:

$$Img_{lider} = Cmg_{lider}$$

Para el resto de integrantes de la industria es:

$$P(x)_{lider} = \sum_{i=1}^n Cmg_n$$

4.5.3. Competencia monopolista

Se define como una estructura de mercado en la que existen varias muchas empresas ofreciendo productos, si bien en esencia homogéneos, pero diferenciados entre ellos. Esto permite aumentar el poder de mercado de la empresa tendiendo a transformarse en una empresa con características monopolísticas. Sin embargo, la existencia de muchos sustitutos cercanos limita de forma significativa el poder de los vendedores y da como resultado una curva de demanda muy elástica.

El concepto clave en este tipo de mercado es que se presenta una diferenciación del producto; es decir, un producto en particular, dependiendo del productor pueden tener variaciones que le permitan ser, en algún aspecto, diferente a los demás productos similares hechos por otras empresas. La diferenciación puede ser objetiva o subjetiva; la primera resulta de la obtención de un producto diferenciado mediante inversión en I+D, la segunda opera en la percepción del consumidor y se logra mediante gastos de publicidad.

Resumiendo las características particulares que se deben presentar en los mercados de competencia monopolista, se puede decir que:

- La competencia no se basará en los precios, sino en otros valores agregados, como la calidad del producto, el servicio posventa, entre otros.
- Las barreras de entrada se limitan a la diferenciación del producto, lo que, sin embargo, es una barrera importante.

- La publicidad toma una especial importancia, dado que todos los competidores poseen cierto poder, un proceso de promociones representará un incremento en las ganancias.

El equilibrio de la empresa en el mercado se ve sometido a la condición de que si obtienen ganancias económicas en un lapso prolongado, en un futuro cercano entrarán otras empresas en la industria. Esto implica que se desplace en forma descendente la demanda de cada empresa, ya que el segmento de mercado se deberá repartir entre más competidores.

4.5.4. Competencia perfecta

Esta estructura en particular, se caracteriza por la existencia de muchos productores y compradores; el producto es homogéneo, lo que implica que los consumidores pueden elegir libremente cualquier bien o servicios debido a que son idénticos. No existen barreras de entrada o salida y la información es transparente para todos los que participan en el mercado.

La presencia de un número elevado de oferentes provoca que la cantidad producida por cada empresa sea lo suficientemente pequeña como para no influir en el precio de mercado, lo que se hace que las empresas tomen una postura “precio-aceptante”. La oferta estará garantizada. No así la demanda, que al tener tantas opciones para consumir no solo se diversificará, sino que hará del establecimiento del precio, siempre una herramienta a su favor. El precio se establece basándose en la curva de la oferta, que deberá ser de pendiente negativa, además de perfectamente inelástica, y la función de la curva de la demanda permanecerá ligeramente inclinada, en espera de que la oferta le presente los elementos necesarios para tomar la determinación de cómo debe llevarse a cabo la actividad comercial.

Las condiciones con las que debe cumplir todo mercado perfecto son:

- Homogeneidad del producto
- Movilidad de recursos sin restricciones
- Liquidación total de productos
- Gran número de vendedores y productores
- Libre competencia
- Información y racionalidad de los agentes

Al no tener influencia en la determinación del precio de mercado, el ingreso total de una empresa en competencia perfecta se determina cómo:

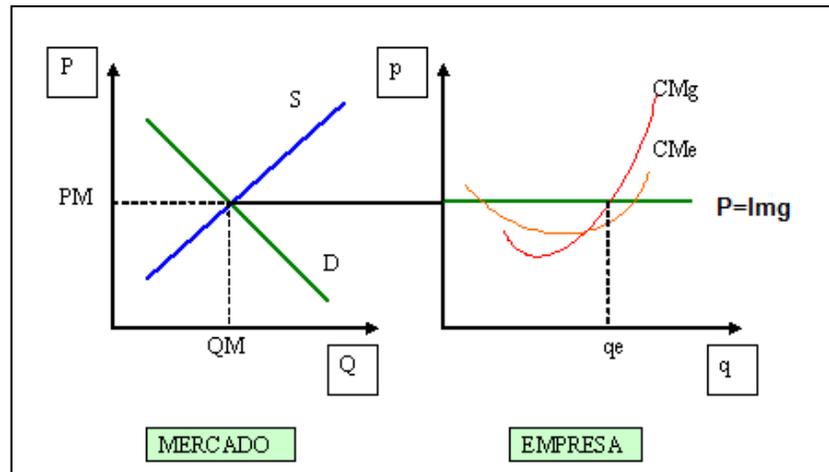
$$IT = p * q$$

Posteriormente de aplicar la primera derivada a la función anterior, se obtiene que el ingreso marginal sea igual al precio que dicta el mercado, como se muestra a continuación:

$$Img = p$$

Lo que genera un cambio en el modelo de maximización de ganancias para las empresas en competencia perfecta, que al igualar el ingreso marginal al costo marginal obtendrán la nueva posición de equilibrio: " $P = Cm_g$ ".

Figura 38. **Maximización de beneficios de una empresa en mercado de competencia perfecta**



Fuente: *Competencia perfecta*. <http://www.eumed.net/diccionario/definicion.php?dic=4&def=637>
 Consulta: 29 de mayo de 2015.

4.5.5. Duopolio

Es una estructura de mercado en la que existen solamente dos productores. Teóricamente, el duopolio es un caso particular (el más simple) del oligopolio. Los productores generan bienes idénticos a costos relativamente idénticos, asumiendo que los productores conocen exactamente cuál es la demanda a la cual estarán enfocados sus productos para los consumidores finales.

Un cambio en el precio o el nivel de producción de uno afectará al otro y las reacciones del segundo a su vez influirán en el primero; generando una cadena de reacciones, lo cual lo obligará a hacer suposiciones acerca de cómo actuará el otro productor frente a un cambio de su política. La característica esencial de la teoría del duopolio reside en que ninguno de los vendedores

puede ignorar las reacciones del otro, ambos quedan ligados en una situación de interdependencia que les impide predecir la política que seguirá el otro.

El equilibrio del duopolio se alcanza cuando los oferentes toman acuerdos, tácitos o abiertos, para estabilizar los precios y la producción en un punto dado, o de lo contrario se desata una guerra de precios. En el primer caso se arriba a una situación de monopolio, en tanto que en el segundo cada productor realiza los beneficios normales que tendría en una situación de competencia perfecta.

4.6. Estrategia del mercado de contienda

En los mercados actuales, los consumidores tienen poca lealtad hacia las empresas que cobran precios altos. La globalización y las economías de escala abren puertas a que nuevas opciones entren al mercado con productos de alta calidad a bajo costo, los consumidores, entonces se irán en tropel con esa nueva empresa.

La teoría del mercado de contienda establece que incluso si una industria tiene una sola empresa, o solamente unas pocas, estas podrían operar como si estuviesen en mercado de competencia perfecta si la entrada es totalmente gratuita y la salida no tiene costo alguno. La competencia real es menos importante que la competencia potencial, y la empresa, o empresas, cobrarán un precio que solo cubra el costo promedio.

Para explicarlo de una manera más simple, se dice que el mercado de contienda es una estrategia de mercado para las empresas monopolistas u oligopolistas, que desean evitar el ingreso de la competencia. Para saturar el mercado y abaratar el producto, recurren a la condición de que el precio debe ser igual al costo medio. Produciendo a este nivel, se aseguran el costo más

bajo del mercado creando una fuerte barrera de entrada a nuevos productores. Para que esta estrategia sea efectiva es necesario que los costos totales incluyan al costo de oportunidad y que además no existan costos hundidos.

Para establecer la estrategia de mercado de contienda referente al proyecto de aglomerados de plástico, se iniciará por encontrar la nueva condición de equilibrio por el método matemático, donde precio sea igual a costo medio, como se muestra a continuación:

$$P(x) = Cme$$

$$-16.22Qd_x + 17146 = \frac{0,008Qd_x^3 - 6,808Qd_x^2 + 5\,904Qd_x + 15\,188}{Qd_x}$$

Que posteriormente de aplicar la simplificación, da lugar a una ecuación cúbica de una incógnita, el nivel de producción. Las soluciones que mejor satisfacen estas condiciones son “ $Qd_x = -1\,912$ ”, “ $Qd_x = 735$ ” y “ $Qd_x = 1,35$ ”; todas en toneladas. Al tratarse de unidades de producción, se considerarán como válidas únicamente las soluciones positivas. Como se ha mencionado con anterioridad, el principal objetivo de la estrategia es saturar de producto el mercado al más bajo costo posible, restricción que obliga a considerar únicamente la solución positiva más grande.

Entonces, el mercado de contienda para el proyecto de aglomerados de plástico será efectivo con un nivel de producción de 735 toneladas a un precio de Q 5 224,3; condición que asegura una fuerte barrera de entrada a cualquier competidor.

4.7. Discriminación de precios

Los monopolistas pueden incrementar su IT y sus ganancias para un nivel determinado de producción llevando a cabo la discriminación de precios, que consiste en cobrar diferentes precios a distintos consumidores por la provisión del mismo bien o servicio. El problema estriba, por supuesto, en identificar a los diferentes clientes y conseguir que paguen precios distintos. No se podrá discriminar precios si la práctica del arbitraje es posible; por ello, el uso de esta estrategia es más generalizado en los mercados de servicios que en los de bienes, aunque originada en estructuras monopólicas se ha extendido a otros tipos de mercado. Para que una empresa pueda discriminar precios, deben cumplirse tres condiciones:

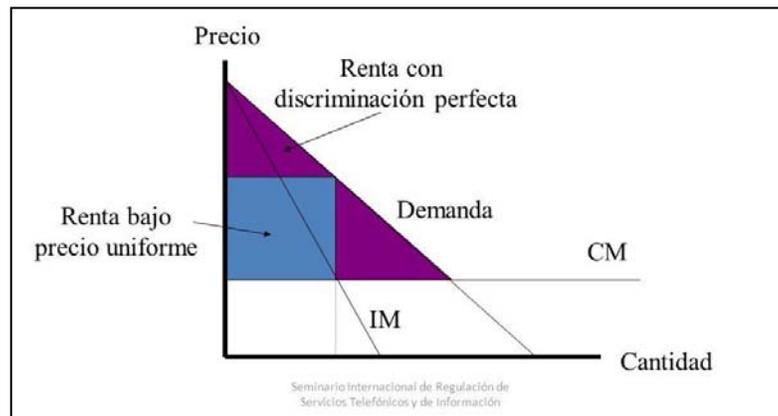
- La empresa solo puede discriminar precios si es capaz de lograr que los consumidores paguen por encima del costo marginal. Para que esto ocurra, la empresa debe tener algún tipo de poder en el mercado del bien o del servicio en cuestión, de lo contrario solo podrá cobrar el precio competitivo.
- Debe tener la capacidad de conocer, o inferir de alguna manera, las diferencias en la disposición a pagar de los consumidores.
- Debe poder evitar o limitar la reventa desde los consumidores que pagan los precios más bajos hacia aquellos que pagan los mayores precios.

La discriminación de precios puede adoptar tres grandes formas, que se denominan discriminación de primer grado, de segundo grado y de tercer grado.

A continuación se examinará cada una de ellas por separado.

- Discriminación de primer grado: idealmente, a una empresa, le gustaría cobrar un precio diferente a cada uno de sus clientes. Si pudiera, cobraría a cada uno el precio máximo que estuviera dispuesto a pagar por cada unidad comprada. Se denominará precio de reserva del cliente a este precio máximo, la práctica de cobrar a cada cliente su precio de reserva se denomina discriminación de precios de primer grado.

Figura 39. **Modelo teórico de la discriminación de precios de primer grado**



Fuente: *Costos y tarifas en telecomunicaciones*. <http://slideplayer.es/slide/1025332/>. Consulta: 01 de julio de 2015.

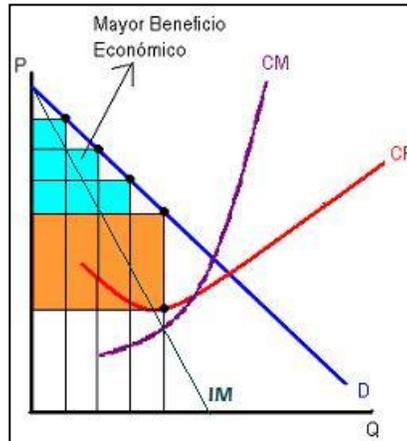
Desde el punto de vista teórico, la máxima ganancia de una empresa se produciría si logra conocer el máximo precio que cada uno de los consumidores está dispuesto a pagar por su producto y cobrara precisamente a cada uno ese precio máximo (siempre y cuando ese precio supere el costo de producción). Esta forma de cobrar “según el cliente”, implica que la empresa no pierde de vender a quienes están dispuestos a pagar poco, pero tampoco se pierde de cobrarle a aquellos que está dispuestos a pagar un precio alto. Sin embargo, esta opción en general ha dejado de ser viable por varios motivos. El primero de

ellos es la legislación, que suele impedir que dos personas que compren un mismo bien o servicio paguen precios diferentes. En segundo lugar, porque existe un problema de costos asociados a la búsqueda de la información por parte de la empresa sobre la capacidad de pago de los potenciales clientes.

- Discriminación de segundo grado: En algunos mercados, cuando cada consumidor compra muchas unidades de un bien en un período cualquiera, su demanda disminuye conforme aumenta el número de unidades compradas. En esta situación, una empresa puede discriminar de acuerdo con la cantidad consumida. Es la llamada discriminación de precios de segundo grado y consiste en cobrar diferentes precios dependiendo de la cantidad del mismo bien o servicio.

La discriminación de precios de segundo grado se presenta cuando existen muchos compradores dentro de cada mercado y existen, al mismo tiempo, diferencias entre los compradores en cuanto al número de unidades del bien que ellos compran. Para llevar esto a cabo se utiliza el sistema de fijación de los precios por bloques, donde el consumidor paga precios distintos por diferentes cantidades o bloques de un bien. Si las economías de escala hacen que el coste medio y el marginal sean decrecientes, los organismos gubernamentales que regulan el mercado pueden fomentar este sistema. Esta política, como provoca un aumento en la producción y consigue mayores economías de escala, puede mejorar el bienestar del consumidor; se reducen los precios en general y el ahorro generado por la reducción de los costes unitarios permite a la compañía obtener más beneficios.

Figura 40. **Modelo teórico de la discriminación de precios de segundo grado**



Fuente: *Economías de escala*. <http://microeconomiauqm.blogspot.com/>. Consulta: 01 de julio de 2015.

Por su facilidad de aplicación, analizamos los efectos de la discriminación de precios de segundo grado en el proyecto de aglomerados de plástico por medio del método estadístico. Como primer punto, fue necesario definir el sistema de fijación de los precios por bloques, de donde se seleccionaron arbitrariamente bloques de 50 unidades de producción. Posteriormente, se tabularon las proyecciones de datos de precio, IT, CT y Cme para los niveles de producción de los intervalos de análisis, y a su vez se tabularon las proyecciones de datos de Cmg e lmg para los niveles de producción intermedios en cada bloque.

Tabla XXI. **Proyecciones de precio, IT, CT y Cme del proyecto de aglomerados de plástico para discriminación de segundo grado**

NP	PRECIO	IT	CT	Cme
0	Q 17 146,00	Q -	Q 15 188,00	Q -
50	Q 16 335,00	Q 816 750,00	Q 294 868,00	Q 5 897,36
100	Q 15 524,00	Q 1 552 400,00	Q 547 508,00	Q 5 475,08
150	Q 14 713,00	Q 2 206 950,00	Q 779 108,00	Q 5 194,05
200	Q 13 902,00	Q 2 780 400,00	Q 995 668,00	Q 4 978,34
250	Q 13 091,00	Q 3 272 750,00	Q 1 203 188,00	Q 4 812,75
300	Q 12 280,00	Q 3 684 000,00	Q 1 407 668,00	Q 4 692,23
450	Q 9 847,00	Q 4 431 150,00	Q 2 062 868,00	Q 4 584,15
500	Q 9 036,00	Q 4 518 000,00	Q 2 315 188,00	Q 4 630,38
550	Q 8 225,00	Q 4 523 750,00	Q 2 594 468,00	Q 4 717,21
600	Q 7 414,00	Q 4 448 400,00	Q 2 906 708,00	Q 4 844,51
650	Q 6 603,00	Q 4 291 950,00	Q 3 257 908,00	Q 5 012,17
700	Q 5 792,00	Q 4 054 400,00	Q 3 654 068,00	Q 5 220,10

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Proyecciones de Cmg e lmg del proyecto de aglomerados de plástico en niveles de producción intermedios para discriminación de precios de segundo grado**

NP intermedios	Cmg	lmg
25	Q 5 578,60	Q 16 335,00
75	Q 5 017,80	Q 15 524,00
125	Q 4 577,00	Q 14 713,00
175	Q 4 256,20	Q 13 902,00
225	Q 4 055,40	Q 13 091,00
275	Q 3 974,60	Q 12 280,00
325	Q 4 013,80	Q 11 469,00
375	Q 4 173,00	Q 10 658,00

Continuación de tabla XXII.

425	Q 4 452,20	Q 9 847,00
475	Q 4 851,40	Q 9 036,00
525	Q 5 370,60	Q 8 225,00
575	Q 6 009,80	Q 7 414,00
625	Q6 769,00	Q 6 603,00
675	Q7 648,20	Q 5 792,00

Fuente: elaboración propia.

Como segundo punto, es necesario mencionar que en esta estrategia en particular el l_{mg} es igual al valor del precio fijado en los intervalos, para este problema la condición de equilibrio de l_{mg} igual a C_{mg} se encuentra en el intervalo entre 601 y 650 unidades (como se podrá encontrar remarcado en las tablas XX y XXI). Para encontrar el NP de la nueva condición de equilibrio fue necesario tabular los datos según el modelo general para la interpolación simple, como se muestra a continuación:

Tabla XXIII. Datos tabulados para encontrar NP por medio de la interpolación simple

C _{mg}	NP intermedios
Q 6 009,80	575
Q 6 603,00	y
Q 6 769,00	625

Fuente: elaboración propia.

Seguido a esto, con los datos tabulados se aplicó la solución general para la interpolación simple; donde la variable “y” representó el nivel de producción en el nuevo punto de equilibrio. Bajo estas condiciones se obtuvo un NP de 614 toneladas. También fue necesario tabular los valores según el modelo general para la interpolación simple para encontrar el Cme, como se muestra a continuación:

Tabla XXIV. **Datos tabulados para encontrar Cme por medio de la interpolación simple**

NP	Cme
600	Q 4 844,51
614	y
650	Q 5 012,17

Fuente: elaboración propia.

Que posteriormente de aplicar la solución general para la interpolación simple, se obtuvo un valor para el Cme de Q4 894,81. El ingreso total del proyecto de aglomerados de plástico al realizar una discriminación de precios de segundo grado sería de Q7 217 142,00; el costo total alcanzaría un valor de Q3 005 413,34 con lo cual la ganancia del empresario percibiría un aumento hasta el valor de Q4 211 728,66. La política de precios por intervalos del proyecto quedaría definida como se muestra a continuación:

Tabla XXV. **Política de precios por intervalos para la discriminación de segundo grado**

Política de precios por intervalos			
Intervalo del NP	Precio por intervalo	Ingreso total por intervalo	Ingreso total acumulado
0 a 50	Q 16 335,00	Q 816 750,00	Q 816 750,00
51 a 100	Q 15 524,00	Q 776 200,00	Q 1 592 950,00
101 a 150	Q 14 713,00	Q 735 650,00	Q 2 328 600,00
151 a 200	Q 13 902,00	Q 695 100,00	Q 3 023 700,00
201 a 250	Q 13 091,00	Q 654 550,00	Q 3 678 250,00
251 a 300	Q 12 280,00	Q 614 000,00	Q 4 292 250,00
301 a 350	Q 11 469,00	Q 573 450,00	Q 4 865 700,00
351 a 400	Q 10 658,00	Q 532 900,00	Q 5 398 600,00
401 a 450	Q 9 847,00	Q 492 350,00	Q 5 890 950,00
451 a 500	Q 9 036,00	Q 451 800,00	Q 6 342 750,00
501 a 550	Q 8 225,00	Q 411 250,00	Q 6 754 000,00
551 a 600	Q 7 414,00	Q 370 700,00	Q 7 124 700,00
601 a 614	Q 6 603,00	Q 92 442,00	Q 7 217 142,00

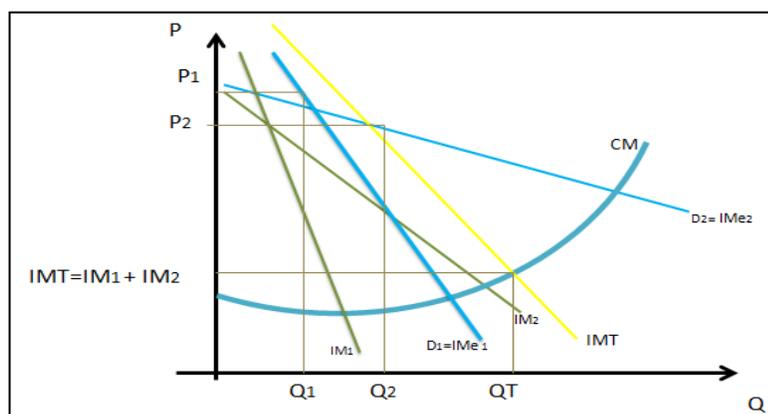
Fuente: elaboración propia.

- Discriminación de tercer grado: este tipo de discriminación de precios divide a los consumidores en dos grupos o más con curvas de demanda independientes para cada uno. También es el tipo de discriminación más extendida, el producto suele ser el mismo y la estrategia apuesta a cobrar precios diferentes por grupos de individuos. Existen algunas condiciones que se deben cumplir para que se pueda efectuar, eficientemente, la discriminación de precios de tercer grado:
 - Los mercados deben ser separables de manera simple.
 - Las elasticidades de la demanda deben ser distintas en cada mercado.

- Los costos deben ser iguales en cada uno de los mercados con el fin de aislar las diferencias de precios que se deben a otros factores.

La política de discriminación de precios exige que se aumente el precio en el mercado menos elástico y que se reduzca en el más elástico. Por lo tanto los cambios tienen un efecto compensador en las pérdidas totales en términos de asignación. Un análisis más exhaustivo sugiere la conclusión, intuitivamente posible, de que la política de múltiples precios será superior, desde el punto de vista de la asignación, a una política de un único precio únicamente en aquellas situaciones en las que la producción total aumente gracias a la discriminación. En cuanto al proyecto de aglomerados de plástico, se obvio este análisis puesto que, de momento es imposible identificar dos tipos de demanda para el producto en cuestión.

Figura 41. **Modelo teórico de la discriminación de precios de tercer grado**



Fuente: *Discriminación de precios*. <http://discriminaciondeprecioshalconviajes.blogspot.com/>.

Consulta: 02 de julio de 2015.

5. SEGUIMIENTO

5.1. Resultados alcanzados

A lo largo del presente trabajo de graduación se desarrollaron principios económicos con el fin de analizar la viabilidad de la ejecución del proyecto de aglomerados de plástico en la industria. A través de los diferentes resultados se pudo identificar, como primer punto, que existe una demanda insatisfecha que se puede suplir con el producto en cuestión. También se identificó que a mediano plazo, el proyecto reporta utilidades y beneficios como se mostrará en el transcurso del presente capítulo, en donde se resumen los resultados finales alcanzados.

5.1.1. Interpretación de datos

Como parte de la interpretación de datos fue necesario analizar los resultados alcanzados en la aplicación de la estrategia de la empresa maximizadora de ganancias por medio de cada uno de los métodos propuestos, con el fin de identificar la variación en los valores finales se realizaron cuadros comparativos y se calculó el porcentaje de error incurrido en el uso de cada método, como se muestra a continuación:

Tabla XXVI. **Cuadro comparativo de resultados entre el método estadístico y el método matemático**

Cuadro de resultados comparativos			
	Resultado por método estadístico	Resultado por método matemático	% de error entre métodos
Nivel de producción	396 Ton	397 Ton	0,25 %
Costo total	Q 1 814 196,00	Q 1 818 161,91	0,22 %
Ingreso total	Q 4 243 276,00	Q 4 250 544,02	0,17 %
Precio de venta	Q 10 722,80	Q 10 706,66	-0,15 %
Costo medio	Q 4 581,64	Q 4 579,75	-0,04 %
Ganancia unitaria	Q 6 134,04	Q 6 126,91	-0,12 %
Ganancia total	Q 2 429 080,00	Q 2 432 381,11	0,14 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Cuadro comparativo de resultados entre el método estadístico y el método gráfico**

Cuadro de resultados comparativos			
	Resultado por método estadístico	Resultado por método gráfico	% de error entre métodos
Nivel de producción	396 Ton	396 Ton	0,00 %
Costo total	Q 1 814 196,00	Q 1 813 676,04	-0,03 %
Ingreso total	Q 4 243 276,00	Q 4 242 070,80	-0,03 %
Precio de venta	Q 10 722,80	Q 10 712,30	-0,10 %
Costo medio	Q 4 581,64	Q 4 579,99	-0,04 %
Ganancia unitaria	Q 6 134,04	Q 6 132,31	-0,03 %
Ganancia total	Q 2 429 080,00	Q 2 428 394,76	-0,03 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Cuadro comparativo de resultados entre el método gráfico y el método matemático**

Cuadro de resultados comparativos			
	Resultado por método gráfico	Resultado por método matemático	% de error entre métodos
Nivel de producción	396 Ton	397 Ton	0,25 %
Costo total	Q 1 813 676,04	Q 1 818 161,91	0,25 %
Ingreso total	Q 4 242 070,80	Q 4 250 544,02	0,20 %
Precio de venta	Q 10 712,30	Q 10 706,66	-0,05 %
Costo medio	Q 4 579,99	Q 4 579,75	-0,01 %
Ganancia unitaria	Q 6 132,31	Q 6 126,91	-0,09 %
Ganancia total	Q 2 428 394,76	Q 2 432 381,11	0,16 %

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente de analizar los cuadros comparativos entre los métodos utilizados para encontrar el punto de equilibrio de la empresa maximizadora de ganancias, es evidente identificar que sin importar cual método se utilice; los resultados muestran coherencia y el porcentaje de error en las comparaciones es tan pequeño como para ser despreciable.

5.1.2. Aplicación de estrategias

En síntesis, las estrategias económicas brindan la información necesaria para que tanto productores como consumidores puedan tomar decisiones sobre su participación en los mercados de bienes y servicios; buscando su respectivo bienestar. A continuación, a modo de resumen se encuentran las diferentes estrategias y sus componentes sobre las decisiones a tomar en diversos

escenarios que se puedan presentar en el desarrollo del proyecto de aglomerado de plástico:

- Estrategia de la empresa maximizadora de ganancias: en esta estrategia la empresa busca alcanzar la condición de equilibrio que, según la teoría economía, asegura la maximización de las ganancias. Esta condición de equilibrio dependerá del tipo de mercado competitivo en el que se opera. Para el caso concreto del proyecto de aglomerados de plástico se estableció una estructura de tipo monopólica, como consecuentemente una empresa no generará siempre mayores ganancias como resultado de mayores ventas debido al factor costo, se obtuvieron los siguientes resultados para el proyecto:

Tabla XXIX. **Resultados de la estrategia de la empresa maximizadora de ganancias**

Empresa maximizadora de ganancias	
	Resultado
NP óptimo	397 Ton
Costo total	Q 1 818 161,91
Ingreso total	Q 4 250 544,02
Precio de venta	Q 10 706,66
Costo medio	Q 4 579,75
Costo marginal	Q 4 267,32
Ingreso marginal	Q 4 267,32
Ganancia unitaria	Q 6 126,91
Ganancia total	Q 2 432 381,11

Fuente: elaboración propia.

Estrategia del mercado de contienda: es una estrategia particular de las empresas con estructura de monopolio, cuyo principal objetivo es evitar el ingreso de competidores en el mercado para asegurar la posición de privilegio de la empresa. Se produce al nivel en el que no existen pérdidas ni ganancias, para abaratar el producto y saturarlo en el mercado. Si el proyecto de aglomerados de plástico prevé la intromisión de un competidor en el mercado, basta con establecer las siguientes condiciones:

Tabla XXX. **Resultados de la estrategia de mercado de contienda**

Mercado de contienda	
	Resultado
Nivel de producción	735 Ton
Costo total	Q 3 953 478,50
Ingreso total	Q 3 953 478,50
Precio de venta	Q 5 224,30
Costo medio	Q 5 224,30
Costo marginal	Q 9 136,68
Ingreso marginal	Q (6 669,50)
Ganancia unitaria	Q 0
Ganancia total	Q 0

Fuente: elaboración propia.

- Estrategia de la discriminación de precios de primer grado: la discriminación de precios es una estrategia que implica cobrar distintos precios a diferentes clientes por el mismo bien o servicio. La de primer grado hace énfasis en cobrar a cada consumidor el máximo precio que esté dispuesto a pagar, aunque en la teoría esto representa el mayor punto de ganancias, en la práctica y en específico en el proyecto de

aglomerados de plástico resultó improcedente por la dificultad que representa recopilar la información para cada cliente. Además las regulaciones del gobierno, permiten que esta estrategia no sea más que un fundamento puramente teórico.

- Estrategia de la discriminación de precios de segundo grado: este tipo de práctica es común de las estructuras monopólicas y se basa en cobrar distintos precios en función de los bloques o pedidos de producción. Es un fundamento de las económicas de escala y si genera bienestar en el consumidor es incentivada por el estado. En el caso del proyecto de aglomerados de plástico se estableció que esta estrategia incrementara las utilidades de la empresa en aproximadamente 70 %, formando un sistema de bloques de 50 unidades de producción como se detalla a continuación:

Tabla XXXI. **Resultados de la discriminación de precios de segundo grado**

Discriminación de segundo grado	
	Resultado
Nivel de producción	614 Ton
Costo total	Q 3 005 413,34
Ingreso total	Q 7 217 142,00
Precio de venta	Por intervalos
Costo medio	Q 4 894,91
Costo marginal	Q 6 603,00
Ingreso marginal	Q 6 603,00
Ganancia unitaria	Q 6 859,49
Ganancia total	Q 4 211 728,66

Fuente: elaboración propia.

- Estrategia de la discriminación de precios de tercer grado: este tipo de práctica discriminatoria de precios tiene como principal objetivo segmentar a cada cliente con su respectiva demanda bien estructurada, para poder vender a diferentes precios. Aunque el modelo es bastante sencillo fue improcedente para el proyecto de aglomerados de plástico puesto que, al menos, por el momento es imposible identificar dos o más demandas independientes.

5.2. Ventajas y beneficios del análisis microeconómico

Por su estructura teórica, al análisis microeconómico también se le conoce como teoría de los precios, debido a que en las economías liberales; es a través del funcionamiento libre del mecanismo del sistema como las acciones de los productores y de los consumidores se articulan y coordinan. Al estudiar la formación de precios, esa rama de la economía se orienta hacia el estudio de la oferta, de la cual son responsables los productores, y de la demanda, que depende del comportamiento y de las reacciones de los consumidores. Además, se empeña en el estudio de los mercados en sus diversas manifestaciones desde las situaciones de monopolio hasta el extremo de la competencia perfecta, examinando las condiciones generales de equilibrio de las empresas en cada una de las posibles situaciones de competencia. En seguida investiga la oferta y la demanda de recursos productivos a partir de los procesos de producción, para llegar finalmente a la teoría de la distribución del ingreso.

Por lo anterior, se puede concluir que el análisis microeconómico se preocupa por el funcionamiento general del sistema económico. Las investigaciones microeconómicas a lo largo de la historia han podido determinar, pese a todas sus abstracciones teóricas, la interdependencia

observada entre las actividades de los productores, de los propietarios de recursos, y de los consumidores, hasta lograr establecer las condiciones para el equilibrio general de la economía y para la consecución de la eficiencia máxima.

A partir del enfoque racionalista, el análisis microeconómico puede alcanzar el óptimo económico siempre y cuando el sistema de precios funcione libremente, orientado las acciones de cada uno de los agentes del sistema económico. Los productores maximizarán sus ganancias al producir los bienes y servicios más escasos, con menos competidores y con precios más remunerativos; los consumidores a su vez, maximizarán su satisfacción aplicando sus ingresos a la adquisición de bienes y servicios que mejor satisfagan sus necesidades habituales; los recursos de producción serán aplicados en la forma más eficaz posible a las actividades que mejor aprovechen sus potencialidades.

Para abarcar la grandeza de ese universo teórico, el análisis microeconómico se divide en cuatro conjuntos: teoría del consumidor, teoría de la empresa, teoría de la producción y teoría de la distribución. Con la articulación de esas cuatro ramificaciones teóricas se abarcan todas las funciones esenciales que se realizan en el interior de un sistema económico. Todo ese complejo teórico, aunque a veces separado de la realidad, tiene como finalidad esencial demostrar la viabilidad de la organización económica liberal: desde que el sistema de precios pueda operar libremente, la eficiencia y el equilibrio se alcanzarán automáticamente.

El análisis microeconómico puede considerarse como un proceso teórico elaborado con el propósito de determinar las condiciones generales de equilibrio de la economía a partir del comportamiento de los agentes económicos individuales -productores y consumidores.

5.3. Acciones correctivas

Se puede mencionar dos interpretaciones diferentes de las condiciones necesarias para lograr la eficiencia. La primera pone énfasis en que los mercados competitivos funcionan. También establece que se debe asegurar que se cumplan las condiciones previas necesarias para que exista competencia, a fin de que puedan asignarse eficientemente los recursos. La segunda pone énfasis en que es improbable que se cumplan las condiciones previas necesarias, dice que se debe centrar la atención en la manera de resolver los fallos del mercado.

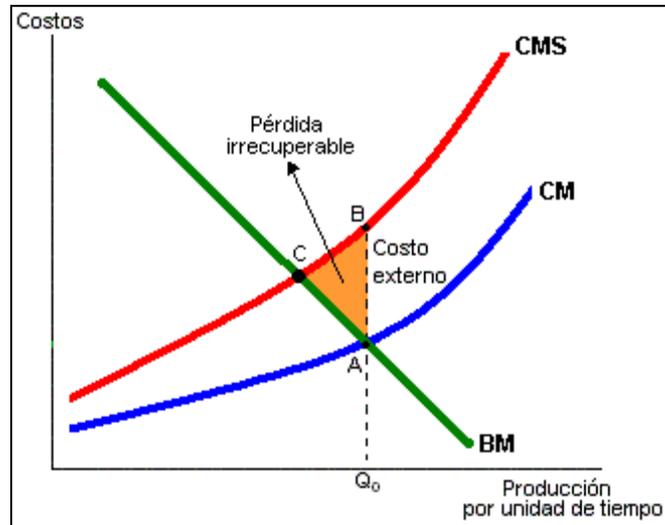
Los mercados competitivos, como cualquier modelo teórico, al aplicarse en la realidad pueden presentar fallas; en el ámbito de análisis suelen presentarse por cuatro razones básicas: el poder de mercado, la información incompleta, las externalidades y los bienes públicos. Se analiza, cada una de ellas por separado como medidas y acciones correctivas en el caso de que el proyecto presente ineficiencias.

- El poder de mercado: existe ineficiencia cuando el productor o el oferente de un factor tiene poder de mercado. En el caso de que el productor tiene poder de monopolio, elige pues la cantidad de producción con la que el ingreso marginal (en sustitución del precio) es igual al coste marginal y vende menos unidades a un precio superior al vigente en un mercado competitivo. Al presentarse una falla en el mercado de aglomerados de plástico, será conveniente revisar a los proveedores y su poder de mercado.
- Información incompleta: si los consumidores de diversos factores de producción no poseen una información precisa sobre los precios de

mercado o sobre la calidad de los mismos, el sistema de mercado no funciona eficientemente. Esta falta de información puede dar a los productores un incentivo para ofrecer una cantidad excesiva de algunos productos y una cantidad demasiado pequeña de otros. En otros casos, mientras que algunos consumidores pueden no comprar un bien incluso aunque se beneficien comprándolo, otros compran productos que empeoran su bienestar. Por último, la falta de información puede impedir incluso que se desarrollen algunos mercados. Por lo anterior, la información de los factores productivos necesarios para producir un tablero de aglomerado de plástico deberá mantenerse actualizada para evitar el sesgo en las decisiones de adquisición de los mismos.

- Las externalidades: el sistema de precios funciona eficientemente porque los precios de mercado transmiten información tanto a los productores como a los consumidores. Sin embargo, a veces los precios de mercado no reflejan las actividades de los productores o de los consumidores. Existe una externalidad cuando una actividad de consumo o producción produce un efecto indirecto en otra actividad de consumo o de producción que no se refleja directamente en los precios de mercado. Se utiliza la palabra externalidad porque el efecto producido en otros (ya sean beneficios o costes) es externo al mercado.

Figura 42. El coste teórico producido por externalidades



Fuente: *Externalidades*. <http://www.auladeeconomia.com/microap-material12.htm>. Consulta: 29 de junio de 2015.

- Los bienes públicos: la última fuente de fallos surge cuando el mercado no ofrece bienes valorados por muchos consumidores. Un bien público puede ofrecerse de una manera más barata a muchos consumidores, pero una vez que se proporciona a algunos, es muy difícil impedir que otros los consuman. El bien o servicio no será rentable si es difícil impedir que otras empresas puedan venderlo.

CONCLUSIONES

1. En el mercado de paneles de madera MDF se identificó por medio de la teoría económica, una demanda insatisfecha en función del precio descrita por " $Qd_x = -1,233P + 21\ 141,80$ ".
2. Para alcanzar la condición de equilibrio de primer orden en el que la empresa maximizará sus ganancias, fue necesario un nivel de producción de 397 toneladas de producto a un precio unitario de Q10 706,66.
3. Se identificó el precio que el mercado está dispuesto a pagar por medio de la función $P(x) = -16,22Qd_x + 17\ 146$, donde la variable independiente representó la cantidad de producto.
4. La elasticidad precio de la demanda obtuvo un coeficiente de -1,67 lo que indica que el producto es muy susceptible a los cambio de precio.
5. La imposición de un impuesto de cuantía fija representa para el proyecto una disminución de utilidades pero no afecta el NP o el precio. A su vez, el impuesto del IVA reportará un coeficiente de elasticidad de 0,74 lo que indica poca susceptibilidad del producto ante esta medida. Finalmente, un subsidio por unidad del 12 % generará un coeficiente de elasticidad de 0,69.

6. La discriminación de precios de primer y tercer grado resultó improcedente para el proyecto por la inviabilidad de la recolección de información. A diferencia de esto, la práctica de discriminación de precios de segundo grado en bloques de 50 unidades de producción reportará un aumento de 70 % en las utilidades.

7. La estrategia de mercado de contienda que asegura a la empresa su posición de monopolio y representa una fuerte barrera a la entrada de competidores, se alcanzó con un nivel de producción de 735 toneladas de producto a un precio unitario de Q 5 224,30.

RECOMENDACIONES

1. Mantener información actualizada sobre el comportamiento del mercado y sus agentes económicos con el fin de anticiparse a los cambios en la demanda.
2. Establecer periódicamente y con nueva información del mercado la condición de equilibrio de primer orden, para asegurar la maximización de ganancias.
3. Respetar la función de precio establecida que representa lo que el mercado está dispuesto a pagar.
4. Calcular periódicamente los coeficientes de elasticidad de la demanda y la oferta, como un mecanismo de control sobre los efectos en el mercado.
5. Aunque el proyecto cuenta con un coeficiente de elasticidad impuesto poco susceptible, es recomendable ante la imposición de un gravamen, analizar la variación en las ganancias para asegurar la rentabilidad del producto.
6. Recopilar información sobre los clientes para poder aplicar a mediano plazo, la práctica de discriminación de precios de tercer grado.

7. Aplicar la estrategia del mercado de contienda ante el ingreso de un competidor nuevo, para asegurar la posición del producto en el mercado y establecer una fuerte barrera de entrada.

BIBLIOGRAFÍA

1. DEL CID ALVARADO, Josué Iván. *Mejora del manejo de residuos sólidos en las secciones de concretos, metales y tecnología de la madera del centro de investigaciones de ingeniería, USAC*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2013. 268 p.
2. DE GREGORIO, José. *Macroeconomía teoría y políticas*. Chile: Prentice-Hall, 2012. 781 p.
3. GUOZ LUTIN, Timoteo. *Análisis matemático y estadístico como apoyo al curso de microeconomía*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 375 p.
4. JIMENEZ, Félix. *Macroeconomía: breve historia y conceptos básicos*. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. 1999. 55 p. Documentos de trabajo 117.
5. MANKIW, N. Gregory. *Principios de economía*. Rabasco, Esther (trad.). España: McGraw-Hill, 2002. 522 p.
6. NICHOLSON, Walter. *Teoría microeconómica principios básicos y ampliaciones*. 9a ed. México: Thomson, 2007. 671 p. ISBN-13: 978-970-686-548-9.

7. PINDYCK, Robert; RUBINFELD, Daniel. *Microeconomía*. 5a ed. España: Prentice-Hall, 2001. 760 p. ISBN: 84-205-3131-6.
8. PINEDA ESPINOZA, Walter Estuardo. *Procedimientos del sistema de gestión de la calidad ISO 17025 en el ensayo de proctor del centro de investigaciones de ingeniería, USAC*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 219 p.
9. ROSSETTI, José Paschoal. *Introducción a la economía*. Rojas, Mario (trad.). 3a ed. México D.F.: Harla, 1982. 585 p.
10. SALVATORE, Dominick. *Microeconomía*. Cué, Agustín (ed. Lit.); Coro, Julio (trad.). 3a ed. México: McGraw-Hill, 2008. 436 p. ISBN: 0-07-054515-4.