

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



“Análisis de factibilidad para implementar un  
túnel de congelación en una fábrica de  
producción de pasteles”

Trabajo de graduación presentado por José Vicente  
Herrera Juárez para optar al grado académico de  
Licenciado en Ingeniería Industrial

Guatemala,

2013



“Análisis de factibilidad para implementar un túnel de congelación en una fábrica de producción de pasteles”

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



“Análisis de factibilidad para implementar un  
túnel de congelación en una fábrica de  
producción de pasteles”

Trabajo de graduación presentado por José Vicente  
Herrera Juárez para optar al grado académico de  
Licenciado en Ingeniería Industrial

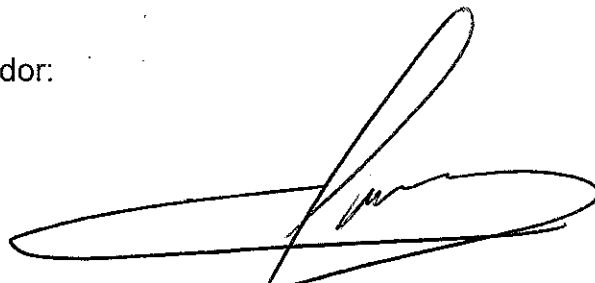
Guatemala,

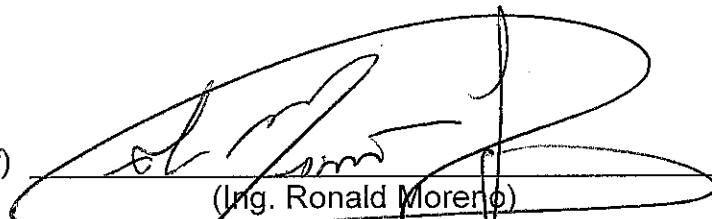
2013

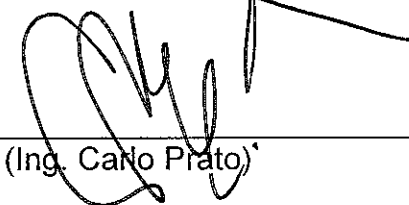
Vo. Bo. :

(f)   
\_\_\_\_\_  
(Ing. Carlo Vinicio Prato Córdoba)

Tribunal Examinador:

(f)   
\_\_\_\_\_  
(Lic. Cristian Álvarez)

(f)   
\_\_\_\_\_  
(Ing. Ronald Moreno)

(f)   
\_\_\_\_\_  
(Ing. Carlo Prato)

Fecha de aprobación: Guatemala, 17 de enero de 2013

## PREFACIO

El presente trabajo de graduación es un resultado del esfuerzo de los 5 años que pasé por esta casa de estudios, el origen del tema se da al evaluar un proceso de producción de pasteles en la empresa Pastelitos, S.A.

Pastelitos S.A. se dedica a la producción a nivel industrial de pastelería, siendo su principal producto el “cheesecake” que lleva un importante proceso de congelación en medio de todas las demás operaciones. Al percatarme de lo limitante que es este proceso, lo presento a los encargados del área, y como equipo proponemos la implementación de un túnel de congelación o ultra congelador para reducir el tiempo y espacio que se ocupa en la operación actual. En este trabajo se analizará la factibilidad y costo-beneficio de esta propuesta para la empresa Pastelitos, S.A.

Agradezco a Dios la oportunidad de estar culminando una etapa muy importante en mi vida, el apoyo de mis padres que son una bendición y siempre han estado ahí a lo largo de toda la carrera, a mi hija, Marielita por ser una motivación muy fuerte para luchar por mis metas, a mis compañeros y amigos con quienes he trabajado, compartido y disfrutado toda una serie de experiencias en la Universidad.

## CONTENIDO

PREFACIO .....	v
CONTENIDO .....	vi
LISTA DE CUADROS .....	ix
LISTA DE ILUSTRACIONES.....	x
RESUMEN.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. JUSTIFICACIÓN .....	2
III. OBJETIVOS.....	3
A. General.....	3
B. Específicos.....	3
IV. ANTECEDENTES.....	4
V. DESCRIPCIÓN DE VENTAS .....	5
A. Descripción del producto.....	5
B. FODA .....	5
1. Fortalezas.....	5
2. Oportunidades .....	6
3. Debilidades.....	6
4. Amenazas.....	6
C. Perfil del consumidor .....	7
D. Análisis de la demanda .....	7
1. DEMANDA HISTÓRICA.....	7
2. Demanda proyectada.....	9
E. Oferta .....	10
VI. ESTUDIO TÉCNICO.....	11
A. Estructura organizacional .....	11

1.	Organigrama .....	11
2.	Horario de trabajo de producción .....	11
B.	Sistema actual de producción.....	12
1.	Proceso operativo .....	12
2.	Proceso de producción .....	12
3.	Maquinaria.....	15
4.	Capacidad de la planta .....	17
5.	DISTRIBUCION DE LA PLANTA .....	19
C.	Planteamiento del problema .....	20
D.	Sistema propuesto de producción.....	21
1.	Proceso de producción .....	21
2.	Maquinaria propuesta .....	24
3.	Capacidad de la planta .....	25
4.	DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA .....	26
E.	Electricidad en el proceso de congelación.....	27
1.	Consumo de energía eléctrica actual.....	27
2.	Incremento en consumo de energía eléctrica .....	29
VII.	ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO .....	30
A.	Inversión inicial .....	30
B.	Costos.....	31
1.	Costos fijos .....	31
2.	Costos variables .....	32
C.	Punto de equilibrio .....	34
D.	Escenarios posibles .....	36
1.	Aumento de capacidad del 20% .....	36
2.	Aumento de capacidad del 15% .....	36

3.	Aumento de capacidad del 14% .....	36
VIII.	CONCLUSIONES.....	40
IX.	RECOMENDACIONES.....	41
X.	BIBLIOGRAFÍA.....	42
XI.	ANEXOS .....	43
A.	Gráfica de Pareto de ventas de todos los productos de Pastelitos, S.A. ....	43
B.	Punto Crítico de actual capacidad instalada .....	45
C.	Punto Crítico de capacidad de nueva propuesta .....	46

## LISTA DE CUADROS

<i>Cuadro 1 – Demanda histórica de pasteles A</i> .....	11
<i>Cuadro 2 – Demanda proyectada de pasteles A</i> .....	12
<i>Cuadro 3 – Balance de operaciones capacidad actual</i> .....	18
<i>Cuadro 4 – Pasteles por hora, capacidad actual</i> .....	18
<i>Cuadro 5 – Detalle de horas trabajadas por turno</i> .....	21
<i>Cuadro 6 – Detalle de horas consumidas por actividad en la planta</i> .....	22
<i>Cuadro 7 – Producción Abril 2012</i> .....	22
<i>Cuadro 8 – Relación de ventas y producción</i> .....	22
<i>Cuadro 9 – Balance de operaciones sistema propuesto</i> .....	27
<i>Cuadro 10 – Pasteles por hora sistema propuesto</i> .....	27
<i>Cuadro 11 – Propiedades del aire</i> .....	31
<i>Cuadro 12 – Temperatura de congelador y ambiente</i> .....	31
<i>Cuadro 13 – Área de puertas congeladores</i> .....	32
<i>Cuadro 14 – Tiempo puerta congelador abierta</i> .....	32
<i>Cuadro 15 – Transferencia masa de aire</i> .....	32
<i>Cuadro 16 – Consumo de energía por puerta congelador abierta</i> .....	32
<i>Cuadro 17 – Detalle de Salarios de Administración</i> .....	35
<i>Cuadro 18 – Detalle de costos fijos anuales</i> .....	35
<i>Cuadro 19 – costos fijos según Relación de la demanda</i> .....	36
<i>Cuadro 20 – Relación de Costos Variables</i> .....	36
<i>Cuadro 21 – Relación muestra Costos Variables actual</i> .....	36
<i>Cuadro 22 – Margen y Costo Variable actual</i> .....	37
<i>Cuadro 23 – Detalle de costos variables actuales</i> .....	37
<i>Cuadro 24 – Relación muestra costos variables nueva propuesta</i> .....	38
<i>Cuadro 25 – Detalle de costos variables nueva propuesta</i> .....	38
<i>Cuadro 26 – Margen y Costo Variable de la propuesta</i> .....	38
<i>Cuadro 27 – Comparación de utilidad con la capacidad actual y con capacidad propuesta</i> .....	39

## LISTA DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1 - Pastel B</i> .....	5
<i>Ilustración 2 - Pastel A</i> .....	5
<i>Ilustración 3 -Relación de productos A y B según datos históricos</i> .....	7
<i>Ilustración 4 - Relación de utilidades generadas por productos A y B</i> .....	8
<i>Ilustración 5 - Demanda histórica de pasteles A</i> .....	9
<i>Ilustración 6 - Demanda proyectada de pasteles A</i> .....	10
<i>Ilustración 7 - Balance de operaciones capacidad actual</i> .....	14
<i>Ilustración 8 - Batidora</i> .....	15
<i>Ilustración 9 - Pesa Digital</i> .....	15
<i>Ilustración 10 - Horno</i> .....	15
<i>Ilustración 11 - Cortadora</i> .....	16
<i>Ilustración 12 - Congeladores</i> .....	16
<i>Ilustración 13 - Capacidad de producción instalada</i> .....	18
<i>Ilustración 14 - Determinación de punto crítico de capacidad actual</i> .....	20
<i>Ilustración 15 - Balance de operaciones sistema propuesto</i> .....	23
<i>Ilustración 16 - Túnel de congelación</i> .....	24
<i>Ilustración 17 - Nueva capacidad de producción</i> .....	25
<i>Ilustración 18 - Punto de equilibrio</i> .....	34

## RESUMEN

En la empresa Pastelitos, S.A. se identifica el proceso de congelación como la principal restricción para los productos que necesitan congelarse como parte del proceso de producción.

Se propone la implementación de un túnel de congelación y por medio del balance de operaciones se determina que tendría un efecto importante, ya que con su uso, aumentará un 20% la capacidad de producción para este tipo de productos.

Los costos variables incrementan un 1.02% por la electricidad que consume el Túnel, pero el incremento se compensa, puesto que con el aumento de capacidad se pueden producir 151,113.25 pasteles más al año, los cuales se venderían, según el pronóstico de la demanda.

Se determina el monto de la inversión y los costos que genera el proyecto, y se elaboran tres posibles escenarios; el optimista que cumple con el incremento del 20% de capacidad en la planta y que va de la mano con el pronóstico de ventas devuelve una TIR de 43.61% y un VPN de Q 3,525,820.67 utilizando una tasa de 12.50%. El escenario conservador supone que la capacidad incrementará únicamente 15%, para este caso la TIR es 14.92% y el VPN es Q193,982.49 utilizando la misma tasa del escenario anterior. Por último, el escenario pesimista que se define con un crecimiento de 14% de capacidad, devuelve una TIR de 5.19% y un VPN de (506,357.68) con la misma tasa anterior.

Se recomienda volver a hacer un estudio de la capacidad de la planta en el 2015, ya que se estima que para febrero del 2016 llegue a su punto crítico.

## I. INTRODUCCIÓN

Pastelitos, S.A. es una empresa en crecimiento que se dedica a la elaboración de pasteles para clientes mayoristas. Sus productos se clasifican en dos categorías; los que llevan congelación en el proceso y los que únicamente lo llevan en el almacenamiento

Se ha identificado que el proceso de congelación es una restricción para los productos que lo requieren, que prácticamente son la mayoría, por eso el enfoque se dirige hacia este tipo de productos, que para efectos del estudio se llaman "Pasteles tipo A".

Las ventas de pasteles tipo A van en crecimiento, sin embargo, la demanda puede verse limitada por la capacidad instalada, que se estima colapsará en diciembre del 2013.

Debido a esta situación se propone la implementación de un túnel de congelación que aumente la capacidad de producción y permita satisfacer el pedido de los clientes.

Se hacen los análisis de aumento de capacidad, balance de operaciones, costos en que se incurre y por ultimo tres escenarios financieros que permiten tener una visión más completa del proyecto para tomar una decisión más elaborada y certera.

## II. JUSTIFICACIÓN

La empresa Pastelitos, S.A. (Nombre ficticio utilizado para proteger la identidad de la empresa) se encuentra en etapa de crecimiento, la demanda de sus productos por parte de los presentes clientes va en incremento, y el departamento de mercadeo prevé que en los próximos 2 años la empresa abarcará un porcentaje mayor del mercado nacional, además de expandirse hacia más campo en el extranjero.

Sin embargo, se teme que la actual capacidad instalada de producción no sea suficiente para ir en sintonía con el aumento de la demanda. Por lo tanto, en Pastelitos, S.A. se ha tomado la decisión de hacer un estudio para evaluar la factibilidad de adquirir maquinaria para ser capaces de mantener una oferta que satisfaga los pedidos de los clientes.

Específicamente el estudio está orientado hacia la adquisición de un “túnel de congelación”. Dicho dispositivo tendrá impacto en las operaciones de congelación en todos los productos, sin embargo será mayor su trascendencia en los productos que llevan estas operaciones como parte de sus procesos intermedios y no al final. Es decir, los pasteles que se congelan durante la producción y no solamente como proceso último, previo al almacenamiento.

El enfoque de aumento de la capacidad se orienta específicamente para los productos con procesos intermedios de congelación, ya que de estos proviene la mayor parte de los ingresos de la fábrica.

Actualmente se utiliza el congelador de producto terminado para enfriar y/o congelar el producto en proceso, esto genera disminución en la eficiencia del congelador y consecuentemente aumento de consumo de energía eléctrica. Además, se ocupa el espacio destinado para el producto terminado, lo cual, eventualmente podría convertirse en un costo de oportunidad.

Es importante recalcar que la congelación para los productos que lo llevan como proceso intermedio es el “proceso restrictivo” o “cuello de botella”.

### III. OBJETIVOS

#### A. General

- Determinar por medio de análisis financiero, y el balance de las operaciones de la fábrica, la factibilidad de implementar un túnel de congelación en la empresa Pastelitos, S.A. para el aumento de capacidad en la producción.

#### B. Específicos

- Determinar la capacidad actual de producción de la fábrica Pastelitos, S.A. por medio del estudio de tiempos y análisis de operaciones.
- Hacer una proyección estimada de la demanda con base en los datos históricos del registro de pedidos desde junio de 2010 hasta junio de 2012.
- Hacer una comparación entre la tendencia de ventas y la capacidad de producción actual para establecer el momento en que dicha capacidad se convertiría en una restricción para el crecimiento de la empresa.
- Cuantificar si existe un aumento de las utilidades en la empresa al modificar los procesos actuales de producción, tomando en cuenta la tendencia de la demanda.
- Establecer los ahorros, beneficios y costos generados por la nueva maquinaria para estimar los indicadores financieros necesarios y determinar la rentabilidad del proyecto.

## IV. ANTECEDENTES

La empresa Pastelitos S.A. se formó en el 2002 como un proyecto de expansión de empresarios guatemaltecos que se dedicaban a la producción de pan a nivel industrial. Desde sus inicios la empresa definió su estrategia de mercado, siendo sus clientes objetivos restaurantes, distribuidores o mayoristas. Se hizo propaganda con quienes ya compraban pan y con clientes nuevos. La fábrica se instaló con la maquinaria básica, contrataron personal para cubrir un turno de producción diurno y poco a poco comenzó la producción.

Se establecieron criterios de pedidos mínimos que en un inicio eran 40 unidades (ahora son 50). Sin embargo, ofrecían muestras de menor cantidad de unidades para que los clientes experimentaran y calificaran el producto. Los resultados fueron positivos, los clientes comenzaron a hacer sus pedidos, y la empresa supo responder ante las demandas. Desde sus inicios se estableció la política de nunca decir que no a los clientes, al momento que ellos requerían nuevos sabores, presentaciones o diferentes características se les complacía por más dificultoso que pudiera ser.

La suma de todos los esfuerzos fortaleció a la empresa y le permitió un rápido crecimiento. Es por ello que Pastelitos, S.A. actualmente cuenta con buena reputación a nivel latinoamericano y satisface los pedidos de clientes en el interior y exterior del país. Siendo estos en su mayoría restaurantes y algunos distribuidores.

Sin embargo se prevé que el crecimiento continuará y Pastelitos S.A. mantiene la misma estrategia, dirigirse hacia clientes que manejen pedidos de alto volumen y nunca decir que “no”.

## V. DESCRIPCIÓN DE VENTAS

### A. Descripción del producto

Pastelitos, S.A. maneja diversidad de productos, pero para el estudio, se clasificaran en 2 categorías A y B. Los productos A son aquellos que cuentan con procesos intermedios de congelación y los productos B son los que carecen de este tipo de procesos.

Los productos tipo A son pasteles que necesitan de la congelación para poder ser decorados sin perder la forma obtenida después del horneado, y que además se cortan las porciones antes de empacarse.

Los Productos tipo B pueden ser empacados y posteriormente congelarlos en el almacenamiento.

La siguiente ilustración apoya de mejor manera la anterior clasificación y explicación.

Ilustración 2 - Pastel A



Ilustración 1 - Pastel B



### B. FODA

#### 1. Fortalezas

- La empresa Pastelitos S.A. posee la experiencia de 10 años en producción y comercialización de productos de pastelería.

- Pastelitos S.A. cuenta con una cartera de clientes que han demostrado lealtad.
- Los artículos que serán afectados con la nueva maquinaria actualmente se producen con alto volumen.
- Los productos alimenticios necesariamente son consumidos, por lo que la demanda normalmente es constante.

## **2. Oportunidades**

- Se pretende que, en el futuro, Pastelitos S.A. sea una empresa líder en productos de pastelería para cadenas fuertes de restaurantes con participación internacional.
- Existe un mercado potencial para los pasteles que actualmente ofrece la empresa.
- La facilitación del comercio en países cercanos produce crecimiento en la economía, por lo que las cadenas de restaurantes también se encuentran en crecimiento. Esto es favorable, ya que son clientes potenciales para ofrecer los productos.
- Podríamos ser subcontratados por empresas del mismo giro de negocio, ofreciendo precios competitivos por el volumen que se maneja.

## **3. Debilidades**

- Se necesita que los clientes tengan capacidad de hacer el pedido mínimo (50 pasteles iguales).
- La actual capacidad puede convertirse en un limitante para el crecimiento de la empresa.

## **4. Amenazas**

- Empresas internacionales de alto nivel en pastelería son competencia directa para la empresa.
- Debido a que muchos de los productos considerados materia prima son importados del exterior, la fluctuación del tipo de cambio es un factor de riesgo que representa una gran amenaza para la empresa.

### C. Perfil del consumidor

Los consumidores finales conocen el producto, son personas ambos sexos y de todas las edades, que consumen los pasteles con frecuencia en diversos restaurantes. Por lo que un producto que ya tiene un fuerte consumo tiene una alta probabilidad de expansión.

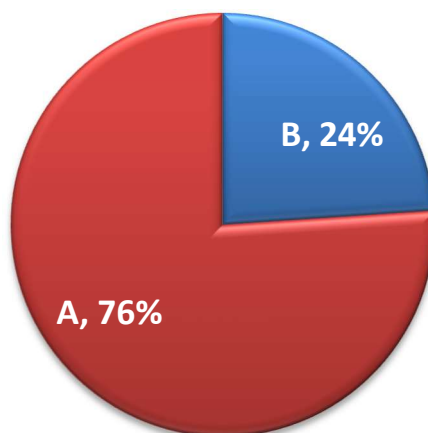
Los principales compradores son cadenas de restaurantes de comida rápida, o distribuidores mayoristas de alimentos que se encargan de vender por pedidos inferiores a los que maneja Pastelitos, S.A.

### D. Análisis de la demanda

El producto tiene 10 años de existir en el mercado guatemalteco, la idea surgió como un proyecto de expansión horizontal de una panadería industrial que buscaba ofrecer mayor diversidad de productos para sus clientes. De parte de Pastelitos, S.A. se comenzó la producción con varios pasteles, para su estudio, se clasificaron en pasteles tipo A y pasteles tipo B. Se comenzó trabajando con pocos clientes, que con el tiempo fueron incrementando y con ello la producción de toda la variedad, sin embargo el registro de datos ha demostrado que de todas las ventas, resalta la demanda del pastel tipo A.

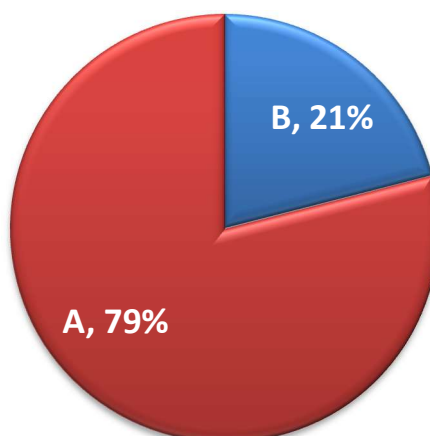
1. **DEMANDA HISTÓRICA.** Según el registro de datos se ha logrado determinar que los productos tipo A y tipo B siguen la siguiente relación en la cantidad de ventas:

Ilustración 3 -Relación de productos A y B según datos históricos



Al evaluar las utilidades generadas por ambos tipos de productos se identifica que el pastel tipo A genera más ingresos para la empresa, tal como lo muestra la siguiente gráfica:

Ilustración 4 - Relación de utilidades generadas por productos A y B



Así mismo, se ha generado una gráfica de Pareto con los ingresos de las ventas, la cual puede apreciarse en el anexo.

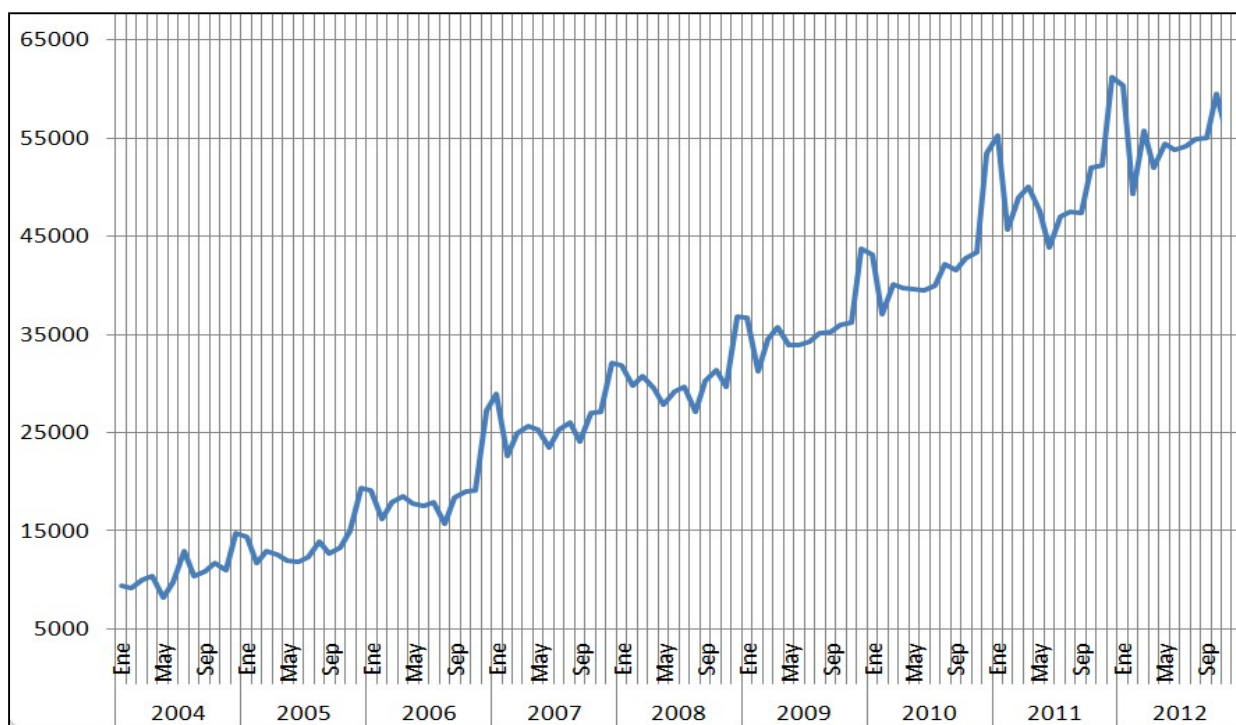
Por ser el pastel tipo A de mayor interés, el análisis continuará fundamentalmente con estos productos.

La demanda de los pasteles no es constante en todos los meses del año, se ha identificado que según la temporada los pedidos aumentan o disminuyen. Para este estudio se han tabulado los datos de últimos 8 años de ventas de pasteles tipo A, la cual se presenta a continuación:

Cuadro 1 – Demanda histórica de pasteles A

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2004	9406	9161	9987	10342	8164	9825	12952	10334	10808	11739	10988	14742
2005	14325	11760	12919	12523	11989	11825	12352	13957	12645	13340	14978	19344
2006	19067	16254	17948	18495	17809	17548	17959	15743	18389	18965	19102	27228
2007	28981	22585	24895	25649	25319	23534	25342	26051	24082	26978	27091	32077
2008	31798	29810	30792	29590	27831	29173	29698	27145	30213	31323	29674	36833
2009	36646	31238	34465	35709	33927	33905	34327	35129	35287	35938	36238	43715
2010	43188	37065	40103	39676	39562	39476	40012	42203	41548	42798	43392	53404
2011	55244	45679	48928	49983	47583	43855	46972	47542	47415	51985	52185	61191
2012	60372	49262	55685	52036	54388	53853	54123	54946	54985	59501	-----	-----

Ilustración 5 - Demanda histórica de pasteles A



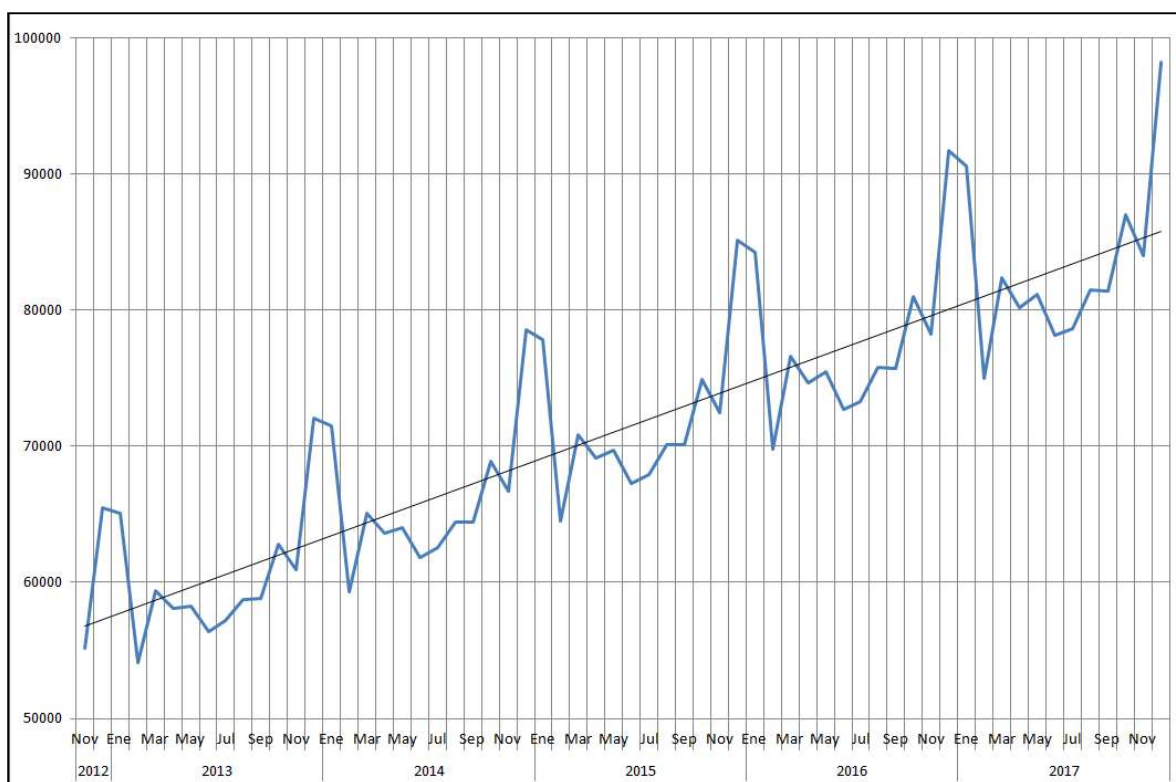
**2. Demanda proyectada** La demanda futura se desconoce, sin embargo a partir de la información recolectada de los datos históricos de pasteles tipo A se determina un pronóstico de las ventas posibles de este tipo de productos en los próximos cinco años.

La demanda proyectada se muestra a continuación:

Cuadro 2 – Demanda proyectada de pasteles A

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>2012</b>											55,158	65,513
<b>2013</b>	65,102	54,127	59,361	58,076	58,268	56,424	57,218	58,772	58,809	62,808	60,925	72,056
<b>2014</b>	71,478	59,334	65,106	63,603	63,998	61,864	62,579	64,459	64,451	68,868	66,692	78,600
<b>2015</b>	77,853	64,541	70,851	69,129	69,728	67,305	67,939	70,146	70,093	74,928	72,460	85,144
<b>2016</b>	84,229	69,749	76,596	74,655	75,458	72,745	73,300	75,832	75,736	80,989	78,227	91,687
<b>2017</b>	90,604	74,956	82,341	80,181	81,188	78,186	78,660	81,519	81,378	87,049	83,994	98,231

Ilustración 6 - Demanda proyectada de pasteles A



## E. Oferta

La oferta actualmente se adecúa a la demanda del consumidor. El cliente efectúa una orden de compra con 15 días de anticipación a la fecha en que desea recibir la mercancía. La producción únicamente es contra pedido, sin embargo, hay productos que se producen constantemente debido a que varios clientes los piden de manera muy frecuente; tal es el caso del “pie de queso”, el cual es el más vendido y es considerado tipo A por los varios procesos de congelación que lleva durante su proceso.

La oferta de los productos que maneja la empresa tiene como restricción la actual capacidad instalada en la planta, la cual es de 58,940 unidades tipo A por mes (en el estudio técnico se determina dicho dato), por lo que hoy por hoy, Pastelitos, S.A. está inhabilitado para vender más de la cantidad mencionada.

## VI. ESTUDIO TÉCNICO

### A. Estructura organizacional

1. **Organigrama.** La empresa tiene una organización administrativa sencilla y estructurada por departamentos, la cual está conformada por 49 empleados.

Pastelitos, S.A. cuenta con una planta especializada para pastelería ubicada en la ciudad de Guatemala, que le permite tener una rápida respuesta ante las necesidades de sus clientes. La empresa está distribuida por departamentos que se clasifican en dos categorías; operativa y la administrativa. La categoría operativa cuenta con 30 empleados, mientras que la administrativa solamente con 19.

La parte operativa está compuesta por 2 turnos de producción y 1 turno de empaque, cada turno de producción cuenta con 1 encargado, 5 reposteros y 6 auxiliares, mientras que el turno de empaque cuenta con 1 encargado y 5 auxiliares.

En los anexos se encuentra un organigrama completo de la empresa que ilustra gráficamente la estructura de la organización.

2. **Horario de trabajo de producción.** El horario de trabajo para la parte administrativa comienza a las 7:30 am con salida a las 17:30 de lunes a viernes. El personal de la categoría operativa del turno 1, labora 12 horas de lunes a viernes en jornada diurna con descanso el fin de semana, y el turno 2, labora 12 horas de lunes a jueves en jornada nocturna con descanso los siguientes tres días. La entrada y salida es a las 7:00 y 19:00. Por último, el personal de mantenimiento de máquinas labora de lunes a viernes con horario de 8:00 a 16:00 para atender emergencias y los sábados de 6:00 a 18:00 para dar mantenimiento preventivo.

Los días domingos no se produce, debido a que este día está destinado para fumigar las instalaciones, este lo brinda una empresa especializada que es subcontratada por Pastelitos, S.A.

## B. Sistema actual de producción

1. **Proceso operativo.** El proceso operativo de los pasteles comienza cuando un cliente solicita un producto, puesto que en ese momento se ingresa a la planificación de producción e inmediatamente, mediante un software especializado, se programa el uso de ciertos insumos.

La bodega de materia prima es notificada de dicho consumo y verifica las existencias de los ingredientes, así como el inventario de seguridad que se maneja en los principales artículos, tales como el huevo, la harina, el queso crema y la mantequilla. En caso de que no cuente con los materiales necesarios, debe solicitar al departamento de compras la cantidad adecuada de cada ingrediente con dos días de anticipación a la producción. Una vez resuelto este paso, programa las salidas de la materia prima el día de la producción.

El departamento de producción recibe la materia prima en la cantidad total solicitada, procede a medir, pesar y preparar los batch para la fórmula correspondiente. Una vez listos los ingredientes de un batch, otros operarios continúan con la producción, que en general, consiste en preparar el batido, colocar en los moldes, hornear, enfriar, decorar, congelar (utilizando 2 cuartos fríos), cortar, empacar y almacenar.

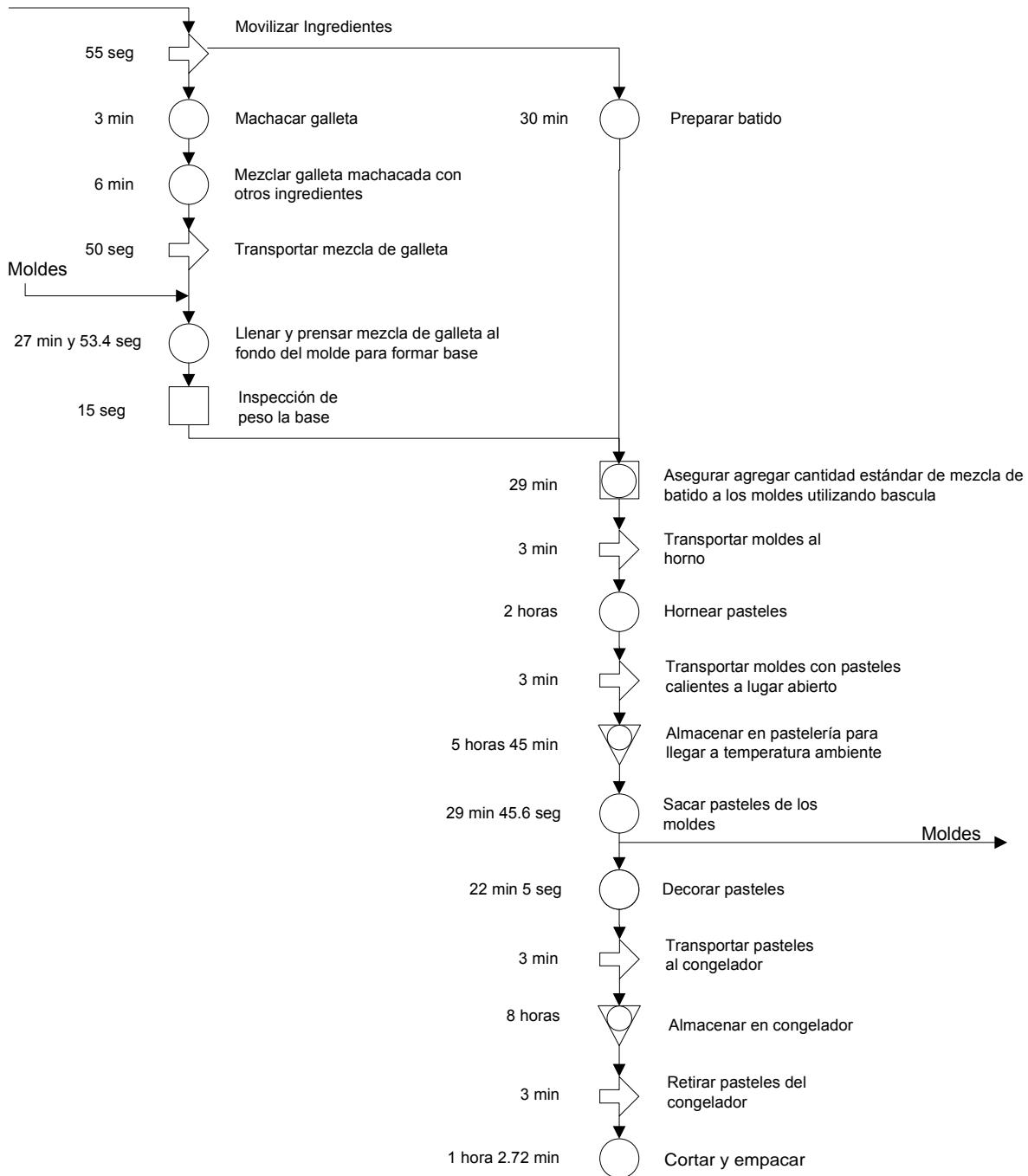
Al completar el pedido, el encargado de bodega de producto terminado procede a despachar y facturar el pedido al cliente y a confirmar en el sistema la entrega del pedido.

2. **Proceso de producción.** Para la descripción de la producción se toma como referencia el principal producto tipo A, el "Pie de queso".

La producción comienza con el machacado de galleta. Una vez se cuenta con polvo de galleta, se comienza a colocar el peso estipulado en cada molde y se aplana para dejar una base recta. Simultáneamente se agregan los ingredientes del producto a la batidora, se mezclan y se sirve la cantidad adecuada en cada molde con galleta. Se colocan en un carro que posteriormente se lleva al horno y se queda ahí durante dos horas para la operación de horneado. Se extraen de los moldes, se dejan enfriar y posteriormente se congelan. Se sacan del congelador, se decoran y se vuelven a congelar. Por último, se vuelven a sacar, se cortan, se empacan y se almacenan en el congelador hasta efectuar la venta.

a. **Diagrama de operaciones de producción.** El diagrama de operaciones del pastel A se localiza en la siguiente página.

Línea de producción de Pastelería



Evento	Cantidad	Tiempo
Operación	8	4.98 horas
Transporte	6	13.75 min
Inspección	1	15 seg
Op./Almacenamiento	2	13.75 horas
Op./Inspección	1	29 min

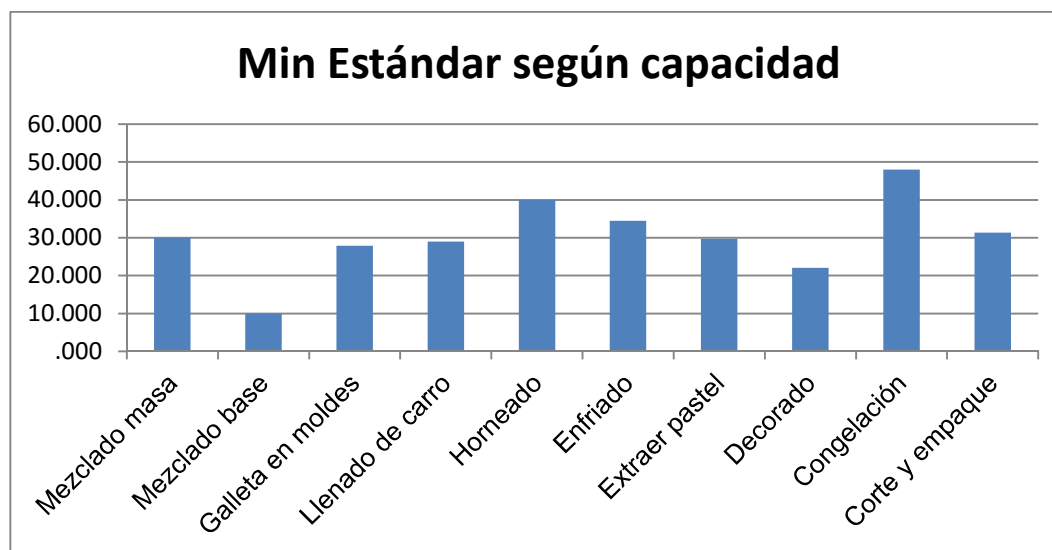
**b. Balance de operaciones**

**Cuadro 3 – Balance de operaciones capacidad actual**

Operación	Min. Estándar	Capacidad	Min Estándar según capacidad	Unidades /min	Unidades /hora
Mezclado masa	30	1 Batidora	30.00	1.60	96.00
Mezclado base	10	1 batidora	10.00	4.80	288.00
Galleta en moldes	27.89	1 estación	27.89	1.72	103.25
Llenado de carro	29	1 operario	29.00	1.66	99.31
Horneado	120	3 hornos	40.00	1.20	72.00
Enfriado	345	10 carros	34.50	1.39	83.48
Extraer Pastel	29.76	1 operario	29.76	1.61	96.77
Decorado	22.09	1 estación	22.09	2.17	130.38
<b>Congelación</b>	<b>480</b>	<b>10 carros</b>	<b>48.00</b>	<b>1.00</b>	<b>60.00</b>
Corte y empaque	62.72	2 operarios	31.36	1.53	91.84

Total de tiempo estándar según la capacidad = 5 horas 2.4 minutos

**Ilustración 7 - Balance de operaciones capacidad actual**



**Cuadro 4 – Pasteles por hora, capacidad actual**

Capacidad de producción	
1	Masa
48	Min
48	Pasteles
1	Pastel/min
<b>60.00</b>	<b>Pasteles/hora</b>

### 3. Maquinaria

Ilustración 8 - Batidora



**a. Batidora** La batidora es una máquina de gran capacidad, de la cual no se explota al máximo, ya que no es necesario, puesto que utilizando la mitad de su capacidad es suficiente para satisfacer la demanda de los procesos que lleva la demás maquinaria.

Ilustración 9 - Pesa Digital



**b. Pesa** Se utiliza en varios de los procesos de producción; para la cantidad de base de galleta que llevan los moldes, para la cantidad de batido y para el peso de la decoración del pastel.

Ilustración 10 - Horno



**c. Horno** Los hornos representan una parte importante de la producción, ya que es el proceso de horneado el que cambia la mezcla de ingredientes en un producto que ya es consumible. Los hornos son la segunda restricción de producción en la planta para los productos con procesos de congelación y el primero para los productos sin proceso de congelación.

**Ilustración 11 - Cortadora**

**d. Cortadora** La cortadora es una máquina que como su nombre lo indica corta los pasteles, este proceso se ubica al final de la producción justo antes del empaque y almacenamiento.

La máquina cortadora ayuda a que el proceso sea más rápido, y exacto. Antes este proceso era manual, por lo que necesitaba varios operarios realizándolo a la vez y muchas veces era el corte el que generaba mayor desperdicio.

**Ilustración 12 - Congeladores**

**e. Congeladores** Los congeladores utilizados actualmente son dos cuartos fríos, en los cuales se almacena el producto terminado y el producto en proceso tipo A en sus diversas etapas de congelación.

4. **Capacidad de la planta** Se estima que la planta pronto llegará a su límite de capacidad de producción, por lo que se elaboran los siguientes cálculos para el análisis:

(Se toma el mes de abril 2012 como muestra para el análisis)

El departamento de producción ha brindado la información de las horas consumidas en la producción de dicho mes, el cual se muestra a continuación:

**Cuadro 5 – Detalle de horas trabajadas por turno**

<b>Abril, 2012</b>						
Dom - 1	Lun - 2	Mar - 3	Mier - 4	Jue - 5	Vier - 6	Sab - 7
Fumigación	12	12	12	12	12	Mantenimiento
	12	12	12	12		
Dom - 8	Lun - 9	Mar - 10	Mier - 11	Jue - 12	Vier - 13	Sab - 14
Fumigación	12	12	12	12	12	Mantenimiento
	12	12	12	12		
Dom - 15	Lun - 16	Mar - 17	Mier - 18	Jue - 19	Vier - 20	Sab - 21
Fumigación	12	12	12	12	12	Mantenimiento
	12	12	12	12		
Dom - 22	Lun - 23	Mar - 24	Mier - 25	Jue - 26	Vier - 27	Sab - 28
Fumigación	12	12	12	12	12	Mantenimiento
	12	12	12	12		
Dom - 29	Lun - 30					
Fumigación	12					
	12					

Turno 1
Turno 2

Total de horas utilizadas para producción = 456 horas

Total de horas utilizadas para mantenimiento = 12 horas/sáb \* 4 sáb = 48 h.

Total de horas utilizadas para fumigación = 12 horas/sáb \* 4 sáb = 48 horas

Total horas disponibles del mes = 24 horas/día \* 30 días = 720 horas

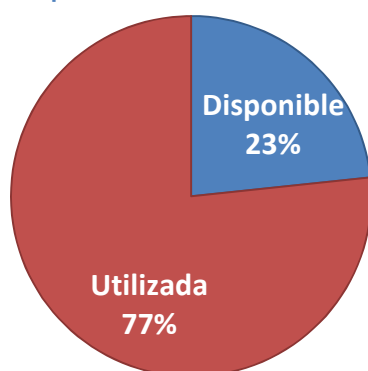
Total horas no utilizadas = 720 – (456 + 48 + 48) = 168

% de capacidad de planta sin utilizar = 168/720 = 23%

% de capacidad de planta utilizada = 1 – 0.23 = 77%

Los cálculos anteriormente resueltos se resumen en la siguiente tabla:

**Ilustración 13 - Capacidad de producción instalada**



**Cuadro 6 – Detalle de horas consumidas por actividad en la planta**

<b>Horas. Mensuales</b>	<b>720</b>
<b>Horas Trabajadas</b>	<b>456</b>
<b>Horas Mantenimiento</b>	<b>48</b>
<b>Horas fumigación</b>	<b>48</b>
<b>Horas sin producir</b>	<b>168</b>
<b>Disponible</b>	<b>23%</b>
<b>Utilizada</b>	<b>77%</b>

En el mes de abril la relación de producción entre pasteles con congelación y pasteles sin congelación fue la siguiente:

**Cuadro 7 – Producción Abril 2012**

<b>Producción Abril 2012</b>		
Producción	Pasteles	Porcentaje
Pasteles tipo A	52,036	82%
Pasteles tipo B	11,423	18%
Total de producción	63,459	100%

La capacidad utilizada es del 77% con una producción total de 63,459 pasteles, por lo que la capacidad total de producción es de 82,773 unidades. Sin embargo, para la estimación de capacidad de pasteles con congelación y sin congelación, es conveniente usar la relación de muestran los datos históricos, ya que los productos usan la misma maquinaria, la única diferencia es que unos productos pasan por congelación y otros no.

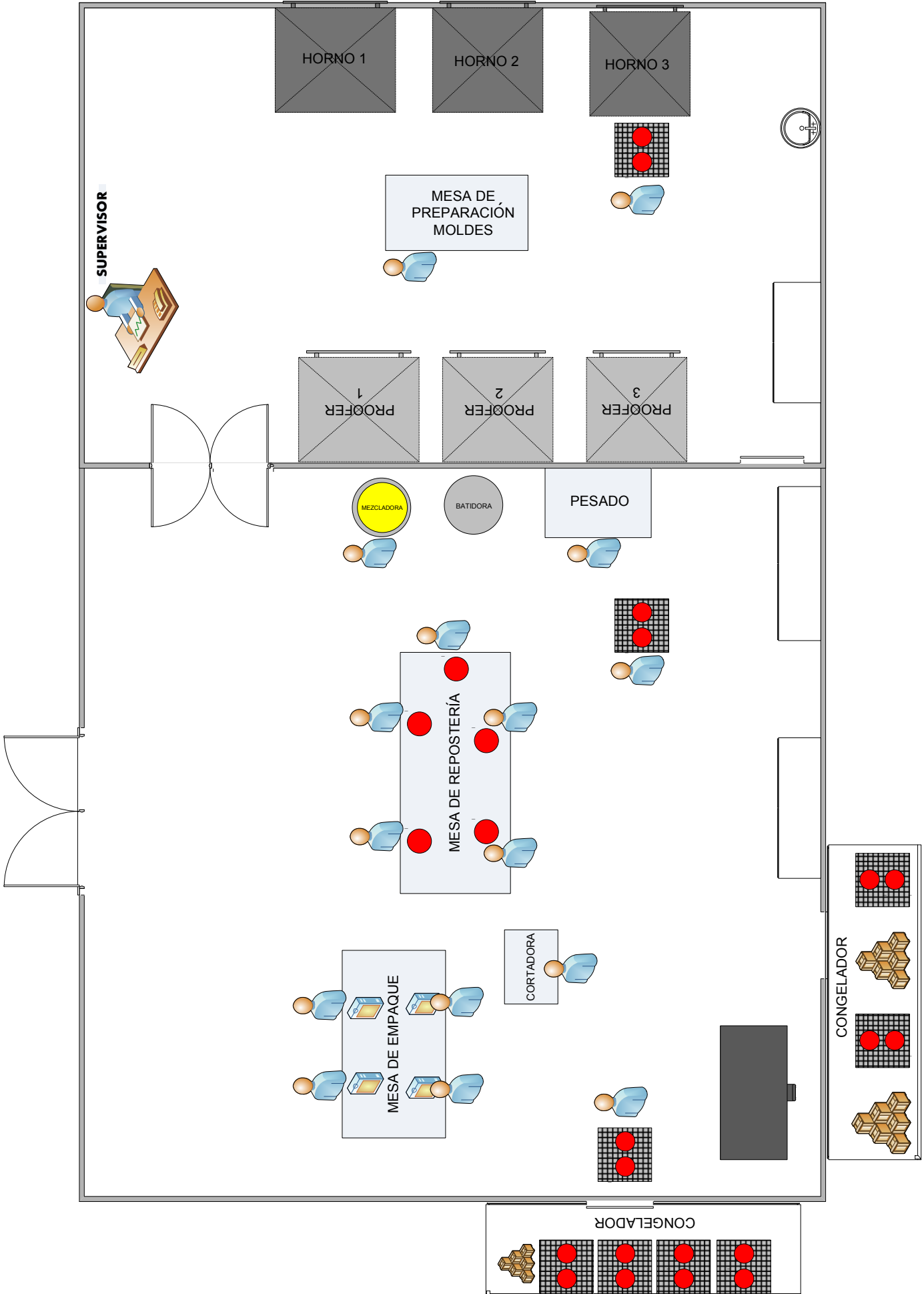
**Cuadro 8 – Relación de ventas y producción**

<b>Relación de ventas y de producción</b>	
Pasteles tipo A	76.07%
Pasteles tipo B	23.93%

Capacidad de pasteles tipo A= 76.07% \* 82,773 = 62,964 pasteles.

Capacidad de pasteles tipo B = 23.93% \* 82,773 = 19,809 pasteles.

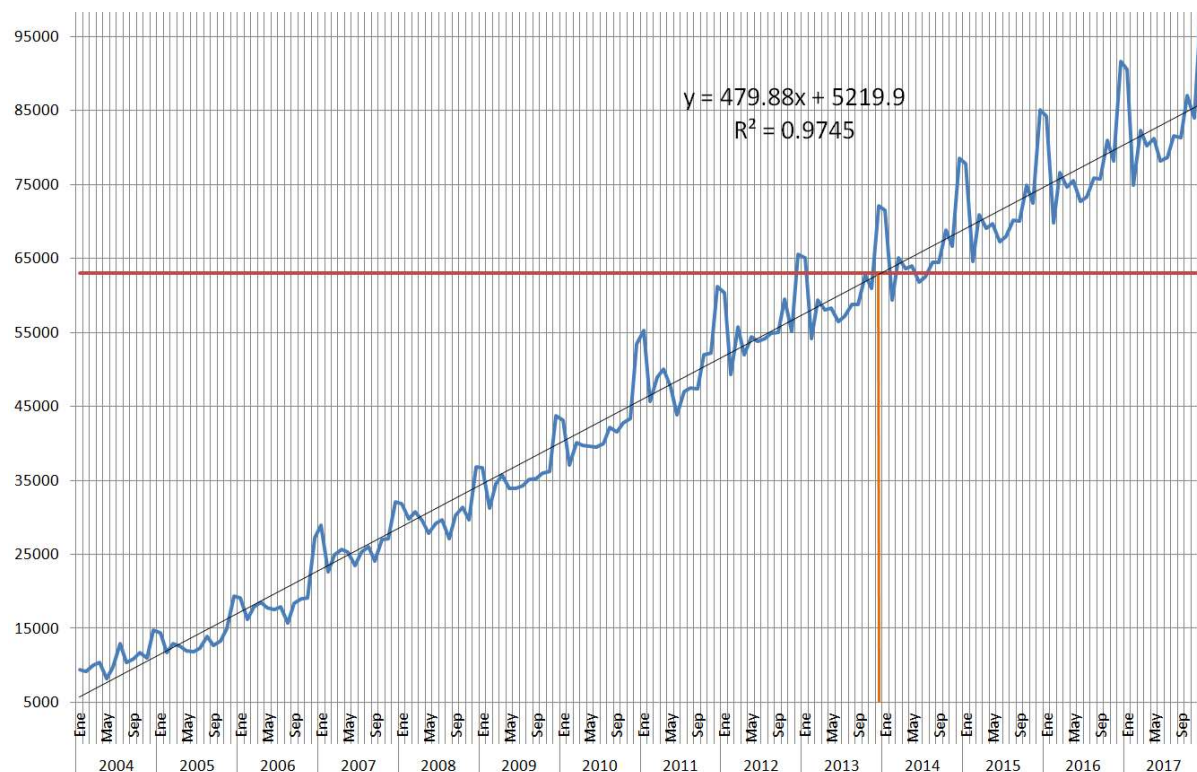
### 5. DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA



## C. Planteamiento del problema

El problema es que la capacidad de la planta no permite satisfacer los pedidos que se pronostican en base a los datos históricos. Lo cual es una limitante para seguir creciendo como empresa, y un alto costo de oportunidad al no satisfacer al cliente.

Ilustración 14 - Determinación de punto crítico de capacidad actual



En la gráfica se ilustra el punto crítico entre el crecimiento de la demanda y la capacidad instalada en la planta de producción. Según la tendencia lineal el punto crítico se ubica en diciembre de 2013, sin embargo si se cumple el pronóstico de ventas, en diciembre del 2012 y enero de 2013 no se podría satisfacer la demanda.

(En los anexos se encuentra una ampliación de la misma gráfica)

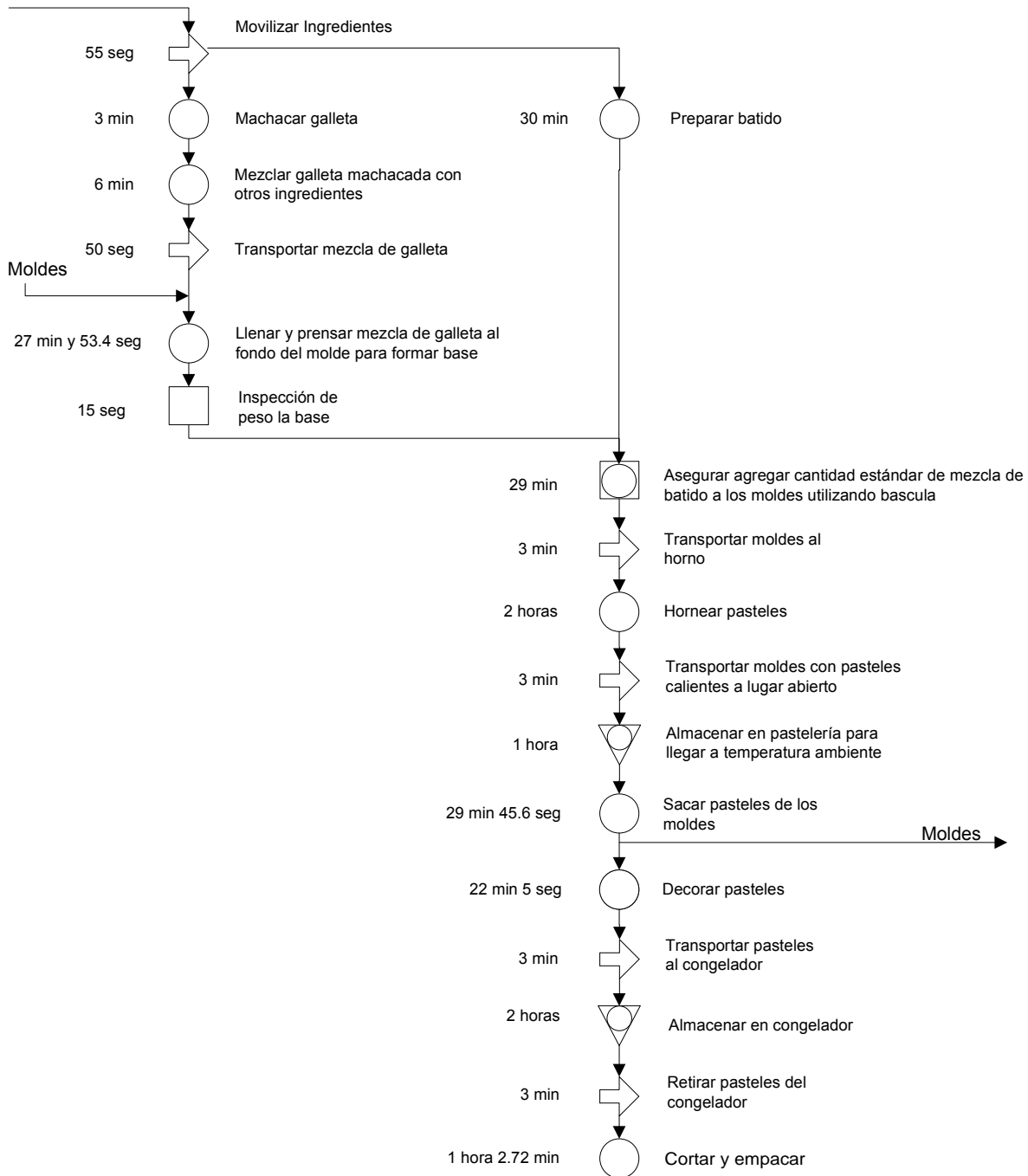
## **D. Sistema propuesto de producción**

El proceso operativo se mantiene en su mayor parte, la única diferencia es que en el proceso de congelación del producto tipo A se propone implementar el uso de un túnel de congelación

**1. Proceso de producción** Se propone que los actuales cuartos de congelación se mantengan únicamente para el almacenamiento de los productos terminados, así mismo se plantea la adquisición de un túnel de congelación, ya que este podría utilizarse en los procesos de congelación para tener más velocidad y por lo tanto capacidad en relación a los productos tipo A.

*a. Diagrama de operaciones de producción* (siguiente página)

Línea de producción de Pastelería



Evento	Cantidad	Tiempo
Operación	8	4.98 horas
Transporte	6	13.75 min
Inspección	1	15 seg
Op./Almacenamiento	2	3 horas
Op./Inspección	1	29 min

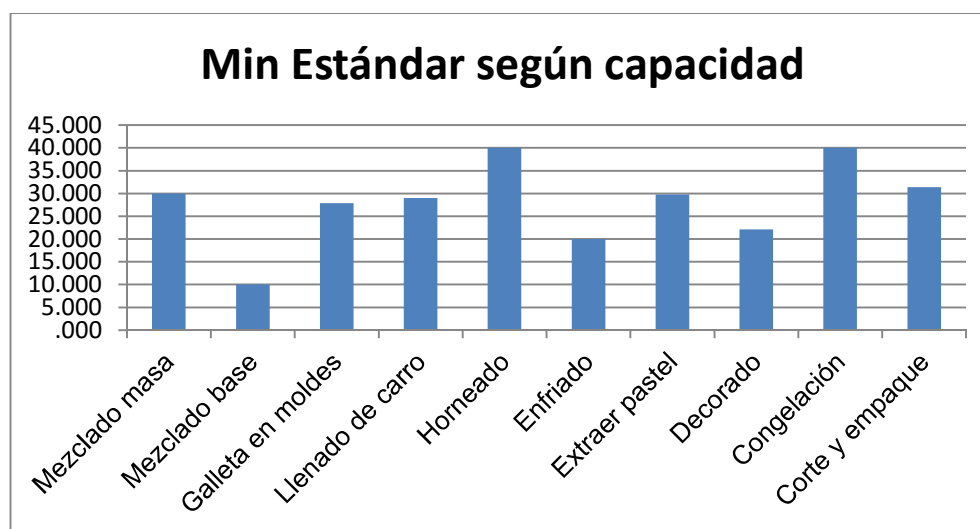
**b. Balance de operaciones**

**Cuadro 9 – Balance de operaciones sistema propuesto**

Operación	Minutos Estándar	Capacidad	Min Estándar según capacidad	Unidades/min	Unidades/hora
Mezclado masa	30	1 Batidora	30.00	1.60	96.00
Mezclado base	10	1 Batidora	10.00	4.80	288.00
Galleta en moldes	27.89	1 Estación	27.89	1.72	103.25
Llenado de carro	29	1 Operario	29.00	1.66	99.31
<b>Horneado</b>	<b>120</b>	<b>3 Hornos</b>	<b>40.00</b>	<b>1.20</b>	<b>72.00</b>
Enfriado	60	3 Carros	20.00	2.40	144.00
Extraer pastel	29.76	1 operario	29.76	1.61	96.77
Decorado	22.09	1 estación	22.09	2.17	130.38
<b>Congelación</b>	<b>120</b>	<b>3 Carros</b>	<b>40.00</b>	<b>1.20</b>	<b>72.00</b>
Corte y empaque	62.72	2 operarios	31.36	1.53	91.84

Total de tiempo estándar según la capacidad = 4 horas 40.2 minutos

**Ilustración 15 - Balance de operaciones sistema propuesto**



**Cuadro 10 – Pasteles por hora sistema propuesto**

Capacidad de producción	
1	Masa
40	Min
48	Pasteles
1.200	Pastel/min
<b>72.00</b>	<b>Pastel/hora</b>

## 2. Maquinaria propuesta

a. **Túnel de congelación.** El túnel de congelación permite congelar con una velocidad notablemente superior a un congelador convencional, esto debido a su aislamiento y dinámica circulación de gas a bajas temperaturas impulsado con turbinas. Reduce el proceso de congelación de 8 horas a únicamente 2 horas, lo cual es un 75% menos de tiempo invertido en el proceso.

Ilustración 16 - Túnel de congelación



Las características del túnel de congelación son las siguientes:

Dimensiones exteriores: mm 2230 x 3030 x 2630 H.

Dimensiones interiores útiles: mm 1000 x 2800 x 2100 H.

Paneles con espesor de 100 mm, densidad de 40 Kg/m<sup>2</sup>, coeficiente de Conductibilidad 0,0179 Kcal/m h °C.

N.2 puertas en lados opuestos de abertura cm 1000 x 2100; n.1 puerta de servicio.

Uniformidad de la ultra congelación garantizada por n.3 evaporadores verticales, cada uno con n.3 ventiladores.

Piso aislado y reforzado con chapa de acero inoxidable de 3 mm

Descharche a gas caliente (duración 10-15 minutos).

N.1 unidad condensadora DWM Copeland™ de 27Hp.

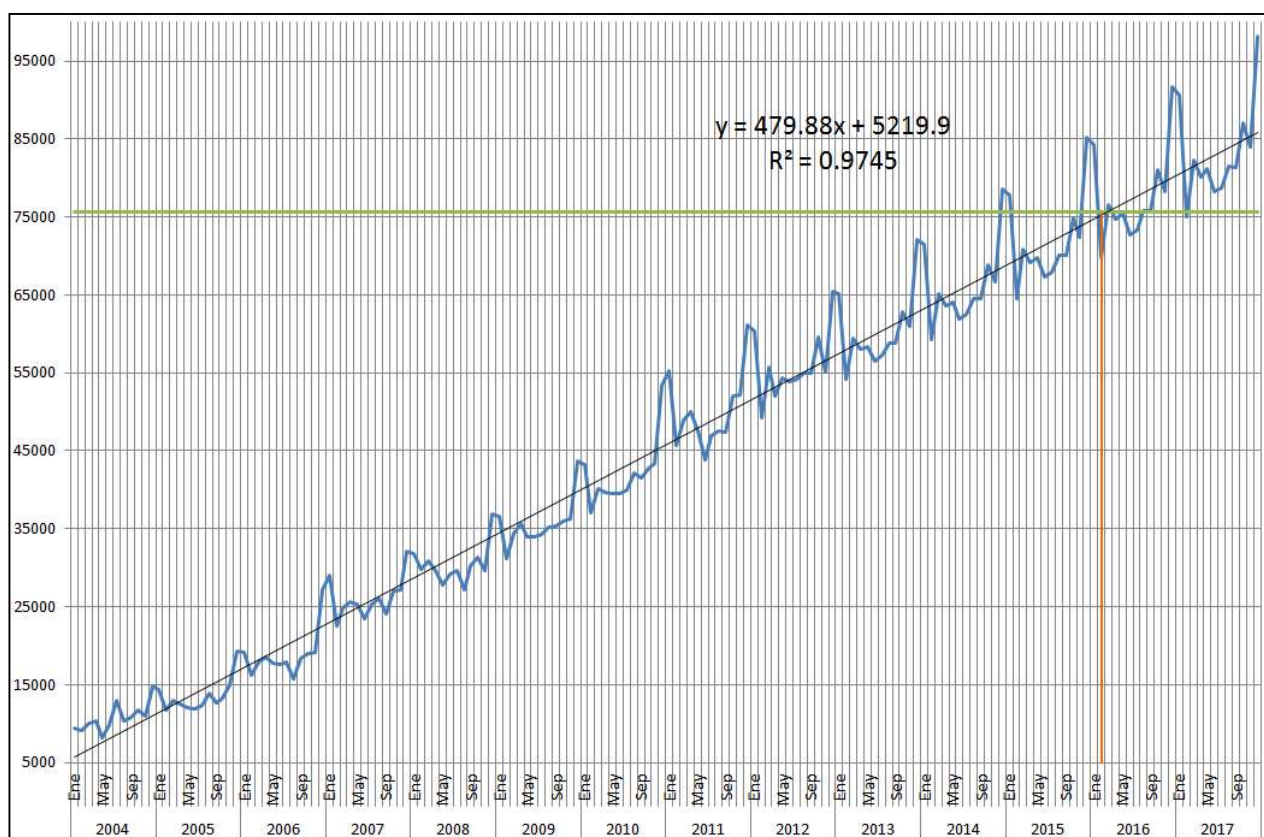
Gas R404a, voltaje: 220V / 3 / 60 Hz.

**3. Capacidad de la planta** Al comparar el balance de operaciones de la producción del pastel A actual y el propuesto, se determina que la velocidad incrementa de 60 pasteles/hora a 72 pasteles/hora, el incremento de 12 pasteles/hora representa un 20% de incremento en la capacidad para este tipo de productos.

Al aplicar el incremento del 20% en la capacidad instalada actual quedaría de la siguiente manera:

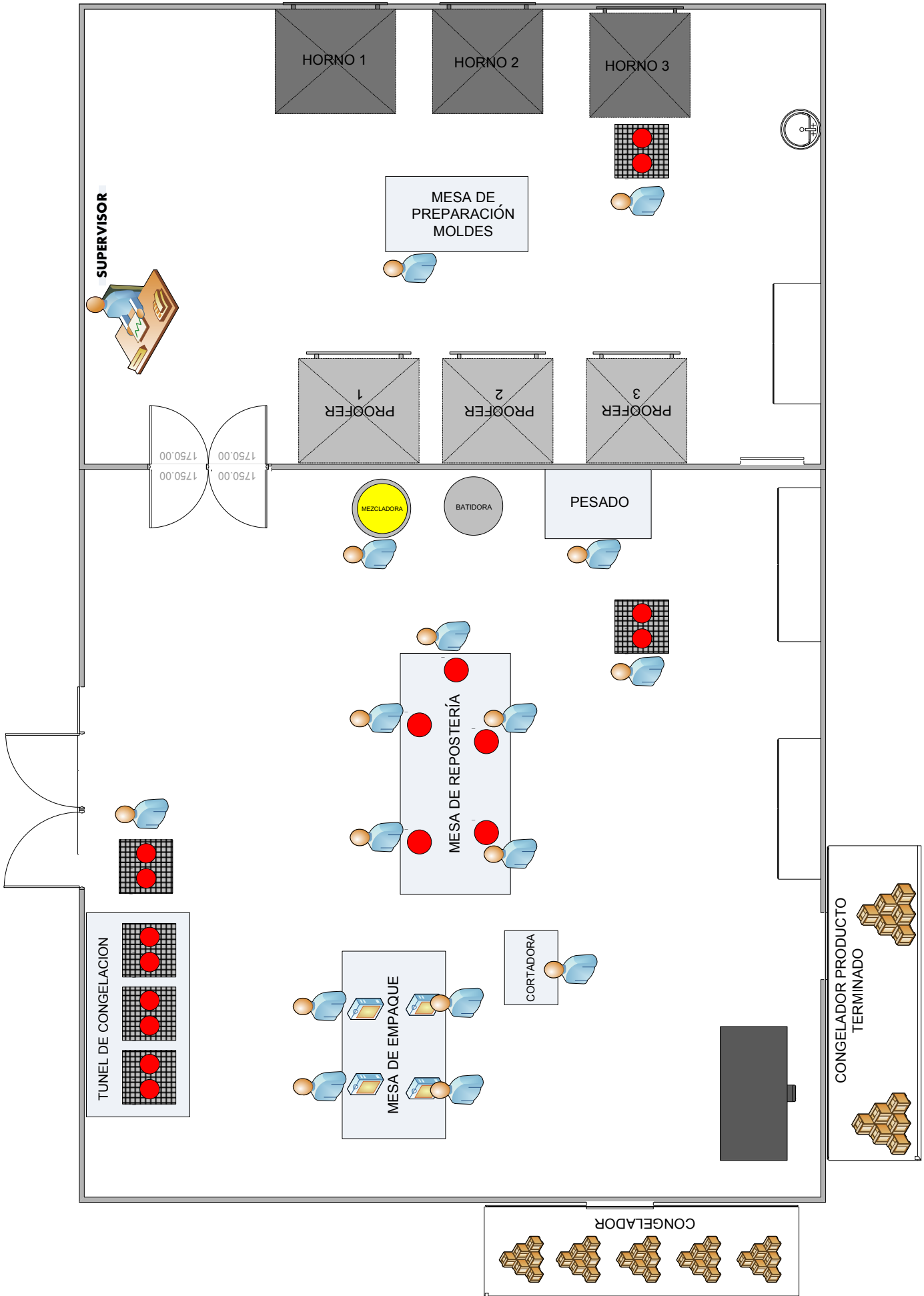
$$\text{Capacidad de pasteles con congelación} = 62,964 * 1.20 = 75,557 \text{ pasteles}$$

**Ilustración 17 - Nueva capacidad de producción**



El punto crítico de la nueva capacidad instalada se ubica en febrero del año 2016.

### 4. DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA



## E. Electricidad en el proceso de congelación

1. **Consumo de energía eléctrica actual** Actualmente se cuenta con dos congeladores; uno tiene una potencia de 7.4 kW y el otro una potencia de 5.2 kW, los cuales para efectos del estudio se llaman 1 y 2, respectivamente.

Los congeladores pasan encendidos las 24 horas del día, los 365 días del año, por lo que suma un total de 8,760 horas encendido en el año.

A continuación se detalla el cálculo de consumo de energía eléctrica de ambos congeladores:

$$\text{Potencia congelado 1} + \text{Potencia congelado 2} = 9.5 \text{ kW} + 7.4 \text{ kW} = 16.9 \text{ kW}$$

$$16.9 \text{ kW} * 8,760 \text{ horas} = 148,044 \text{ kWh/año.}$$

$$\text{Tarifa por kWh (del mes de julio 2012)} = \text{Q1.53}$$

$$148,044 \text{ kWh/año} * \text{Q1.53/kWh} = \text{Q226,507.32/año}$$

Sin embargo con el proceso actual de congelación se genera un consumo de energía eléctrica innecesario producido por el abrir y cerrar la puerta repetidas veces utilizándolo para el producto en proceso, el gasto en que actualmente se incurre y se ahorraría con el túnel de congelación se calcula a continuación:

**Cuadro 11 – Propiedades del aire**

Calor específico aire	1.012	kJ/(Kg*K)
Densidad aire	1.2998	Kg/m <sup>3</sup>
Velocidad del aire	0.3	m/s

**Cuadro 12 – Temperatura de congelador y de ambiente**

Temperatura			
Congelador	1	2	Grados
Temperatura ambiente	21.1	21.1	Celsius
Temperatura congelador	-19.0	-15.0	Celsius
Delta temperatura	40.1	36.1	

**Cuadro 13 – Área de puertas congeladores**

Área del congelador 1			Área del congelador 2		
Altura	2.15	m	Altura	2.04	m
Base	1.26	m	Base	0.93	m
<b>Área</b>	<b>2.7</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>Área</b>	<b>1.89</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

**Cuadro 14 – Tiempo puerta congelador abierta**

Tiempo que permanece la puerta abierta		
Congelador 1	20	seg
Congelador 2	20	seg

Cálculos para transferencia de masa de ambos congeladores

Congelador 1:  $0.3 \text{ m/seg} * 2.7 \text{ m}^2 * 20 \text{ seg} * 1.2998 \text{ kg/m}^3 = 21.08 \text{ kg}$

Congelador 2:  $0.3 \text{ m/seg} * 1.89 \text{ m}^2 * 20 \text{ seg} * 1.2998 \text{ kg/m}^3 = 14.72 \text{ kg}$

**Cuadro 15 – Transferencia masa de aire**

Transferencia de masa		
Congelador 1	21.08	kg
Congelador 2	14.72	kg

Consumo energético:

Congelador 1:  $1.012 \text{ kJ/(Kg}^* \text{K)} * 40.1 \text{ K} * 21.0778 \text{ kg} = 855.36 \text{ kJ}$

Congelador 2:  $1.012 \text{ kJ/(Kg}^* \text{K)} * 36.1 \text{ K} * 14.72 \text{ kg} = 537.63 \text{ kJ}$

**Cuadro 16 – Consumo de energía por puerta congelador abierta**

Cálculo de consumo de energía al abrir la puerta de ambos congeladores		
Congelador 1	855.36	kJ
Congelador 2	537.63	kJ

Consumo de potencia 1:  $855.36 \text{ kJ}/20 \text{ seg} = 42.77 \text{ kW}$

Consumo de potencia 2:  $537.63 \text{ kJ}/20 \text{ seg} = 26.82 \text{ kW}$

Consumo de potencia total =  $42.72 \text{ kW} + 26.82 \text{ kW} = \mathbf{69.95 \text{ kW}}$

Veces que se abre el refrigerador 2 veces por hora \* 108 horas/semana \* 50 semanas/año  
= 10,800 veces/año.

Tiempo que permanece abierto =  $20 \text{ seg} * 10,800 = 216,000 \text{ seg} * 1 \text{ min}/60 \text{ seg} * 1 \text{ hora}/60 \text{ min} = \mathbf{60 \text{ horas}}$ .

Consumo anual =  $69.95 \text{ kW} * 60 \text{ horas} = 4,179 \text{ kWh/año}$

Gasto energético actual =  $4,179 \text{ kWh/año} * Q1.53/\text{kWh} = \mathbf{Q 6,393.86/año}$ .

Este gasto energético se evitaría si el proyecto se acepta, puesto que dejaría de consumirse para la congelación del producto en proceso.

**2. Incremento en consumo de energía eléctrica** Al implementar el uso del túnel de congelación aumenta la capacidad y velocidad de producción de productos tipo A, pero se incurre en un aumento de consumo de energía eléctrica. A continuación se calcula el incremento de energía:

Potencia del túnel de congelación = 27 Hp

$27 \text{ Hp} * (745.7 \text{ Watts}/1\text{Hp}) = 20,133.9 \text{ Watts} = 20.13 \text{ kW}$

Horas de trabajo = 108 horas/semana \* 50 semanas/año = 5400 horas/año

Manteniendo la misma relación de la demanda entre productos A y productos B las horas utilizadas para pasteles con procesos de congelación quedarían de la siguiente manera:

Productos A:  $5,400 \text{ horas/año} * 76.07\% = 4,108 \text{ horas/año}$

Productos B:  $5,400 \text{ horas/año} * 23.93\% = 1,292 \text{ horas/año}$

Según el balance de operaciones propuesto se tiene que el túnel de congelación interviene en dos procesos: el proceso de enfriamiento posterior al horneado y el proceso de congelación previo al corte y empaque. El tiempo que lleva cada uno de los procesos es 1 hora y 2 horas, respectivamente. Por lo que el total; 3 horas representa un 46.92% de las 8.52 horas que suman los tiempos definidos en la columna de "Minutos Estándar".

Tiempo efectivo de congelación =  $46.92\% * 4,108.78 * = 1,927.37 \text{ horas}$

$\text{kWh/año} = 1,927.37 \text{ horas} * 20.13 \text{ kW}$

$\text{kWh} = 38,805.53 \text{ kWh/año}$

Tarifa por kWh (del mes de julio 2012) = Q1.53

Incremento-energía =  $Q 1.53/\text{kWh} * 38,805.53 \text{ kWh/año} = \mathbf{Q59,372.46 / año.}$

## VII. ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO

A continuación se presenta el desglose de egresos de dinero incurridos en la inversión inicial de compra e instalación del túnel de congelación, los costos fijos de operación y los costos que dependen directamente del volumen de producción de pasteles tipo A.

Posteriormente se hace una gráfica del punto de equilibrio y una descripción de los tres posibles escenarios, para los cuales se realiza el cálculo de TIR y VPN en cada uno.

### A. Inversión inicial

Para determinar el valor de compra del túnel de congelación se cuenta con una cotización de la empresa Grupo Zuchelli Alpha de Guatemala, S.A. en el anexo.

El valor cotizado para dicha maquinaria es de \$ 94,000.00 que utilizando la tasa de cambio de Q 7.8 (tipo de cambio que actualmente utilizan en Pastelitos, S.A.) equivale a Q 733,200.00.

Sin embargo como claramente se especifica en la cotización los costos de albañilería e instalación cuentan por parte de la empresa interesada.

En Pastelitos, S.A. se contrata a una empresa encargada de la instalación de la nueva maquinaria, por lo que para esta ocasión se contaría con el apoyo de obreros externos. Dicho servicio tiene un costo de Q 60,000.

Por lo cual el total de la inversión sería  $Q60,000.00 + Q733,200.00 = Q793,200.00$ .

## B. Costos

### 1. Costos fijos

Cuadro 17 – Detalle de Salarios de Administración

Detalle de Salarios de administración	
Gerente RRHH.	Q 12,000.00
Recepcionista	Q 4,000.00
Conserjería (Personal de limpieza)	Q 2,250.00
Gerente Finanzas	Q 12,000.00
Tesorero	Q 5,500.00
Contador	Q 5,500.00
Auxiliar de contabilidad	Q 3,500.00
Gerente Compras	Q 12,000.00
Gerente Calidad	Q 12,000.00
Encargada de productos de innovación	Q 7,000.00
Gerente Producción	Q 15,000.00
Encargado Bodega Materia Prima	Q 6,000.00
Gerente Ventas	Q 15,000.00
Gerente Logística	Q 15,000.00
Asistente de logística	Q 5,000.00
Bodegas producto terminado	Q 6,000.00
Auxiliar de bodega	Q 2,250.00
Encargado de Mantenimiento 1	Q 5,000.00
Encargado de Mantenimiento 2	Q 5,000.00
<b>Total mensual</b>	<b>Q 150,000.00</b>

Cuadro 18 – Detalle de costos fijos anuales

Detalle de costos fijos anuales	
Salario personal administrativo:	Q 150,000/mes * 12 meses = Q 1,800,000/año
Capacitaciones de personal	Q 36,000/año
Iluminación oficinas:	Q 8,262.00/año (0.06 kW * 2 focos * 18 luminarias * 50 horas/semana * 50 semanas * Q1.53/kWh)
Iluminación producción:	Q 83,280.96/año (0.21 kW * 2 focos * 24 luminarias * 108 horas/semana * 50 semanas * Q1.53/kWh)
Servicios de oficina:	Q 12,000.00/mes * 12 = Q144,000/año
Papelería y útiles de oficina:	Q 600/mes * 12 = Q 7,200/año
Software ERP:	Q 120,000/año
Fumigación:	Q 90,000/año
Uso de congeladores	Q226,507.32/año

Total de costos fijos anuales (aplican para productos A y B) = 2,515,249.00

Sin embargo para determinar el monto fijo que afecta directamente a cada tipo de producto se sigue con la relación de demanda de ambas categorías (ilustración 3).

**Cuadro 19 – Costos fijos según Relación de demanda**

Categoría	% demanda	Monto costos fijos
Productos A	76.07%	Q 1,913,350.16
Productos B	23.93%	Q 601,899.16

Mantenimiento de congeladores (subcontratado): Q25,000/año

Depreciación del túnel de congelación: \$ 10,000/año = Q78,000/año

Total costos fijos anuales para productos tipo A:

$Q1,913,350.16 + Q25,000 + Q78,000 = \mathbf{Q2,016,350.16}$

## 2. Costos variables

**a. Actuales** Se han tomado los cinco productos más representativos tipo A y sus porcentajes respectivos de costos variables:

**Cuadro 20 – Relación de costos variables**

CODIGO	PRODUCTO	M. PRIMA	M.DE EMPAQUE	M. DE OBRA	INSUMOS	TOTAL
A1	Pastel tipo A-1	77.79%	14.15%	7.68%	0.38%	100%
A2	Pastel tipo A-2	79.82%	11.38%	8.38%	0.41%	100%
A3	Pastel tipo A-3	79.15%	13.19%	7.30%	0.36%	100%
A4	Pastel tipo A-4	89.67%	5.94%	4.18%	0.20%	100%
A5	Pastel tipo A-5	81.03%	11.13%	7.50%	0.34%	100%

Nota: Insumos se refiere a electricidad y agua

Según a la información del cuadro anterior se estiman relaciones de costos variables actuales de la siguiente manera:

**Cuadro 21 – Relación muestra Costos Variables actual**

Producto	M. PRIMA	M.DE EMPAQUE	M. DE OBRA	INSUMOS	TOTAL
Pastel tipo A	81.49%	11.16%	7.01%	0.34%	100.00%

.Por confidencialidad de la empresa no puedo detallar el precio de los productos, sin embargo en base a los cinco productos más representativos tipo A se ha estimado un precio de venta sin IVA de Q64.00/pastel.

El margen variable es el 40% del precio del producto, por lo que los costos variables representan el 60% restante.

Partiendo de la anterior información se tiene lo siguiente:

**Cuadro 22 – Margen y Costo Variable actual**

Margen variable (unidad)	Q 25.60
Costo Variable (unidad)	Q 38.40

**Cuadro 23 – Detalle de costos variables actuales**

Producto	M. PRIMA	M.DE EMPAQUE	M. DE OBRA	INSUMOS	TOTAL
Pastel tipo A	Q 31.29	Q 4.29	Q 2.69	Q 0.13	Q 38.40

**b. Con implementación de túnel de congelación** Al modificar el proceso de congelación actual, la relación entre los costos variables se verá afectada, ya que al implementar el túnel de congelación los insumos incrementarán. Dicho incremento se calcula a continuación:

Capacidad mensual actual = 62,963.85 pasteles A

Capacidad mensual al implementar propuesta = 75,556.63 pasteles A

Incremento de capacidad mensual = 12,592.77 pasteles A

Incremento de capacidad anual = 12,592.77 \* 12 meses = 151,113.25 pasteles A

Costo energético de incrementar capacidad = Q 59,372.46 / año

Costo unitario por incremento = Q 59,372.46/151,113.25 pasteles A

Costo unitario por incremento = Q 0.39/pastel A

La nueva relación de costos variables queda de la manera siguiente:

**Cuadro 24 – Relación muestra costos variables nueva propuesta**

Producto	M. PRIMA	M.DE EMPAQUE	M. DE OBRA	INSUMOS	TOTAL
Pastel tipo A	80.67%	11.05%	6.94%	1.35%	100%

Cuadro 25 – Detalle de costos variables nueva propuesta

Producto	M. PRIMA	M.DE EMPAQUE	M. DE OBRA	INSUMOS	TOTAL
Pastel tipo A	Q 31.29	Q 4.29	Q 2.69	Q 0.52	Q 38.79

La suma de costos variables incrementa, por lo que el margen variable disminuye a un 39.39% como se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro 26 – Margen y Costo Variable de la propuesta

Margen variable (unidad)	Q 25.21
Costo Variable (unidad)	Q 38.79

### C. Punto de equilibrio

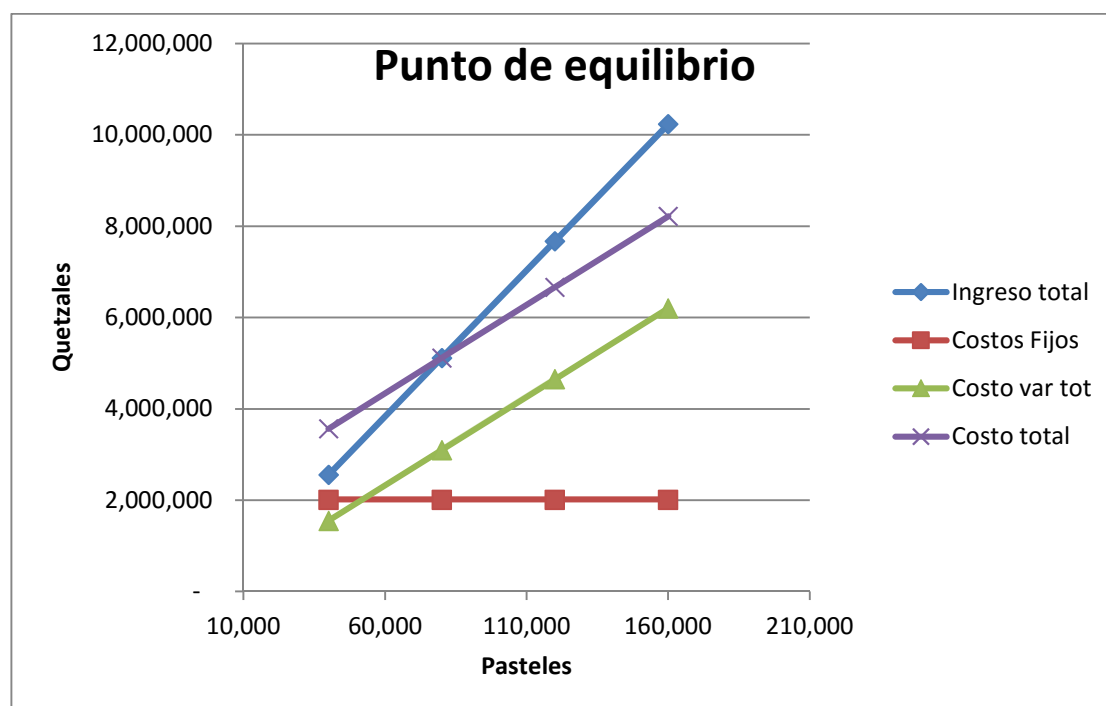
Ecuación:

$$64 X = 31.29 X + 4.29 X + 2.69 X + 0.52 X + 2,016,350.16$$

$$64 X = 38.79 X + 2,016,350.16$$

$$25.21 X = 79,982.16 \text{ unidades}$$

Ilustración 18 - Punto de equilibrio



	Actualidad	Propuesta
M. Prima	Q 31.29	Q 31.29
M. Empaque	Q 4.29	Q 4.29
M. Obra	Q 2.69	Q 2.69
Insumos	Q 0.13	Q 0.52
<b>Total Costos</b>	<b>Q 38.40</b>	<b>Q 38.79</b>

Cuadro 27 – Comparación de utilidad con la capacidad actual y con la capacidad propuesta

		Detalle de costos e ingresos con proceso actual									
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Unidades vendidas		755,566.20	755,566.20	755,566.20	755,566.20	755,566.20	755,566.20	755,566.20	755,566.20	755,566.20	755,566.20
Ingresos		Q 48,356,236.80	Q 48,356,236.80	Q 48,356,236.80	Q 48,356,236.80	Q 48,356,236.80	Q 48,356,236.80	Q 48,356,236.80	Q 48,356,236.80	Q 48,356,236.80	Q 48,356,236.80
Materia Prima		Q 23,641,666.40	Q 23,641,666.40	Q 23,641,666.40	Q 23,641,666.40	Q 23,641,666.40	Q 23,641,666.40	Q 23,641,666.40	Q 23,641,666.40	Q 23,641,666.40	Q 23,641,666.40
Material de Empaque		Q 3,241,379.00	Q 3,241,379.00	Q 3,241,379.00	Q 3,241,379.00	Q 3,241,379.00	Q 3,241,379.00	Q 3,241,379.00	Q 3,241,379.00	Q 3,241,379.00	Q 3,241,379.00
Mano de Obra		Q 2,032,473.08	Q 2,032,473.08	Q 2,032,473.08	Q 2,032,473.08	Q 2,032,473.08	Q 2,032,473.08	Q 2,032,473.08	Q 2,032,473.08	Q 2,032,473.08	Q 2,032,473.08
Insumos		Q 98,223.61	Q 98,223.61	Q 98,223.61	Q 98,223.61	Q 98,223.61	Q 98,223.61	Q 98,223.61	Q 98,223.61	Q 98,223.61	Q 98,223.61
Costo de ventas		Q 29,013,742.08	Q 29,013,742.08	Q 29,013,742.08	Q 29,013,742.08	Q 29,013,742.08	Q 29,013,742.08	Q 29,013,742.08	Q 29,013,742.08	Q 29,013,742.08	Q 29,013,742.08
Utilidad		Q 19,342,494.72	Q 19,342,494.72	Q 19,342,494.72	Q 19,342,494.72	Q 19,342,494.72	Q 19,342,494.72	Q 19,342,494.72	Q 19,342,494.72	Q 19,342,494.72	Q 19,342,494.72
Margen %		40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%

		Detalle de costos e ingresos con propuesta									
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Unidades vendidas		784,211.25	836,847.46	859,315.31	861,345.53	861,345.53	861,345.53	861,345.53	861,345.53	861,345.53	861,345.53
Ingresos		Q 50,189,519.84	Q 53,558,237.36	Q 54,996,179.86	Q 55,126,113.69	Q 55,126,113.69	Q 55,126,113.69	Q 55,126,113.69	Q 55,126,113.69	Q 55,126,113.69	Q 55,126,113.69
Materia Prima		Q 24,537,969.94	Q 26,184,956.99	Q 26,887,976.06	Q 26,951,501.52	Q 26,951,501.52	Q 26,951,501.52	Q 26,951,501.52	Q 26,951,501.52	Q 26,951,501.52	Q 26,951,501.52
Material de Empaque		Q 3,364,266.25	Q 3,590,075.60	Q 3,686,462.68	Q 3,695,172.31	Q 3,695,172.31	Q 3,695,172.31	Q 3,695,172.31	Q 3,695,172.31	Q 3,695,172.31	Q 3,695,172.31
Mano de Obra		Q 2,109,528.26	Q 2,251,119.66	Q 2,311,558.18	Q 2,317,019.47	Q 2,317,019.47	Q 2,317,019.47	Q 2,317,019.47	Q 2,317,019.47	Q 2,317,019.47	Q 2,317,019.47
Insumos		Q 407,789.85	Q 435,160.68	Q 446,843.96	Q 447,899.67	Q 447,899.67	Q 447,899.67	Q 447,899.67	Q 447,899.67	Q 447,899.67	Q 447,899.67
Costo de ventas		Q 30,419,554.29	Q 32,461,312.93	Q 33,332,840.89	Q 33,411,592.97	Q 33,411,592.97	Q 33,411,592.97	Q 33,411,592.97	Q 33,411,592.97	Q 33,411,592.97	Q 33,411,592.97
Utilidad		Q 19,769,965.55	Q 21,096,924.44	Q 21,663,338.97	Q 21,714,520.72	Q 21,714,520.72	Q 21,714,520.72	Q 21,714,520.72	Q 21,714,520.72	Q 21,714,520.72	Q 21,714,520.72
Margen %		39.39%	39.39%	39.39%	39.39%	39.39%	39.39%	39.39%	39.39%	39.39%	39.39%

## D. Escenarios posibles

Para tener una visión más amplia y crítica del proyecto se generan tres escenarios; el optimista (que se cumpla con el incremento de capacidad de 20% calculado en el estudio técnico), el realista (que considera la posibilidad de que no llegue al 20% estimado pero que por lo menos aumente un 15%) y el pesimista (que propone que la capacidad aumento solo 14%). Entre los últimos dos escenarios no hay mucha variación en el porcentaje de aumento de capacidad, sin embargo ese 1% de diferencia impacta de manera importante en la TIR y VPN del proyecto.

**1. Aumento de capacidad del 20%** Se ha determinado un aumento del 20% de capacidad para la producción de productos A en la planta de Pastelitos, S.A., sin embargo este escenario se considera como optimista para mantener un punto de vista conservador del proyecto.

La tasa interna de retorno (TIR) de este escenario es 43.61%.

El valor presente neto (VPN) es Q 3,525,820.67, utilizando una tasa de 12.50%.

**2. Aumento de capacidad del 15%** Este escenario pretende tener un enfoque realista, el cual es aceptable puesto que si la maquinaria no llega a generar el aumento esperado del 20% de la producción, por lo menos debería llegar a un 15%.

La tasa interna de retorno (TIR) de este escenario es 14.92%.

El valor presente neto (VPN) es Q 193,982.49, utilizando una tasa de 12.50%.

**3. Aumento de capacidad del 14%** En este escenario se busca un punto de vista pesimista, puesto que a pesar de que la diferencia entre este escenario y el anterior es de 1%, los indicadores financieros tienen una gran diferencia, por lo que si no se llega al 15% de aumento en capacidad el proyecto resultaría una inversión que no se recomienda.

La tasa interna de retorno (TIR) de este escenario es 5.19%.

El valor presente neto (VPN) es (506,357.68), utilizando una tasa de 12.50%.

# Escenario 1 (Aumento de capacidad del 20%)

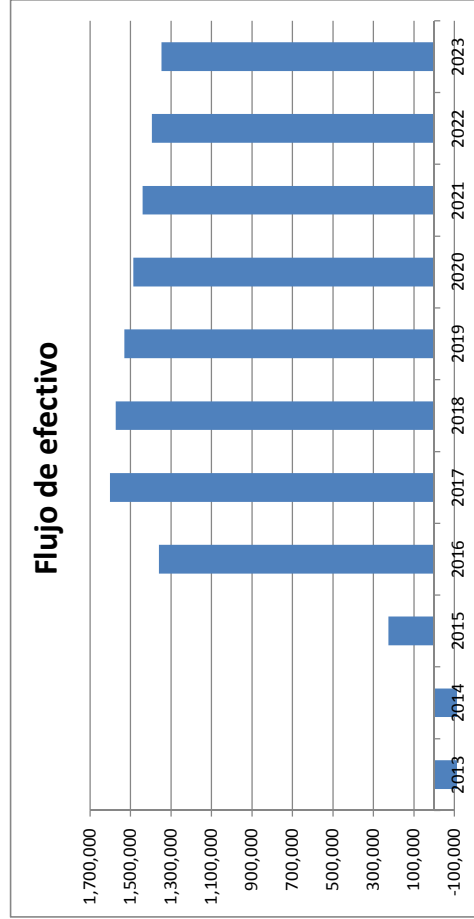
Costos	
Tunel de congelación	733,200
Labor de instalación	60,000
Total proyecto	793,200

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Inversión Inicial	-793,200										
Unidades vendidas		787,989.08	848,233.60	894,803.49	906,078.72	906,679.50	906,679.50	906,679.50	906,679.50	906,679.50	906,679.50
Margen variable unitario		25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21
Margen variable total		817,379.48	2,336,143.85	3,510,170.71	3,794,419.36	3,809,565.04	3,809,565.04	3,809,565.04	3,809,565.04	3,809,565.04	3,809,565.04
Ahorro energético		6,393.86	6,393.86	6,393.86	6,393.86	6,393.86	6,393.86	6,393.86	6,393.86	6,393.86	6,393.86
Incremento energético		-59,372.46	-59,372.46	-59,372.46	-59,372.46	-59,372.46	-59,372.46	-59,372.46	-59,372.46	-59,372.46	-59,372.46
Costos fijos		-2,016,350.16	-2,056,677.16	-2,097,810.70	-2,139,766.92	-2,182,562.26	-2,226,213.50	-2,270,737.77	-2,316,152.53	-2,362,475.58	-2,409,725.09
Flujo de efectivo		-1,251,949.27	226,488.09	1,359,381.41	1,601,673.84	1,574,024.19	1,530,372.94	1,485,848.67	1,440,433.92	1,394,110.87	1,346,861.35

TIR 43.61%

Tasa de retorno 12.50%

VPN Q 3,525,820.67



## Escenario 2 (Aumento de Capacidad del 15%)

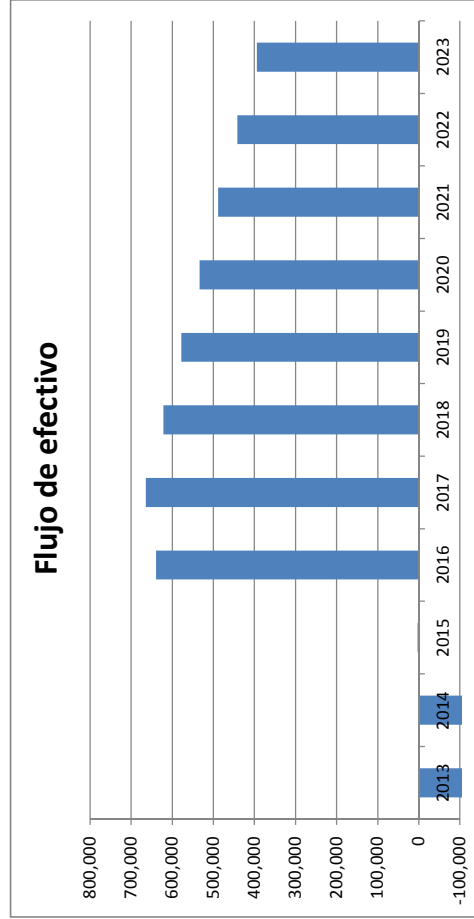
Costos	
Tunel de congelación	733,200
Labor de instalación	60,000
<b>Total proyecto</b>	<b>793,200</b>

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Inversión Inicial	-793,200										
Unidades vendidas		784,840.89	839,366.01	866,241.33	868,901.19	868,901.19	868,901.19	868,901.19	868,901.19	868,901.19	868,901.19
Margen variable unitario		25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21
Margen variable total		738,013.54	2,112,591.99	2,790,118.84	2,857,173.78	2,857,173.78	2,857,173.78	2,857,173.78	2,857,173.78	2,857,173.78	2,857,173.78
Ahorro energético		6,393.86	6,393.86	6,393.86	6,393.86	6,393.86	6,393.86	6,393.86	6,393.86	6,393.86	6,393.86
Incremento energético		-59,372.46	-59,372.46	-59,372.46	-59,372.46	-59,372.46	-59,372.46	-59,372.46	-59,372.46	-59,372.46	-59,372.46
Costos fijos		-2,016,350.16	-2,056,677.16	-2,097,810.70	-2,139,766.92	-2,182,562.26	-2,226,213.50	-2,270,737.77	-2,316,152.53	-2,362,475.58	-2,409,725.09
<b>Flujo de efectivo</b>	<b>-793,200</b>	<b>-1,331,315.21</b>	<b>2,936.24</b>	<b>639,329.54</b>	<b>664,428.27</b>	<b>621,632.93</b>	<b>577,981.68</b>	<b>533,457.41</b>	<b>488,042.66</b>	<b>441,719.61</b>	<b>394,470.09</b>

TIR 14.92%

Tasa de retorno 12.50%

VPN 193,982.49



## Escenario 3 (Crecimiento del 14%)

Costos	
Tunel de congelación	733,200
Labor de instalación	60,000
<b>Total proyecto</b>	<b>793,200</b>

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Inversión Inicial	-793,200										
Unidades vendidas		784,211.25	836,847.46	859,315.31	861,345.53	861,345.53	861,345.53	861,345.53	861,345.53	861,345.53	861,345.53
Margen variable unitario		25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21
Margen variable total		722,140.36	2,049,099.24	2,615,513.78	2,666,695.53	2,666,695.53	2,666,695.53	2,666,695.53	2,666,695.53	2,666,695.53	2,666,695.53
Ahorro energético		6,393.86	6,393.86	6,393.86	6,393.86	6,393.86	6,393.86	6,393.86	6,393.86	6,393.86	6,393.86
Incremento energético		-59,372.46	-59,372.46	-59,372.46	-59,372.46	-59,372.46	-59,372.46	-59,372.46	-59,372.46	-59,372.46	-59,372.46
Costos fijos		-2,016,350.16	-2,056,677.16	-2,097,810.70	-2,139,766.92	-2,182,562.26	-2,226,213.50	-2,270,737.77	-2,316,152.53	-2,362,475.58	-2,409,725.09
<b>Flujo de efectivo</b>	<b>-793,200</b>	<b>-1,347,188.40</b>	<b>-60,556.51</b>	<b>464,724.48</b>	<b>473,950.01</b>	<b>431,154.68</b>	<b>387,503.43</b>	<b>342,979.16</b>	<b>297,564.40</b>	<b>251,241.35</b>	<b>203,991.84</b>

TIR

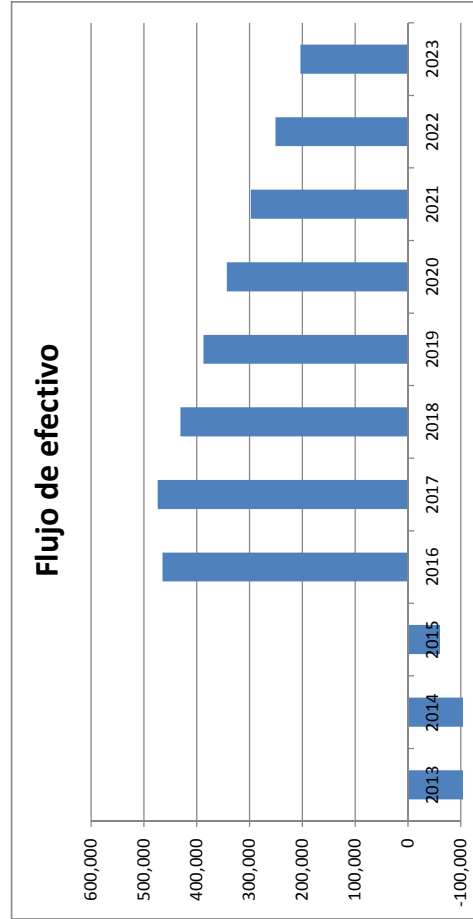
5.19%

Tasa de retorno

12.50%

VPN

(506,357.68)



## VIII. CONCLUSIONES

- La implementación del túnel de congelación es factible si cumple con el 20% de capacidad estimado en el estudio técnico.
- Si el túnel de congelación no supera el 14% de incremento en capacidad de producción, deberá buscarse otro proyecto que sea más conveniente, debido a que el 14% no es suficiente. Para que el proyecto sea rentable, debe llegar como mínimo a un 15% de incremento.
- La capacidad de producción colapsa en diciembre de 2013, por lo que es importante que se amplíe para poder abastecer la demanda futura.
- La capacidad actual de producción es de 62,964 pasteles tipo A al mes.
- Fue necesario ampliar la base de datos históricos desde el año 2004 hasta octubre de 2012 para tener una proyección de ventas más realista y confiable para el estudio.
- Con la implementación del túnel de congelación el costo por pastel incrementa 1.02%, sin embargo el tener capacidad de satisfacer la demanda lo compensa, puesto que se venden más unidades y las utilidades son mayores.

## IX. RECOMENDACIONES

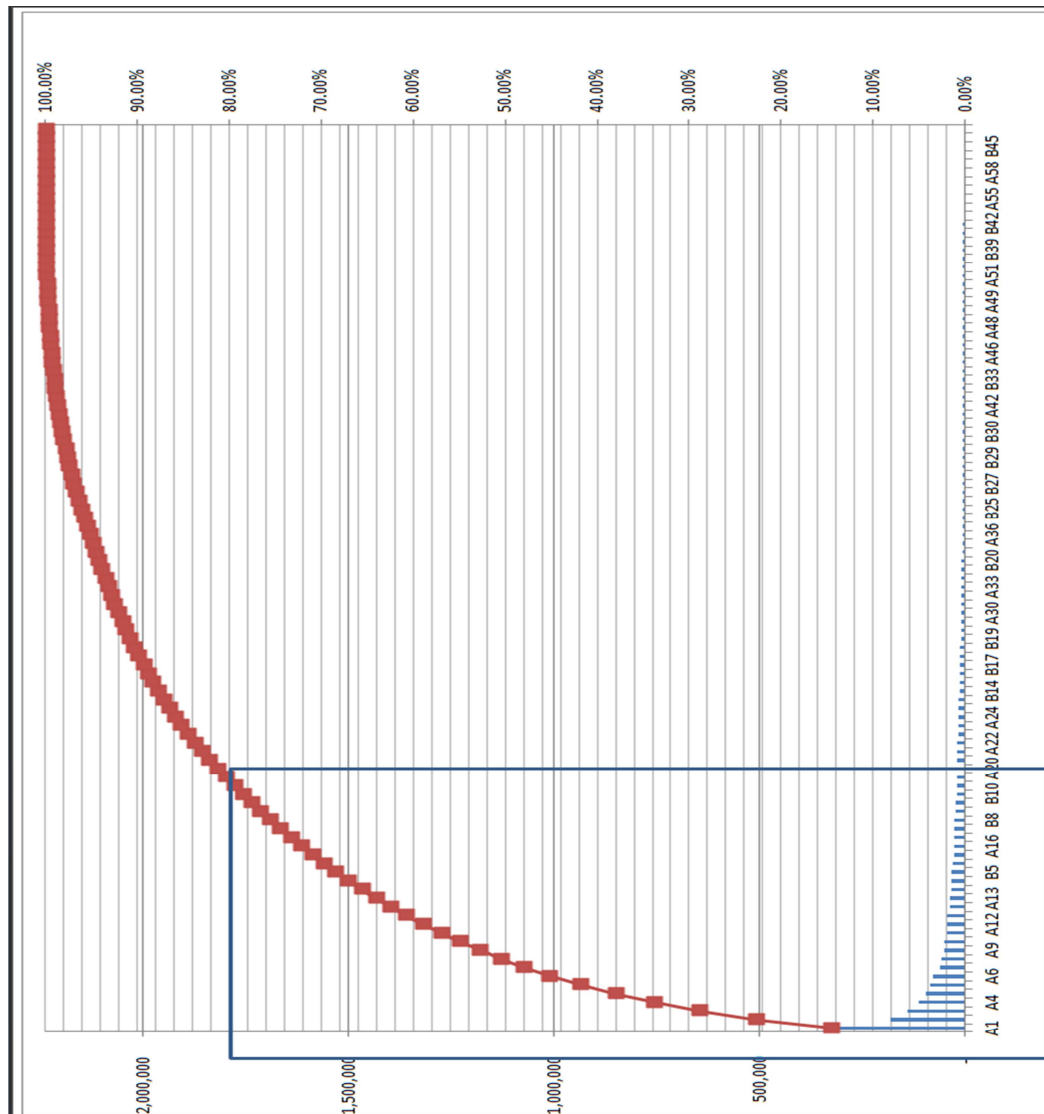
- Según el pronóstico de ventas la nueva capacidad de la planta colapsa en febrero de 2016, por lo que se recomienda hacer una evaluación de expansión de capacidad en el año 2015.
- El segundo proceso restrictivo es el horneado, que afecta a productos tipo A y tipo B, por lo que sería interesante analizar en qué momento llegará a su punto crítico.
- Si el proceso de congelación vuelve a ser una restricción puede ampliarse la capacidad con túneles de congelación más pequeños.
- Hacer un buen labor mercadológico para dar a conocer los productos más allá de las expectativas actuales y así conseguir nuevos clientes que faciliten la superación de las metas de ventas del pronóstico.

## X. BIBLIOGRAFÍA

- Antonio Madrid Vicente. (2011). *Curso de manipulador de alimentos*. 1ª. Edición, Editor Antonio Madrid Vicente 260 pags.
- Chase R. R. (2006) *Administración de Operaciones, Producción y cadena de suministros* 12ª. Edición, McGraw- Hill. 776 pags
- Sacristán, Francisco (2003) *En busca de la eficacia del sistema de producción*". 1ª. Edición, Fund. Confemetal. 339 pags.
- Van Horne, J. Y Wachowicz,J.(2010): *Fundamentos de Administración Financiera*. 13º Edición Prentice Hall, México. 719 pags.
- W.Niebel, Benjamin y Ferivald, Amdris (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. 12ª Edición. Trad. Cordero Pedraza, Carlos Roberto. México D.F. Mc Graw Hill. 586 pags

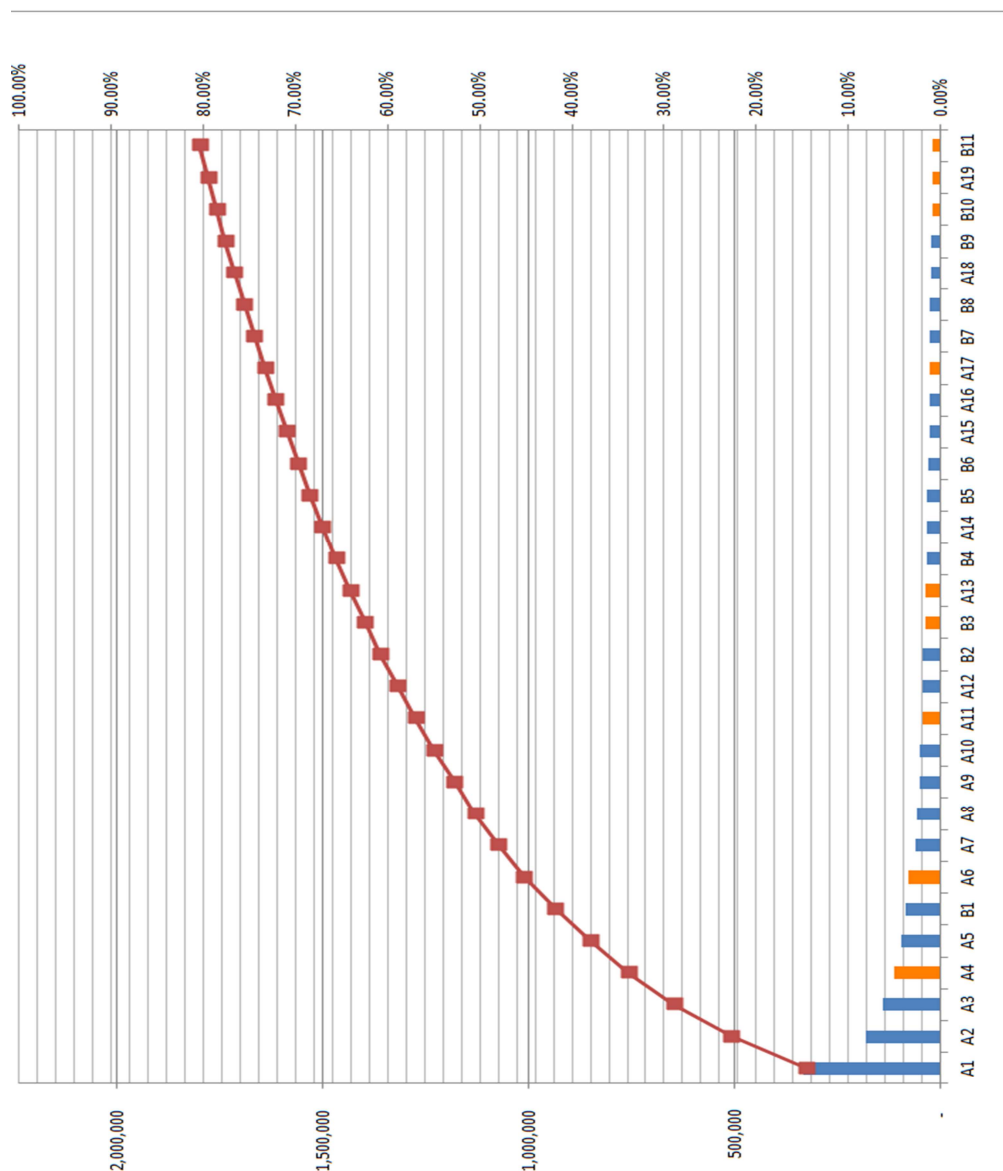
## XI. ANEXOS

### A. Gráfica de Pareto de ventas de todos los productos de Pastelitos, S.A.



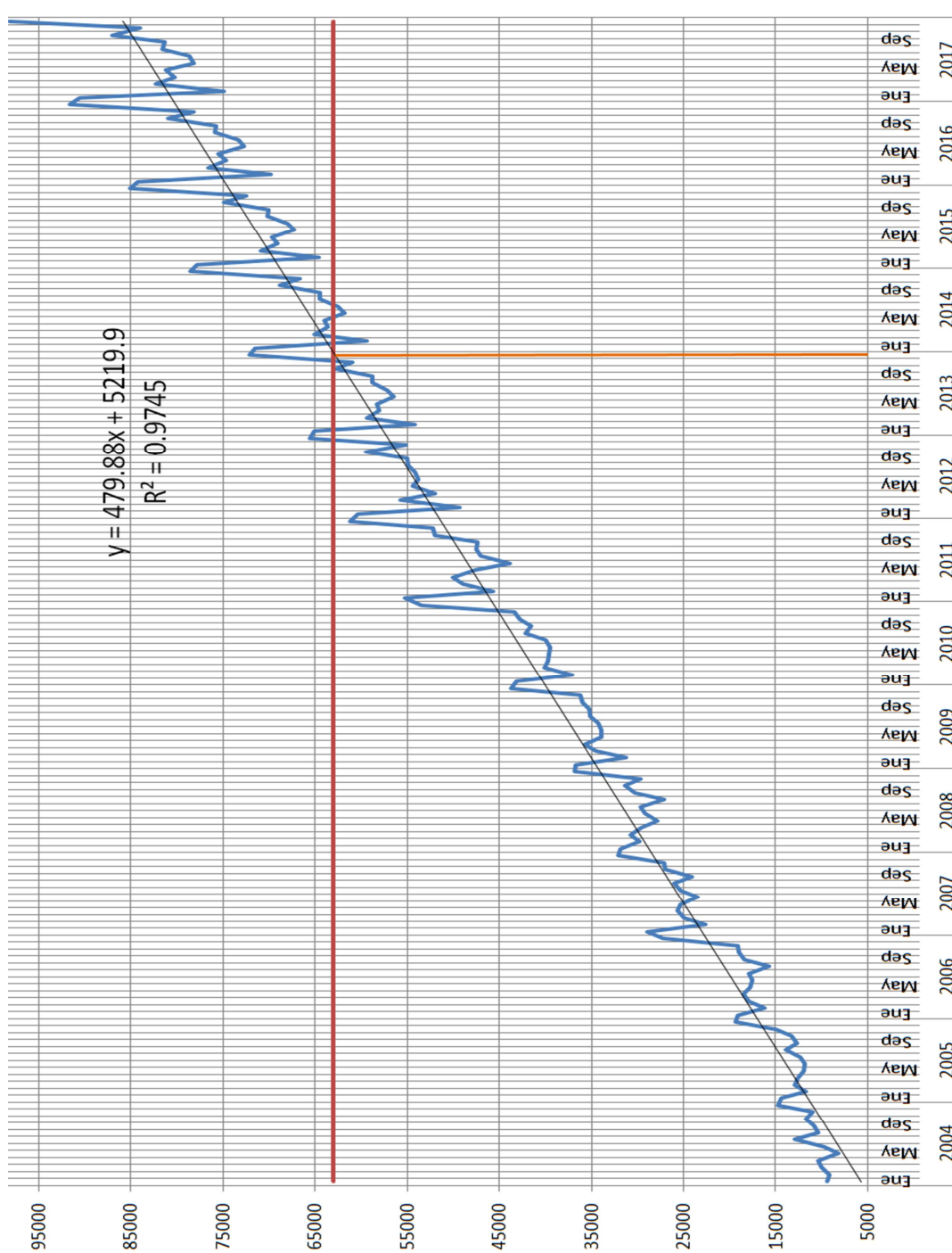
Sin embargo la gran variedad de productos dificulta el análisis por la visibilidad.

Por ello se hace un “zoom” y se presenta la siguiente gráfica:

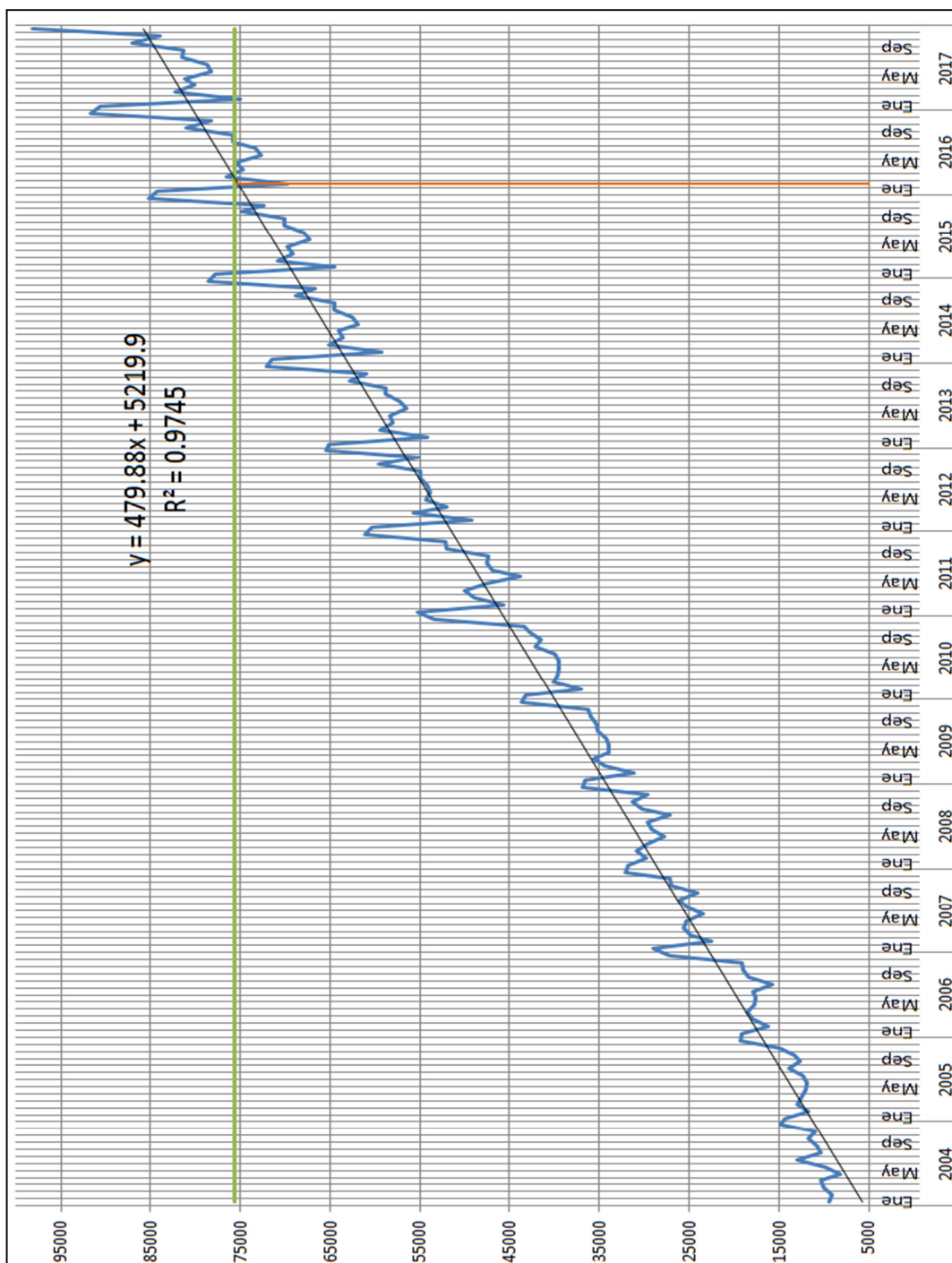


Las barras azules representan ventas de productos A y las naranjas de productos B)

## B. Punto Crítico de actual capacidad instalada



### C. Punto Crítico de capacidad de nueva propuesta



Fecha: XX/XX/XX

<b>Nombre de empresa:</b>	XXXXXX		
<b>Atención a:</b>	XXXXXX	<b>Teléfono:</b>	
		<b>Fax:</b>	
<b>Dirección:</b>	CIUDAD.		

De acuerdo a su amable solicitud, tenemos el agrado de someter a su consideración el presupuesto del equipo por el cual se encuentra interesado:

CANT.	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	PRECIO TOTAL
1	<p><b>Tunel de ultracongelacion para 3 carros dobles modelo SurRapid MT3½</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dimensiones exteriores: mm 2230 x 3030 x 2630 H</li> <li>- Dimensiones interiores útiles: mm 1000 x 2800 x 2100 H</li> <li>- Paneles con espesor de 100 mm, densidad de 40 Kg/m<sup>2</sup>, coeficiente de Conductibilidad 0,0179 Kcal/m h °C.</li> <li>- N.2 puertas en lados opuestos de abertura cm 1000 x 2100; n.1 puerta de servicio</li> <li>- Uniformidad de la ultra congelación garantizada por n.3 evaporadores Verticales, cada uno con n.3 ventiladores.</li> <li>- Piso aislado y reforzado con chapa de acero inoxidable de 3 mm</li> <li>- Descharche a gas caliente (duración 10-15 minutos)</li> <li>- N.1 unidad condensadora DWM Copeland™ de 27Hp</li> <li>- Gas R404a, voltaje: 220V / 3 / 60 Hz</li> <li>- Ver descripción en anexo.</li> <li>- Con sonda a aguja para controlar la temperatura al corazón del producto.</li> <li>- Incluido kit de instalación para la unidad condensadora hasta 15 metros</li> </ul> <p>PRECIO \$ 94,000.00  TIEMPO DE ENTREGA 12 SEMANAS.  <b>Indicar distancia final al punto de montaje.</b></p>	\$ 94,000.00

**Todos los precios son puestos en Guatemala.**

**Nota: todas las instalaciones de gas, electricidad, agua y trabajos de albañilería son a cargo del cliente.**